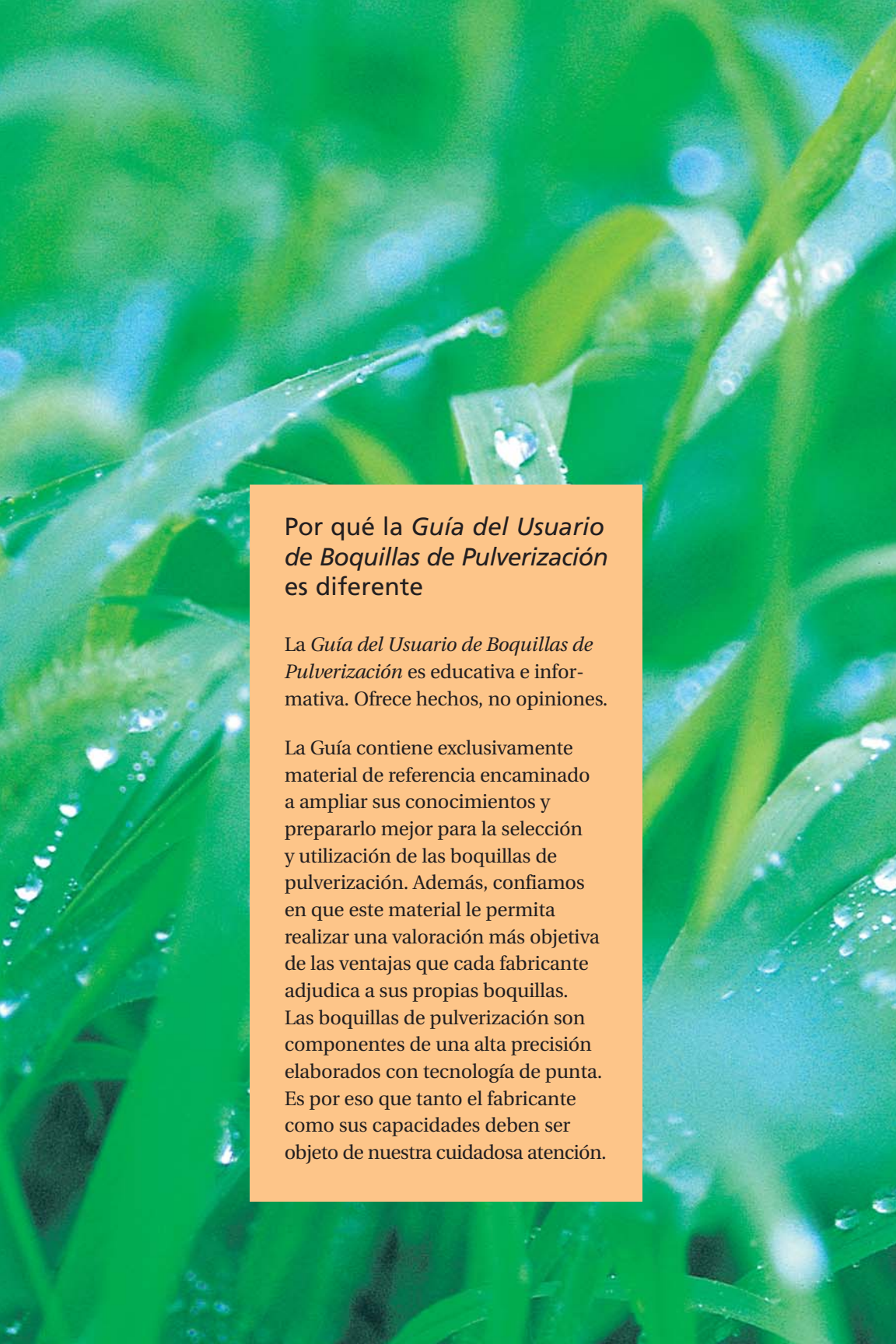


Guía del Usuario de Boquillas de Pulverización



TeeJet[®]

A close-up photograph of vibrant green leaves, likely from a plant, with numerous clear water droplets resting on their surfaces. The background is softly blurred, creating a bokeh effect with light green and white spots. The overall scene is fresh and natural.

Por qué la *Guía del Usuario de Boquillas de Pulverización* es diferente

La Guía del Usuario de Boquillas de Pulverización es educativa e informativa. Ofrece hechos, no opiniones.

La Guía contiene exclusivamente material de referencia encaminado a ampliar sus conocimientos y prepararlo mejor para la selección y utilización de las boquillas de pulverización. Además, confiamos en que este material le permita realizar una valoración más objetiva de las ventajas que cada fabricante adjudica a sus propias boquillas. Las boquillas de pulverización son componentes de una alta precisión elaborados con tecnología de punta. Es por eso que tanto el fabricante como sus capacidades deben ser objeto de nuestra cuidadosa atención.

Guía del Usuario de Boquillas de Pulverización

Introducción	4
SECCIÓN 1. Las costosas consecuencias de pulverizar de más o de menos	6
SECCIÓN 2. Nociones fundamentales acerca de las boquillas de pulverización	10
SECCIÓN 3. Conozca los tipos de boquillas a su alcance	20
SECCIÓN 4. Selección de la boquilla de pulverización apropiada	26
SECCIÓN 5. Consulte a los expertos	42
SECCIÓN 6. Hacer del mantenimiento una prioridad	44
SECCIÓN 7. La calibración del pulverizador garantiza un funcionamiento óptimo	48
Consideraciones finales	54



Introducción

El éxito que obtengamos en una temporada de pulverización depende de muchos factores individuales. Algunos de esos factores se pueden controlar, como es el caso de los equipos que se utilizan, pero otros escapan a nuestro control, como sucede con las condiciones meteorológicas. El objetivo de la presente guía es ayudarlo en un campo en el que usted tiene total control: la selección y uso de las boquillas de pulverización.

A pesar de que físicamente las boquillas de pulverización son un componente pequeño de la operación, su importancia es vital. La aplicación incorrecta de productos agroquímicos puede ser extremadamente costosa si conduce a tener que realizar una nueva pulverización, cuando disminuye el rendimiento y también cuando surgen problemas legales como resultado de la deriva de productos agroquímicos. Sin embargo, para muchos usuarios las boquillas de pulverización siguen siendo componentes relativamente sencillos, cuando en realidad son todo lo contrario. Existen docenas de tipos de boquillas elaboradas por una diversidad de fabricantes, las que presentan una gran variedad de características diferentes de funcionamiento.

La presente guía ha sido elaborada para ayudarlo a:

- Aprender más sobre los aspectos técnicos de las boquillas de pulverización.
- Seleccionar las boquillas de pulverización que mejor se ajustan a los requisitos de su aplicación específica.
- Mantener las boquillas de pulverización en condiciones óptimas de funcionamiento.



Una selección inadecuada de las boquillas de pulverización o el uso de boquillas que operan por debajo de su nivel óptimo de desempeño, puede conducir a la necesidad de volver a pulverizar o a una reducción en el rendimiento – dos problemas que ningún usuario tiene por qué enfrentar.

Las costosas consecuencias de pulverizar de más o de menos

Asegurarse de que cuenta con las boquillas de pulverización apropiadas para la aplicación que va a realizar y de que las mismas funcionan correctamente, son dos aspectos que todo usuario debe tener en cuenta para elevar al máximo tanto el funcionamiento de las boquillas como el provecho que obtengamos de las mismas.

La selección de las boquillas de pulverización determina:

- La cantidad de agroquímicos que se aplican en un área.
- La uniformidad de la aplicación.
- La cobertura de los agroquímicos en la superficie objetivo.
- La cantidad de deriva potencial.

Utilizar una boquilla de pulverización inadecuada o una boquilla de pulverización que no funcione correctamente puede conducir a una aplicación excesiva o insuficiente. Una aplicación excesiva puede constituir un derroche de agroquímicos o ser costosa; una aplicación insuficiente puede conducir a una reducción en el rendimiento o a la necesidad de realizar una nueva aplicación.

El uso de un regulador de caudal puede ciertamente ayudarnos a garantizar que estamos pulverizando la cantidad apropiada. También se pueden realizar ajustes menores en la presión o la velocidad del pulverizador para aplicar la cantidad correcta de agroquímicos.



Un desgaste de tan sólo un 10% es suficiente para que una boquilla de pulverización no garantice la cobertura y el rendimiento esperados.

Sin embargo, la aplicación del volumen correcto no significa necesariamente un máximo de eficiencia. Por ejemplo, si usted está usando una boquilla inapropiada o si ésta tiene un desgaste que puede ser de tan sólo un 10%, puede ser que el patrón de aspersión no sea uniforme a lo largo de la barra pulverizadora, por lo que no se obtendrá la cobertura de pulverización deseada. La cobertura puede ser irregular, por lo que algunas áreas recibirán una cantidad mayor o menor de agroquímicos de la planificada. En ese caso, es posible que haya que volver a aplicar el producto.

El costo de una aplicación excesiva o de una aplicación insuficiente, sea cual sea su causa, es siempre alto: miles de dólares y en ocasiones hasta decenas de miles de dólares. Obviamente, el costo real dependerá de la operación y de los productos agroquímicos que se utilizan. Ver los ejemplos que aparecen a la derecha.

Esos problemas se pueden evitar si nos aseguramos de que hemos escogido las boquillas de pulverización correctas para la aplicación en cuestión, y de que las mismas están en buenas condiciones de funcionamiento. Si pensamos que una boquilla no satisface nuestras necesidades completamente, o sospechamos que las boquillas están desgastadas, lo mejor es reemplazarlas inmediatamente. El costo de reemplazar las boquillas es insignificante en comparación con los efectos de una pulverización inadecuada. De hecho, el costo de las boquillas se recupera con la aplicación de la cantidad apropiada de agroquímicos en tan sólo unos pocos acres.

Estimado de gastos por aplicación excesiva o insuficiente

Aplicación insuficiente de agroquímicos que obliga a realizar una nueva pulverización* (dólares estadounidenses)

\$27 / acre x 100 acres	\$2,700
\$27 / acre x 1,000 acres	\$27,000
\$27 / acre x 2,000 acres	\$54,000

* No incluye los gastos por concepto de tiempo / mano de obra, combustible o maquinarias.

Aplicación excesiva de agroquímicos en un 10% (dólares estadounidenses):

(\$27 / acre x 10%) x 100 acres	\$270
(\$27 / acre x 10%) x 1,000 acres	\$2,700
(\$27 / acre x 10%) x 2,000 acres	\$5,400

Nociones fundamentales acerca de las boquillas de pulverización



1. Patrones de aspersión

Existen muchos tipos de boquillas y de patrones de aspersión a nuestra disposición, y la elección que hagamos dependerá de la operación específica que vayamos a realizar. Los tres tipos fundamentales son:

- De abanico plano
- De cono hueco
- De cono lleno

Abanico plano

La boquilla de pulverización de abanico plano forma un patrón estrecho, elíptico, en forma de “V” invertida (FIGURA 1). La deposición es mayor en el centro del patrón y se disipa a medida que se avanza hacia el borde exterior. Se obtiene un patrón uniforme de distribución a lo largo de la barra cuando se optimizan tanto la altura de ésta última como la distancia entre las boquillas con vistas a lograr un traslape apropiado de los patrones de aspersión de las boquillas adyacentes. Entre las variaciones del abanico plano se encuentran las siguientes:

- Abanico plano de amplio espectro para pulverización al voleo. Diseñado para operar con una gama más amplia de presiones de pulverización (FIGURA 2).
- Inundación para pulverización al voleo. Patrón plano granangular que utiliza gotas mas gruesas (FIGURA 3).
- Pulverización uniforme para pulverización en bandas. Los patrones de pulverización no decreciente proporcionan una cobertura uniforme sin traslape (FIGURA 4).

1. Patrones de aspersión
2. Geometría de los patrones de aspersión
3. Presión de pulverización
4. Nociones básicas sobre el tamaño de las gotas
5. Definición de deriva



FIGURA 1:
Patrón de aspersión de
abanico plano



FIGURA 2:
Patrón de aspersión de abanico
plano de amplio espectro

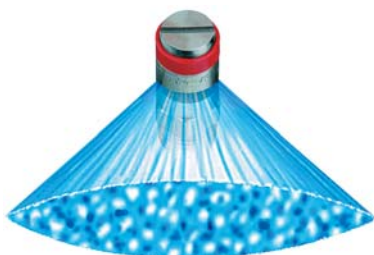
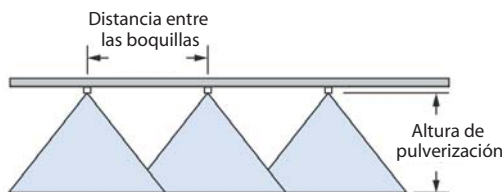


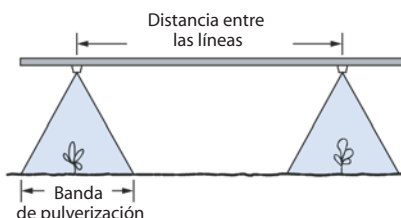
FIGURA 3:
Patrón de aspersión de
abanico plano granangular



FIGURA 4:
Patrón de
aspersión uniforme



Patrón de traslape para
aplicaciones al voleo



Aplicación de pulverización
en bandas

Cono hueco

La boquilla de pulverización de cono hueco forma un patrón circular en forma de anillo para pulverizaciones especiales o dirigidas. Este singular patrón proporciona una cobertura total al crear un patrón de aspersión finamente atomizado (FIGURA 5).

Cono lleno

La boquilla de cono lleno crea un patrón circular lleno de gotas para aplicaciones especiales (FIGURA 6).

2. Geometría de los patrones de aspersión

Las tablas que aparecen a la derecha ofrecen información acerca de la cobertura teórica del ángulo de pulverización incluido a diversas alturas de pulverización. Estos valores están basados considerando que el ángulo de pulverización se mantiene constante a lo largo de toda la distancia de pulverización, lo que no ocurre en la práctica (FIGURA 7).

Se debe tener en cuenta en todo momento que la cobertura de pulverización variará según la **presión de trabajo, la altura de pulverización y la distancia entre las boquillas**. Para lograr una cobertura uniforme, siga las recomendaciones del fabricante.

En la tabla de la página siguiente se pueden encontrar sugerencias sobre alturas mínimas de pulverización (FIGURA 8). Estas alturas están basadas en el traslape mínimo requerido para obtener una distribución uniforme. En muchos casos, los ajustes típicos de la altura se basan en una proporción de 1:1 entre la distancia entre las boquillas y la altura. Por ejemplo, las boquillas de pulverización planas de 110° situadas a 209 (50 cm.) unas de otras, generalmente se fijan 20" (50 cm.) por encima del objetivo.

Los ángulos de pulverización más frecuentemente utilizados para diversos tipos de boquillas se relacionan a continuación y en la FIGURA 8, que aparece a la izquierda.

Nociones fundamentales acerca de las boquillas de pulverización



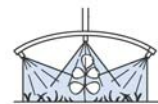
FIGURA 5:
Patrón de aspersión
de cono hueco



FIGURA 6:
Patrón de aspersión
de cono lleno



Pulverización
dirigida con
dos boquillas



Pulverización
dirigida con
tres boquillas

Angulo de pulverización incluido	Cobertura teórica a diversas alturas de pulverización (en pulgadas)							
	8"	10"	12"	15"	18"	24"	30"	36"
15°	2.1	2.6	3.2	3.9	4.7	6.3	7.9	9.5
20°	2.8	3.5	4.2	5.3	6.4	8.5	10.6	12.7
25°	3.5	4.4	5.3	6.6	8.0	10.6	13.3	15.9
30°	4.3	5.4	6.4	8.1	9.7	12.8	16.1	19.3
35°	5.0	6.3	7.6	9.5	11.3	15.5	18.9	22.7
40°	5.8	7.3	8.7	10.9	13.1	17.5	21.8	26.2
45°	6.6	8.3	9.9	12.4	14.9	19.9	24.8	29.8
50°	7.5	9.3	11.2	14.0	16.8	22.4	28.0	33.6
55°	8.3	10.3	12.5	15.6	18.7	25.0	31.2	37.5
60°	9.2	11.5	13.8	17.3	20.6	27.7	34.6	41.6
65°	10.2	12.7	15.3	19.2	22.9	30.5	38.2	45.8
73°	11.8	14.8	17.8	22.0	27.0	36.0	44.0	53.0
80°	13.4	16.8	20.2	25.2	30.3	40.3	50.4	60.4
85°	14.7	18.3	22.0	27.5	33.0	44.0	55.4	66.4
90°	16.0	20.0	24.0	30.0	36.0	48.0	60.0	72.0
95°	17.5	21.8	26.2	32.8	40.3	52.4	65.5	78.6
100°	19.1	23.8	28.6	35.8	43.0	57.2	71.6	85.9
110°	22.8	28.5	34.3	42.8	51.4	68.5	85.6	103
120°	27.7	34.6	41.6	52.0	62.4	83.2	104	
130°	34.3	42.9	51.5	64.4	77.3	103		
140°	43.8	54.8	65.7	82.2	98.6			
150°	59.6	74.5	89.5					

Angulo de pulverización incluido	Cobertura teórica a diversas alturas de pulverización (en centímetros)								
	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm	
15°	5.3	7.9	10.5	13.2	15.8	18.4	21.1	23.7	
20°	7.1	10.6	14.1	17.6	21.2	24.7	28.2	31.7	
25°	8.9	13.3	17.7	22.2	26.6	31.0	35.5	39.9	
30°	10.7	16.1	21.4	26.8	32.2	37.5	42.9	48.2	
35°	12.6	18.9	25.2	31.5	37.8	44.1	50.5	56.8	
40°	14.6	21.8	29.1	36.4	43.7	51.0	58.2	65.5	
45°	16.6	24.9	33.1	41.4	49.7	58.0	66.3	74.6	
50°	18.7	28.0	37.3	46.6	56.0	65.3	74.6	83.9	
55°	20.8	31.2	41.7	52.1	62.5	72.9	83.3	93.7	
60°	23.1	34.6	46.2	57.7	69.3	80.8	92.4	104	
65°	25.5	38.2	51.0	63.7	76.5	89.2	102	115	
73°	29.6	44.4	59.2	74.0	88.8	104	118	133	
80°	33.6	50.4	67.1	83.9	101	118	134	151	
85°	36.7	55.0	73.3	91.6	110	128	147	165	
90°	40.0	60.0	80.0	100	120	140	160	180	
95°	43.7	65.5	87.3	109	131	153	175	196	
100°	47.7	71.5	95.3	119	143	167	191	215	
110°	57.1	85.7	114	143	171	200	229	257	
120°	69.3	104.0	139	173	208	243			
130°	85.8	129	172	215	257				
140°	110	165	220	275					
150°	149	224	299						

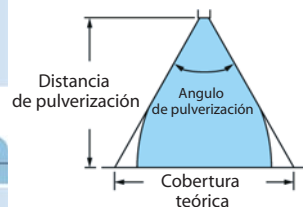

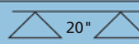
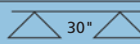
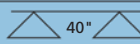


FIGURA 7: Cobertura teórica (pulgadas)

(inches)			
	 20°	 30°	 40°
65°	22-24"	33-35"	NR*
80°	17-19"	26-28"	NR*
110°	16-18"	20-22"	NR*
120°	10-18"	14-18"	14-18"
120°	14-16"	15-17"	18-20"


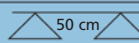
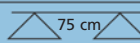
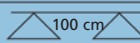
(cm)			
	 50 cm	 75 cm	 100 cm
65°	75	100	NR*
80°	60	80	NR*
110°	40	60	NR*
120°	40	60	75
120°	40	60	75

FIGURA 8: Alturas mínimas de pulverización sugeridas

* No se recomienda

$$\frac{\text{GPM}_1}{\text{GPM}_2} = \frac{\sqrt{\text{PSI}_1}}{\sqrt{\text{PSI}_2}}$$

$$\frac{\text{l/min}_1}{\text{l/min}_2} = \frac{\sqrt{\text{bar}_1}}{\sqrt{\text{bar}_2}}$$

FIGURA 9: Relación entre el caudal (GPM ó l/min.) y la presión (PSI o bares)

- Las boquillas de abanico plano están disponibles con ángulos de pulverización de 65°, 80° y 110°.
- Las boquillas de abanico plano de amplio espectro están disponibles con ángulos de pulverización de 80° y 110°.
- Las boquillas de abanico plano uniforme están disponibles con ángulos de pulverización de 40°, 65°, 80°, 95° y 110°.
- Las boquillas de inundación (granangulares) normalmente producen un ángulo de pulverización de 120°.
- Las boquillas de cono hueco están disponibles con ángulos de pulverización de 65° y 80°.

3. Presión de pulverización

El caudal de la boquilla varía según la presión de pulverización. En general, la relación entre el caudal en galones por minuto (GPM) o litros por minuto (l/min.) y la presión en PSI o bares, es la que se muestra a la izquierda (FIGURA 9).

Datos claves acerca de la presión:

- Para duplicar un gasto es necesario subir cuatro veces la presión.
- Una presión más elevada hace que disminuya el tamaño de las gotas y aumente el potencial de deriva.
- Una presión más elevada aumenta el desgaste del orificio.
- La presión influye en el ángulo y la cobertura de la pulverización. Opere sus boquillas de pulverización dentro del rango de presión apropiado.
- Normalmente en los catálogos de boquillas de pulverización, los datos sobre funcionamiento corresponden a la pulverización de agua. Los líquidos más densos o pesados que el agua, como el nitrógeno líquido al 28%, forman ángulos de pulverización más pequeños. Los líquidos menos densos o más ligeros que el agua forman ángulos de pulverización más amplios.

4. Nociones básicas sobre el tamaño de las gotas

El patrón de aspersión de una boquilla está formado por muchas gotas de diversos tamaños. El tamaño de la gota es el diámetro de una gota individual de aspersión. El tamaño de las gotas se expresa en micrones (micras). Un micrón equivale a 0.001 mm (.0000394”). Por ejemplo, el diámetro de un cabello humano es de alrededor de 100 micrones.

La mayoría de las boquillas producen una amplia gama de tamaños de gota. Generalmente esos tamaños de gota se resumen mediante análisis estadísticos basados en los resultados de pruebas realizadas con equipos sofisticados para la medición del tamaño de las gotas, entre los que se encuentran los equipos de láser y los sistemas de formación de imágenes. A partir de esta información las gotas se clasifican del modo que se muestra a la derecha (FIGURA 10). Estas categorías clasificatorias permiten la comparación entre las boquillas. Los datos más confiables sobre el tamaño de las gotas son los que se ajustan a la norma del Consejo Británico para la Protección de Cultivos (BCPC), en concordancia con la norma S572 de la Sociedad Americana de Ingenieros Agrícolas (ASAE). Esta norma proporciona condiciones estrictas para la medición de las gotas de pulverización y es la preferida debido a que utiliza conjuntos de boquillas de referencia para normalizar los datos. Con esto se eliminan las diferencias de interpretación al comparar los datos estadísticos obtenidos por diferentes tipos de equipos de medición de láser (FIGURA 11). En términos generales, sin no se utilizaran estas categorías clasificatorias, nunca se podrían comparar de forma precisa los tamaños de gota ni los diferentes tipos de boquillas.

El tamaño de la gota es un factor clave en la selección de la boquilla:

- Cuando la cobertura es un elemento vital, como es el caso en algunas aplicaciones de contacto de post-emergencia, se utilizan boquillas de gotas finas debido a la excelente cobertura que se obtiene en la superficie de las hojas.
- Las boquillas que producen gotas medianas son las más frecuentemente utilizadas para la aplicación de herbicidas de contacto y sistémicos, herbicidas de pre-emergencia aplicados al suelo, insecticidas y fungicidas.

- Las boquillas que producen gotas gruesas se pueden utilizar con algunos herbicidas sistémicos para minimizar la deriva.

Recuerde que el tamaño de las gotas varía según la presión. Una misma boquilla puede producir gotas medianas a presiones bajas y gotas finas a presiones más elevadas.

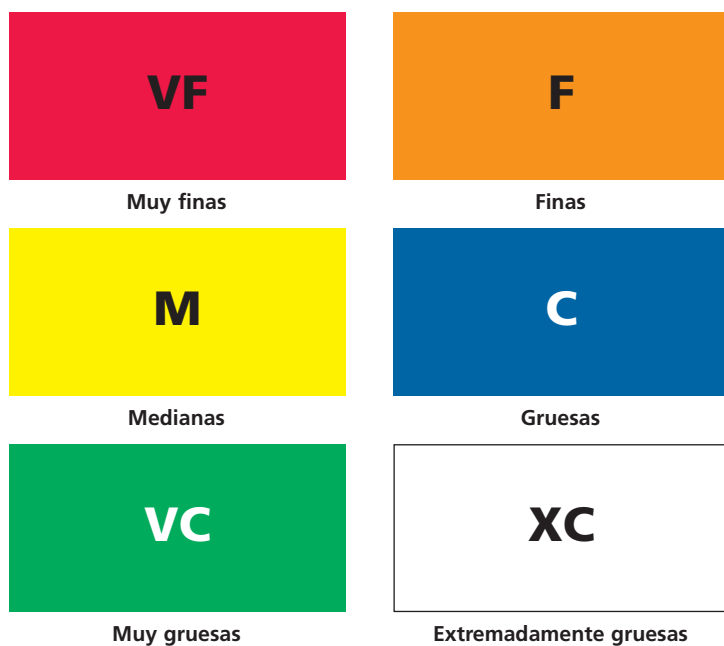


FIGURA 10



FIGURA 11: Analizador de láser

5. Definición de deriva

La deriva de pulverización es un término empleado en toda la industria para describir el movimiento físico de gotas o partículas de pesticida a través del aire fuera del área objetivo planificada. Las gotas más propensas a derivarse son las de menos de 150 micrones de diámetro.

Factores que determinan la deriva:

- El factor más determinante en la deriva de pulverización es la velocidad del viento.
- Mientras mayor es la distancia entre la punta de pulverización de la boquilla y el área objetivo, mayor será el impacto de la velocidad del viento sobre la deriva.
- Un aumento en las velocidades de operación puede hacer que el viento regrese en forma de corrientes superiores tipo vortex detrás del pulverizador, atrapando las gotas pequeñas y contribuyendo de este modo a la deriva.
- Cuando las temperaturas son superiores a 77°F (25°C) y la humedad relativa es baja, las gotas pequeñas son más propensas a derivarse, debido a los efectos de la evaporación.
- Las dosificaciones bajas generalmente requieren el uso de boquillas pequeñas, lo que aumenta el riesgo de deriva.
- Mientras menor sea el tamaño de la boquilla y mayor la presión de pulverización, menor será el tamaño de las gotas y mayor la proporción de gotas con tendencia a derivarse.

Diversas instituciones realizan rigurosas pruebas de distribución y deriva. Es importante que al evaluar datos sobre deriva siempre busquemos la fuente de los datos. Los datos más confiables son los que provienen de agencias independientes de evaluación, tales como algunos centros de investigación y universidades estadounidenses, así como instituciones internacionales. Entre las instituciones internacionales se encuentran el Instituto de Investigaciones Silsoe (SRI) del Reino Unido, el Laboratorio Científico Central (CSL), también del Reino Unido, el Centro Federal

de Investigaciones Biológicas para la Agricultura y la Silvicultura (BBA) de Alemania, y el Centro para la Aplicación y la Seguridad de los Pesticidas (CPAS) de Australia.

Existen algunas instituciones que también realizan pruebas para evaluar los sistemas de aplicación de pulverizaciones. Algunas de ellas cuentan con sistemas de clasificación y programas de acreditación. Al evaluar el potencial de deriva, solicite consultar esos rangos clasificatorios. El sistema de clasificación más popular es el denominado Evaluación del Riesgo Ambiental Local para Pesticidas (LERAP).

Para obtener más información, contactar con:

ASAE (<http://www.asae.org/>)

CSL (<http://www.csl.gov.uk/>)

BBA (<http://www.bba.de/english/mainset.htm>)

SRI (<http://www.sri.bbsrc.ac.uk/>)

Pesticides Safety Directorate (PSD) (<http://www.pesticides.gov.uk/>)

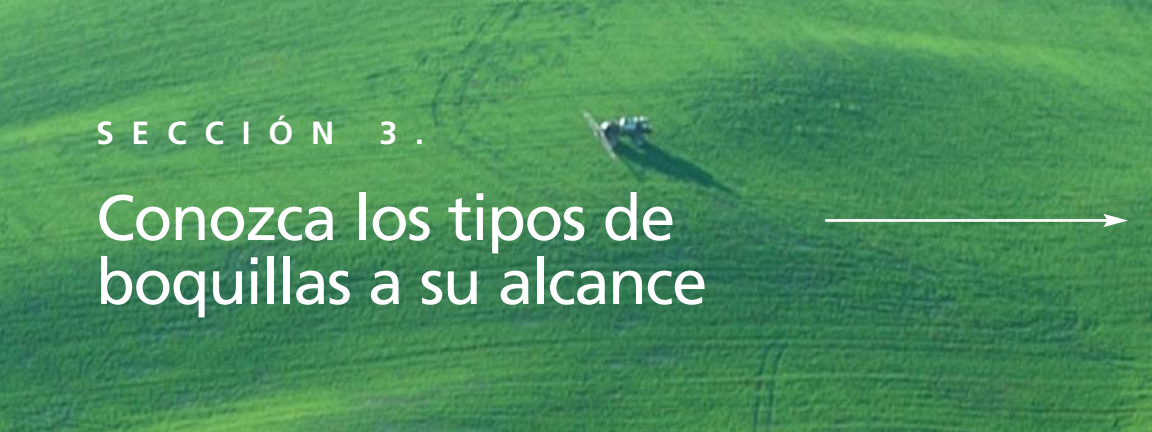
CPAS (<http://www.aghort.uq.edu.au>)

LERAP (http://www.pesticides.gov.uk/fg_leraps.asp)

CONSEJOS ÚTILES PARA CONTROLAR LA DERIVA

- Reducir la presión de trabajo para aumentar el tamaño de las gotas. Debido a la disminución del caudal, puede ser necesario utilizar boquillas más grandes para mantenernos dentro de la dosificación indicada en la etiqueta del producto.
- Utilizar boquillas que produzcan gotas más grandes, tales como las boquillas de baja deriva o boquillas de mayor capacidad.
- Disminuir la altura de la barra para reducir la deriva, pero manteniendo un traslape adecuado para garantizar la cobertura de pulverización deseada.

Conozca los tipos de boquillas a su alcance



1. Boquillas venturi de aire inducido

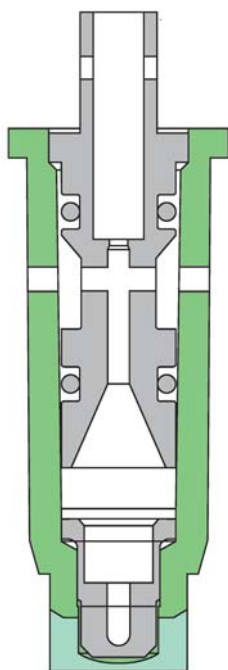
Las boquillas de aire inducido (AI) tienen dos orificios. El primer orificio, conocido como preorificio, mide el caudal de líquido. El segundo orificio, conocido como orificio de salida, es mayor que el preorificio, y es el que forma el patrón de aspersión. Entre los dos orificios hay un venturi o aspirador de aire. Este venturi absorbe aire hacia el interior de la boquilla, donde el mismo se mezcla con agua. El mezclado crea un patrón de aspersión con aire incluido a bajas presiones. El patrón de aspersión está formado por gotas gruesas grandes y llenas de aire, y muy pocas gotas susceptibles a la deriva.

Uso de las boquillas de aire inducido:

- Son ideales para reducir la deriva y a la vez mantener una buena cobertura. Las burbujas de aire contenidas en las gotas hacen que estas últimas se rompan al chocar contra las hojas, con lo que proporcionan una mejor cobertura.
- Asegúrese de aplicar las presiones de trabajo apropiadas para obtener gotas de un tamaño adecuado. La mayoría de las boquillas de AI requieren una presión de trabajo de 30 a 100 PSI (2 a 7 bares) para elevar al máximo su desempeño.
- La mayoría de las boquillas de AI producen un patrón de abanico plano granangular.
- Las boquillas de AI normalmente se utilizan para la pulverización al voleo de herbicidas sistémicos de post-emergencia, fungicidas e insecticidas. En la pulverización en bandas o dirigida, el desempeño de las boquillas de AI es excelente en aplicaciones de herbicidas de pre-emergencia, herbicidas sistémicos de post-emergencia, fungicidas e insecticidas.

1. Boquillas venturi de aire inducido
2. Boquillas de abanico plano de amplio espectro
3. Boquillas de abanico plano con preorificio
4. Boquillas de inundación
5. Boquillas para aplicaciones especiales

- Lleve consigo unas cuantas boquillas de repuesto. Aunque las boquillas se pueden limpiar sin necesidad de utilizar herramientas, no se recomienda su limpieza en el campo, debido a la gran cantidad de piezas pequeñas que las componen. Si fuera necesario realizar una limpieza en el campo, mantenga un pequeño cilindro de aire comprimido a bordo del pulverizador.



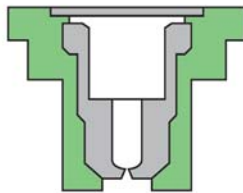
Boquilla Venturi de aire inducido

2. Boquillas de abanico plano de amplio espectro

Las boquillas de abanico plano de amplio espectro se utilizan con mucha frecuencia, debido a que proporcionan una excelente distribución de la pulverización dentro de un amplio rango de presiones. Cuando se operan a presiones bajas, la deriva disminuye. Se logra una mejor cobertura a presiones altas de trabajo.

Uso de las boquillas de abanico plano de amplio espectro:

- Se usan frecuentemente para aplicaciones superficiales y foliares cuando se requiere una mejor cobertura. En las aplicaciones superficiales el rango de presión recomendado es de 15 a 30 PSI (1 a 2 bares). Las aplicaciones foliares requieren gotas menores para incrementar la cobertura, así como presiones de 30 a 60 PSI (2 a 4 bares).
- Con una disminución de la presión y un aumento de los caudales se obtienen gotas más resistentes a la deriva. Las presiones mayores de 30 a 40 PSI (2 a 3 bares) producen gotas más finas, las que son más propensas a la deriva.
- Las boquillas deben colocarse de modo que los patrones se traslapen un mínimo de 30% en cada borde del patrón de aspersión.



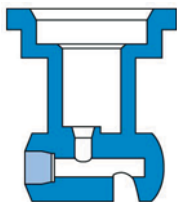
Boquilla de abanico plano de amplio espectro

3. Boquillas de abanico plano con preorificio

Las boquillas de abanico plano con preorificio reducen la presión de trabajo internamente y producen gotas más grandes que las boquillas de abanico plano convencionales. El preorificio de la boquilla restringe la cantidad de líquido que entra a la boquilla y crea una caída de presión a través de la punta. Se produce una menor cantidad de gotas propensas a la deriva y la uniformidad del patrón de aspersión es excelente. Las boquillas con preorificio están disponibles en versiones de abanico plano y de inundación resistente a las obstrucciones.

Uso de las boquillas de preorificio:

- Las versiones de abanico plano operan a presiones entre 15 y 90 PSI (1 a 6 bares), requieren un mínimo de 30% de traslape en el borde de cada patrón de aspersión y deben ser montadas de modo que el ángulo de pulverización prefijado esté dispuesto en una dirección contraria de la dirección de avance.
- Las versiones de abanico plano son ampliamente utilizadas para la aplicación de productos de post-emergencia.
- En comparación con las boquillas de abanico plano de amplio espectro, la deriva se puede reducir hasta en un 50%.
- Lleve consigo algunas boquillas de repuesto. Las boquillas de preorificio son más difíciles de limpiar que las convencionales, y no están hechas para ser limpiadas en el campo. Si fuera necesario realizar una limpieza en el campo, mantenga un pequeño cilindro de aire comprimido a bordo del pulverizador.



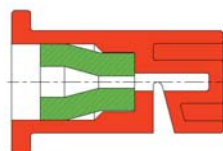
Boquillas de Abanico plano con pre orificio

4. Boquillas de inundación

Las boquillas de inundación producen un patrón de aspersión de abanico plano granangular. Los cambios de presión afectan más el ancho del patrón de aspersión que en el caso de las boquillas de abanico plano de amplio espectro.

Uso de las boquillas de inundación:

- La mejor distribución se logra cuando las boquillas se montan con un traslape del 100% o doble (lo que significa que el borde de un patrón de aspersión se extiende hasta el centro de la boquilla adyacente) a la menor presión de trabajo posible.
- Las boquillas se pueden montar de modo que pulvericen en cualquier dirección, pero la posición de montaje tendrá una influencia sobre la distribución. Si se pulveriza hacia abajo, rotar las boquillas 30° a 45° hacia arriba a partir del plano horizontal facilitará la uniformidad a presiones de trabajo del rango de 10 a 30 PSI (.7 a 2 bares).
- A bajas presiones, las boquillas de inundación producen gotas grandes. A altas presiones, se producen gotas más pequeñas – incluso más pequeñas que las boquillas de abanico plano con un caudal equivalente.
- En comparación con las boquillas de abanico plano de amplio espectro, la deriva puede disminuir hasta un 50%.
- Las versiones de inundación de preorificio operan a presiones de 10 a 40 PSI (.7 a 2.8 bares), requieren un mínimo de 30% de superposición en el borde de cada patrón de aspersión, y pueden montarse en una amplia gama de posiciones para pulverizar en cualquier dirección.
- Las versiones de inundación son apropiadas para aplicaciones al suelo, sobre todo cuando se aplica una mezcla de fertilizantes y herbicidas.

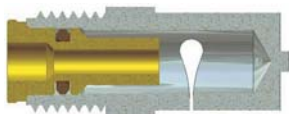


Boquillas de Inundación

5. Boquillas para aplicaciones especiales

Existen muchas variantes de los tipos básicos de boquillas, así como muchos tipos de boquillas para aplicaciones especiales. Obviamente, la elección dependerá de los requisitos de la aplicación planificada.

- Entre las variantes de las boquillas estándar se encuentran las de doble chorro, las granangulares y de ángulo extra ancho, de doble salida de chorro plano, y de chorro plano uniforme.
- Las boquillas sin barra son diseñadas para asperjar áreas de difícil acceso para el pulverizador de barra. Normalmente se utilizan patrones de aspersión de pulverización plana y pulverización plana extra ancha, con vistas a obtener un cordón ancho.
- Las boquillas de cono hueco están disponibles en forma de discos o de núcleos para la pulverización de pesticidas para presiones y caudales altos. Las boquillas de cono hueco estándar producen una pulverización finamente atomizada, y comúnmente se utilizan para pulverizar herbicidas de contacto de post-emergencia, fungicidas e insecticidas. También están disponibles las versiones granangulares.
- Las boquillas de cono lleno producen un patrón de aspersión de gotas gruesas y están disponibles en patrones de aspersión estándar y granangulares. Estas boquillas pueden utilizarse para la pulverización al voleo, así como en algunas aplicaciones en bandas.
- Las boquillas de chorro sólido proporcionan de uno a siete chorros sólidos. Frecuentemente se utilizan para la aplicación de fertilizantes líquidos.



Boquillas sin barra

Selección de la boquilla de pulverización apropiada



Estas son las preguntas que debemos hacernos:

1. ¿Qué estamos pulverizando?
2. ¿Qué tipo de pulverización estamos realizando?
3. ¿Cuál es la tolerancia a la deriva?
4. ¿Cuánto pesa la solución a pulverizar?
5. ¿Cuál es el rango de presión del pulverizador?
6. ¿Cuál es la distancia entre las boquillas en la barra?
7. ¿Cuál es la altura de la barra?
8. ¿Cuál es el mejor material para las boquillas?
9. ¿Quién es el fabricante de las boquillas y por qué esto es importante?



Existe un motivo para que haya docenas de tipos distintos de boquillas en cientos de tamaños, capacidades y materiales diferentes. Cada boquilla ha sido diseñada para que logre un determinado rendimiento sobre la base de *qué* estamos pulverizando, *cuándo* estamos pulverizando y *cómo* estamos pulverizando.

Podemos caer en la tentación de no prestar atención al papel que pueden desempeñar las boquillas de pulverización en el éxito total de la temporada de pulverización, simplemente porque son un componente pequeño y relativamente barato. Sin embargo, una selección inadecuada de las boquillas de pulverización o el uso de boquillas que no funcionen a su nivel máximo de desempeño puede conducir a la necesidad de volver a pulverizar o a una reducción en el rendimiento – dos problemas que ningún usuario tiene por qué enfrentar.

No debemos minimizar la importancia de analizar cuidadosamente los objetivos que perseguimos con la pulverización y de estudiar las opciones a nuestra disposición. Es una pequeña inversión en tiempo que nos ayudará a obtener el mayor éxito posible. Lo primero que debemos hacer es revisar los requisitos de la pulverización que vayamos a emprender y tener a la mano múltiples juegos de boquillas para poder satisfacer las diversas necesidades que se nos presenten.

1. ¿Qué estamos pulverizando?

¿Herbicidas, fungicidas o insecticidas? ¿Incorporados al suelo, de pre-emergencia o de post-emergencia? Si son de post-emergencia, ¿son de contacto o sistémicos? ¿Se trata de un polvo humectable, un concentrado emulsionable o fluido? ¿Se utilizará una combinación de dos o más agroquímicos?

2. ¿Qué tipo de pulverización estamos realizando?

- ¿al voleo?
- ¿en bandas?
- ¿dirigida?
- ¿asistido por aire?

Una vez respondidas estas preguntas básicas, estaremos en condiciones de comenzar. Consulte las tablas de las páginas 38 – 41 para obtener información sobre los tipos de boquillas recomendadas. Otra útil fuente de datos sobre los tipos de boquillas es la etiqueta de los pesticidas. Además de la información sobre los tipos de boquillas recomendados, en la etiqueta de muchos productos agroquímicos aparecen datos sobre los galones por acre (GPA) o litros por hectárea (l/ha) y la distancia entre las boquillas.

3. ¿Cuál es la tolerancia a la deriva?

Si su respuesta a cualquiera de las siguientes preguntas es afirmativa, le sugerimos analizar la posibilidad de usar boquillas de baja deriva.

- ¿La pulverización se realizará cerca de áreas residenciales?
- ¿Junto al área de pulverización hay otros cultivos o plantas ornamentales?
- ¿Le preocupa el impacto que la pulverización pueda tener sobre el medio ambiente?
- ¿Ha recibido quejas relacionadas con la deriva en el pasado?
- ¿Debido a limitaciones de tiempo, está obligado a pulverizar en condiciones que no son las ideales?

La selección de una boquilla que reduzca el potencial de deriva requiere una buena comprensión de su relación con el tamaño de las gotas.

Relación entre el tamaño de las gotas y la deriva

Todas las boquillas producen una gama de tamaños de gota dentro de un determinado patrón de aspersión. Para determinar el rango de tamaños de gota producidos por una boquilla, generalmente se aplican tres mediciones.

- $D_{V0.1}$, es un valor en el cual el 10% del volumen total o masa de líquido pulverizado está formado por gotas de un diámetro menor o igual a este valor. Por ejemplo, si se señala que el $D_{V0.1}$ es de 100 micrones, esto significa que sólo 10% del volumen de la pulverización está contenido en gotas de menos de 100 micrones. El 90% restante del volumen de la pulverización está contenido en gotas de más de 100 micrones.
- $D_{V0.5}$, también conocido como DPV (Diámetro Promedio en Volumen), es un valor en el cual el 50% del volumen total o masa de líquido pulverizado está formado por gotas de un diámetro mayor que el valor promedio, y el 50% por gotas de un diámetro menor que el valor promedio. Por ejemplo, si se señala que el DPV es de 250 micrones, esto significa que el 50% del volumen de la pulverización está contenido en gotas tanto mayores como menores de 250 micrones.
- $D_{V0.9}$, es un valor en el cual el 90% del volumen total o masa del líquido pulverizado está formado por gotas de un diámetro menor o igual a ese valor. Por ejemplo, si se señala que el $D_{V0.9}$ es de 500 micrones, esto significa que el 90% del volumen de la pulverización está contenido en gotas de 500 micrones o menores. Sólo el 10% del volumen está contenido en gotas de más de 500 micrones.

Al revisar los datos de clasificación del tamaño de las gotas, asegúrese de verificar qué normas se están utilizando. Las normas punteras de cumplimiento son las especificaciones del BCPC (antes conocido como Consejo Británico para la Protección de Cultivos) y la norma S572 de la ASAE.

La información sobre la clasificación según el tamaño de las gotas que ofrecen los fabricantes de boquillas está basada en la utilización de productos a diversas presiones. Este sistema de clasificación también se utiliza en los datos de las etiquetas de los agroquímicos para indicar el uso apropiado del producto con vistas a garantizar su eficacia.

Estudios sobre la deriva

En los últimos años, el tema de la deriva ha alcanzado un gran interés, por lo que se han realizado muchos estudios encaminados a documentar el potencial de deriva de distintos tipos de boquillas a diversas presiones de trabajo. Sin embargo, la realización de estudios sobre el tema puede ser complicada y costosa, además de que están en uso varias metodologías diferentes. La metodología que se utilice influye en los resultados que se obtienen. Es por eso que es muy importante comprender esas diferencias al comparar datos sobre deriva proporcionados por distintos fabricantes u obtenidos en estudios realizados por distintos grupos de investigación. No se deben realizar comparaciones directas entre:

- **Estudios de campo** – Los estudios de campo son costosos y difíciles de realizar, pero se considera que los datos obtenidos por estos estudios son los más confiables, ya que se evalúan condiciones reales de pulverización.
- **Estudios de laboratorio** – En estos estudios se utiliza una diversidad de dispositivos de recolección y concentraciones de los colorantes. La técnica usa diversos dispositivos de recolección sofisticados en un ambiente creado en el laboratorio que replica la pulverización de campo tan exactamente como sea posible.
- **Prueba de túnel aerodinámico** – Se utiliza papel sensible al agua para recolectar y observar la deriva. El uso de túneles aerodinámicos y papel sensible al agua aporta los resultados menos precisos, además de que no existen directivas claras sobre precisión y repetibilidad.

Al evaluar los datos sobre deriva, es importante que se lea el informe de ensayo en su totalidad. Algunas compañías extraen información selectivamente para que sus boquillas parezcan mejores y/o hacen comparaciones no válidas entre distintos tipos de boquillas.

Conceptos claves sobre la deriva

Si usted ha llegado a la conclusión de que la deriva debe ser motivo de atención, tenga en cuenta los siguientes conceptos:

- Los factores que ejercen una mayor influencia sobre la deriva son las condiciones meteorológicas, el montaje del pulverizador y la elección de las boquillas.
- Reduzca la proporción de gotas pequeñas en la pulverización. Esto se puede lograr utilizando boquillas de pulverización que produzcan gotas gruesas a la presión de trabajo deseada.
- Proteja la pulverización del viento ajustando la altura de la barra y la cubierta. Generalmente se recomienda que la altura de la barra sea poca para reducir la deriva. Las cubiertas, conos y otros elementos de protección también pueden servir para reducir la deriva, pero pueden ser costosos y no siempre se ajustan a todos los pulverizadores.
- Diluya la solución de pulverización si la información contenida en la etiqueta del agroquímico lo permite. El uso de mayores volúmenes del portador reduce la deriva, puesto que se necesita usar boquillas más grandes para aplicar tales volúmenes, con lo que se obtiene una pulverización menos propensa a la deriva. Además, por ser mayor el volumen, la solución de pulverización estará más diluida, por lo que la deriva contendrá una menor cantidad de ingredientes activos y un menor potencial de daño.
- Seleccione la boquilla apropiada para la velocidad de avance deseada. Una velocidad de avance más elevada generalmente requiere el uso de boquillas de mayor caudal, las que generan gotas más gruesas y reducen el potencial de deriva.
- Revise los ingredientes activos de sus herbicidas e insecticidas y haga los ajustes necesarios para minimizar el vapor y la deriva de pulverización.
- Las gotas más grandes reducen el potencial de deriva, pero pueden tener un impacto negativo sobre la efectividad del producto. Los insecticidas, fungicidas y herbicidas de contacto de poca o ninguna actividad sistémica generalmente necesitan que las gotas sean pequeñas para garantizar una cobertura total. Los materiales sistémicos que se mueven entre las plantas pueden hacer uso de gotas mayores.

Directrices generales:

- Gotas finas: Utilizarlas en aplicaciones de contacto de post-emergencia que requieran una excelente cobertura de la superficie de las hojas.
- Gotas medianas: Utilizarlas para herbicidas de contacto y sistémicos, herbicidas de pre-emergencia aplicados en superficie, insecticidas y fungicidas.
- El tamaño de la gota variará según la presión. En términos generales, mientras más pequeña sea la boquilla y mayor sea la presión de pulverización, menores serán las gotas y mayor la proporción de gotas con tendencia a derivarse.
- Una boquilla de mayor capacidad producirá gotas más gruesas.
- Un ángulo de abanico más ancho producirá gotas más finas.
- Siempre pulverice según las exigencias de la situación. La pulverización convencional es eficaz en determinadas condiciones. Las estrategias de baja deriva son apropiadas para perímetros exteriores o cuando el viento es más fuerte de lo normal.

4. ¿Cuánto pesa la solución a pulverizar?

Los cálculos que aparecen en los catálogos de las boquillas de pulverización están basados en un agua de pulverización que pesa 8.34 libras por galón americano ó 1 kg por litro. Aplique los factores de conversión (FIGURA 12) cuando utilice soluciones más pesadas o más ligeras que el agua. Multiplique los GPM o GPA deseados (l/min. o l/ha) de solución por el factor de conversión del caudal de agua (FIGURA 13). A continuación, convierta los GPM o GPA (l/min. o l/ha) para seleccionar el tamaño apropiado de la boquilla.

Libras por galón	Kilogramos por litro	Factor de conversión
7.0 lbs./gal.	.84	.92
8.0 lbs./gal.	.96	.98
8.34 lbs./gal.	1.00 – Agua	1.00
9.0 lbs./gal.	1.08	1.04
10.0 lbs./gal.	1.20	1.10
10.65 lbs./gal.	1.28 – 28% Nitrogeno	1.13
11.0 lbs./gal.	1.32	1.15
12.0 lbs./gal.	1.44	1.20
14.0 lbs./gal.	1.68	1.30

FIGURA 12: Tablas de conversión de la densidad

$$\text{GPA (solución)} \\ \times \text{Factor de conversión} \\ = \text{GPA (agua)}$$

$$\text{l/ha (solución)} \\ \times \text{Factor de conversión} \\ = \text{l/ha (agua)}$$

FIGURA 13: Fórmulas de conversión de la densidad

5. ¿Cuál es el rango de presión del pulverizador?

Para obtener resultados óptimos, siempre opere las boquillas a la mitad del rango de presión recomendado. Regular las boquillas a la mitad del rango de presión del pulverizador proporciona una mayor flexibilidad para realizar ajustes en la velocidad o cambios en el terreno, sobre todo cuando se usa un regulador de caudal automático. La reducción de las presiones de pulverización por debajo del valor mínimo de régimen traerá como resultado un patrón de aspersión deficiente.

6. ¿Cuál es la distancia entre las boquillas en la barra?

El tamaño requerido de la boquilla dependerá de muchos factores, entre los que se encuentra la dosificación deseada, la velocidad de avance y la distancia entre las boquillas. Para cada tipo de boquilla y ángulo de pulverización, el fabricante recomienda determinadas alturas de pulverización y distancia entre las boquillas. Las distancias más comunes son de 20" (50 cm.) y 30" (75 cm.). Esta información también se puede encontrar en la etiqueta del producto agroquímico.

7. ¿Cuál es la altura de la barra?

Por lo general, cuando la barra se sitúa a poca altura se obtienen mejores resultados, siempre y cuando se logre un apropiado traslape de las boquillas de pulverización. En términos generales, las boquillas con ángulos de abanico de 110° pueden usarse a menores alturas de la barra que las de ángulos de abanico de 80°. Una altura baja de la barra reduce la deriva y mejora la cobertura. Una mayor altura de la barra aumenta el traslape de las boquillas y puede ayudar a mantener una buena uniformidad en el patrón cuando se utilizan boquillas de baja deriva.

8. ¿Cuál es el mejor material para las boquillas?

Para determinar cuál es el mejor material para su aplicación, es necesario saber qué agroquímicos se van a pulverizar y calcular mentalmente una duración aceptable de la vida útil de las boquillas (en horas de pulverización). Puede resultar ventajoso seleccionar boquillas hechas de materiales resistentes al desgaste. El costo inicial puede ser mayor, pero como su vida útil será más larga, la diferencia en el costo será compensada con el tiempo. Por otra parte, según sean los requisitos de la aplicación, puede ser que se necesiten distintos tipos de boquillas de pulverización fabricadas con distintos materiales. ***Nota: Nunca mezcle distintos tipos de boquillas o distintos materiales en la barra. Utilice siempre boquillas idénticas.***

Directrices para la selección de los materiales

- Los materiales resistentes al desgaste, como puede ser la cerámica, mantienen un caudal constante durante un período de uso mayor.
- El latón se desgasta rápidamente. Una boquilla de latón puede experimentar un incremento del caudal de 10 a 15% al cabo de 50 horas de uso, en dependencia del producto que se esté pulverizando.
- El material plástico con insertos de acero inoxidable o cerámica es más barato que el acero inoxidable y dura más que el latón.
- En algunos casos, el plástico puede ser más frágil que otros materiales y puede dañarse más fácilmente. Sin embargo, gracias a los avances en las técnicas de producción y si se trata con el cuidado apropiado, la esperanza de vida útil de las boquillas plásticas puede ser bastante buena. De hecho, en algunos diseños, las boquillas plásticas pueden durar tanto como las de acero inoxidable y hasta más que éstas últimas.
- El acero inoxidable es más duradero que el latón.
- La cerámica es el material más duradero.

Comparación de la vida útil de los materiales de las boquillas

- Plástico: dos a tres veces mayor que el latón. Cuatro a seis veces mayor que el latón en algunos diseños de boquillas plásticas.
- Acero inoxidable: cuatro a seis veces mayor que el latón.
- Cerámica: 20 a 50 veces mayor que el latón.

9. ¿Quién es el fabricante de las boquillas y por qué esto es importante?

Como hemos señalado anteriormente, debido a que las boquillas de pulverización son tan pequeñas, es posible que las veamos como componentes sencillos. Sin embargo, las boquillas de pulverización son componentes de precisión de una alta tecnología, por lo que debemos interesarnos por quién es el fabricante y cuáles son sus capacidades. A continuación presentamos una lista de las credenciales que debemos buscar:

Enfoque en la tecnología de pulverización agrícola y de céspedes.

¿El fabricante se dedica fundamentalmente a la producción de boquillas de pulverización y equipos relacionados? ¿La producción de boquillas de pulverización es su mercado principal o simplemente una oferta “complementaria”? Los fabricantes cuyo interés primordial está centrado en esta actividad invierten más en investigaciones y desarrollo, control de la calidad y apoyo a la misma que aquellos que producen boquillas de pulverización como un rubro auxiliar o secundario.

Experiencia, pericia y voluntad de compartir conocimientos.

El productor debe tener una trayectoria de probada eficiencia en la esfera – preferiblemente de varias décadas. La compañía también debe ser capaz de demostrar su dominio de la tecnología y de las tendencias cambiantes, introduciendo nuevos productos periódicamente.

¿La compañía comparte sus conocimientos e invierte en hacer del comprador un cliente conocedor? La función de los catálogos, publicaciones técnicas y sitios web de la compañía no es sólo vender los productos: éstos deben servir de ayuda al comprador para mejorar la calidad y eficiencia de la aplicación de los productos agroquímicos.

Dimensiones. ¿Cuántas boquillas de pulverización produce el fabricante anualmente? ¿Cuánto espacio se dedica a la producción de las boquillas de pulverización dentro de la actividad industrial de la compañía? Frecuentemente éstos son buenos indicadores de la calidad. Los fabricantes que producen boquillas de poca calidad no tendrán el mismo nivel de demanda que los que elaboran productos de una calidad superior.

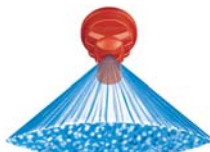
Compromiso. ¿El fabricante participa activamente en la comunidad internacional de productores de boquillas? ¿Participa en convenciones y es miembro de comisiones técnicas? ¿Realiza investigaciones y comparte los resultados con los miembros de la industria para mejorar la tecnología de las boquillas? Estos aspectos son indicativos de un largo compromiso con la industria y el medio ambiente, lo que en última instancia aumenta el valor del producto que usted adquiere.

Selección de la boquilla de pulverización apropiada

	Herbicidas			
	Incorporado al suelo	De pre-emergencia	De post-emergencia	
			De contacto	Sistémico
De chorro plano y amplio espectro			Excelente	Buena
De chorro plano y amplio espectro <i>a presiones inferiores a 30 PSI (2 bares)</i>	Buena	Buena	Buena	Muy buena
Granangular de chorro plano con preorificio			Muy buena	Muy buena
Granangular de chorro plano y preorificio <i>a presiones inferiores a 30 PSI (2 bares)</i>	Buena	Buena	Buena	Excelente
De chorro plano por aire inducido	Muy buena	Muy buena	Buena	Excelente
De doble chorro plano			Excelente	
Granangular de inundación con preorificio	Excelente	Excelente		Muy buena



Boquilla de abanico plano de amplio espectro



Boquilla de abanico plano de ángulo ancho con pre-orificio



Boquilla de abanico plano de aire inducido

Selección de la boquilla de pulverización apropiada

Fungicidas		Insecticidas	
De contacto	Sistémico	De contacto	Sistémico
Excelente	Buena	Excelente	Buena
Buena	Muy buena	Buena	Muy buena
Muy buena	Muy buena	Muy buena	Muy buena
Buena	Excelente	Buena	Excelente
Buena	Excelente	Buena	Excelente
Excelente		Excelente	
	Muy buena		Muy buena



Boquilla de abanico plano de doble chorro



Boquilla de inundación de ángulo ancho con pre-orificio

Selección de la boquilla de pulverización apropiada

		Herbicidas		
		De pre-emergencia	De post-emergencia	
			De contacto	Sistémico
En bandas	De chorro plano uniforme por aire inducido	Excelente	Buena	Excelente
	De chorro plano uniforme	Buena	Muy buena	Buena
	De doble chorro plano uniforme		Excelente	
Pulverización dirigida	De chorro plano uniforme por aire inducido	Muy buena	Buena	Excelente
	De chorro plano uniforme	Buena	Buena	Buena
	De doble chorro plano uniforme		Muy buena	
	De chorro plano por aire inducido		Buena	Excelente
	De cono hueco		Excelente	
Asistido por aire	De cono hueco		Excelente	Buena



Boquilla de abanico plano con bordes rectos



Boquilla de abanico plano de aire inducido con bordes rectos

Selección de la boquilla de pulverización apropiada

Fungicidas		Insecticidas	
De contacto	Sistémico	De contacto	Sistémico
Buena	Excelente	Buena	Excelente
Muy buena	Buena	Muy buena	Buena
Excelente		Excelente	
Buena	Excelente	Buena	Muy buena
Buena	Buena	Buena	Buena
Muy buena		Muy buena	
Buena	Excelente	Buena	Excelente
Excelente		Excelente	
Excelente	Buena	Excelente	Buena



Boquilla de abanico plano de doble chorro con bordes rectos



Boquilla de cono hueco

Consulte a los expertos

El presente folleto contiene una impresionante cantidad de información útil. El objetivo del folleto es instruirlo y guiarlo a través del proceso de selección de las boquillas de pulverización para que usted haga la mejor elección posible. Sin embargo, este proceso es complejo, debido a la gran cantidad de variables que intervienen en el mismo. Le recomendamos que consulte a los expertos en boquillas de pulverización, los que lo pueden ayudar durante el proceso de selección validando las decisiones que usted tome.

Recursos locales: Las extensiones universitarias y del condado siempre estarán deseosas de ayudar. Contacte a su personal y solicite las publicaciones recientes sobre equipos de pulverización. Estas agencias no tienen preferencias por un fabricante u otro.

Investigaciones de terceros: Amplíe el alcance de sus conocimientos. Existen algunos investigadores sobre el tema que gozan de gran respeto y publican datos técnicos periódicamente. Consulte a su extensión universitaria local para obtener información adicional, o bien haga su propia investigación en Internet. En <http://www.asae.org/> podrá encontrar una gran variedad de artículos.



Fuentes del gobierno: No deben pasarse por alto los departamentos de agricultura del estado, nacionales o internacionales. La Fuerza de Tarea contra la Deriva de Pulverización (<http://www.agdrift.com>), la Agencia de Protección al Medio Ambiente (<http://www.epa.gov>) y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (<http://www.usda.gov>) son otras instituciones que también tienen información para compartir.

Productores de agroquímicos y boquillas de pulverización: Estas compañías pueden ser una buena fuente de información. Sin embargo, se debe recordar que su objetivo es hacer que usted compre los productos, por lo que hay que estar alertas con respecto a su imparcialidad. Algunas compañías invierten en la instrucción de los clientes con vistas al mejoramiento de la industria, pero se debe ser cauteloso con las investigaciones patrocinadas por fabricantes. Normalmente los fabricantes no publican investigaciones que no presenten a sus propios productos de manera positiva.

Hacer del mantenimiento una prioridad

Los productos agroquímicos sólo pueden

ser eficaces si se aplican correctamente. Esto significa en primer lugar la selección de la boquilla de pulverización apropiada, y luego garantizar su óptimo funcionamiento. Parece sencillo, ¿no? Pero en la vida real, garantizar el funcionamiento adecuado de las boquillas de pulverización puede ser un reto. Veamos por qué.

Las boquillas de pulverización no son eternas. Sin embargo, es extremadamente difícil detectar el desgaste debido a que el mismo puede no ser visible. Un desgaste de 10, 20 y hasta 30% no será perceptible a simple vista. Se necesitan equipos ópticos especiales para poder ver los cambios que se producen en el tamaño del orificio. Es por eso que en vez de confiar en la inspección visual, lo que debemos hacer es comparar el caudal de una boquilla usada con el de una nueva que sea del mismo tipo y tamaño.

- Compruebe el caudal utilizando un recipiente recolector graduado, un cronómetro y un manómetro fijado a la punta de la boquilla.
- Compare los caudales. Si el caudal de la boquilla usada es mayor en un 10% o más, reemplácela.
- Un exceso de 10% en la aplicación de agroquímicos en un terreno de 1 000 acres (247 hectáreas) asperjado dos veces podría representar una pérdida de entre \$2 000 y \$10 000 (U.S.) según los precios actuales de los agroquímicos. Y en esta cifra no se incluyen el combustible, el desgaste de las maquinarias, el tiempo / mano de obra ni los daños a los cultivos.

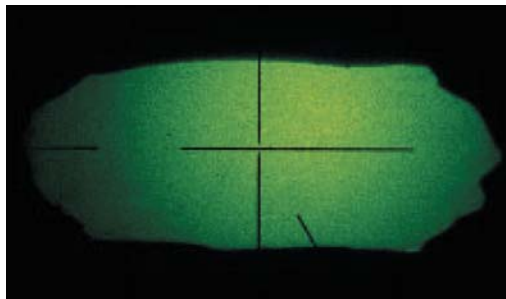
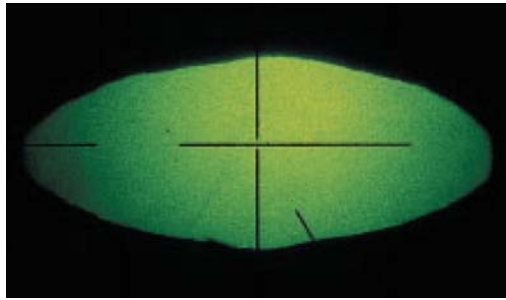
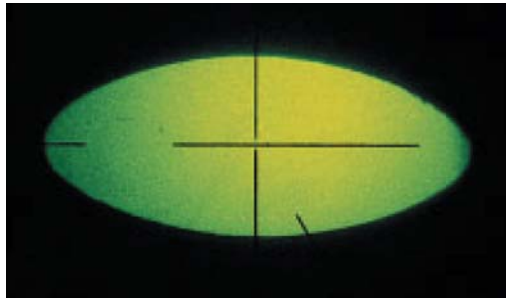
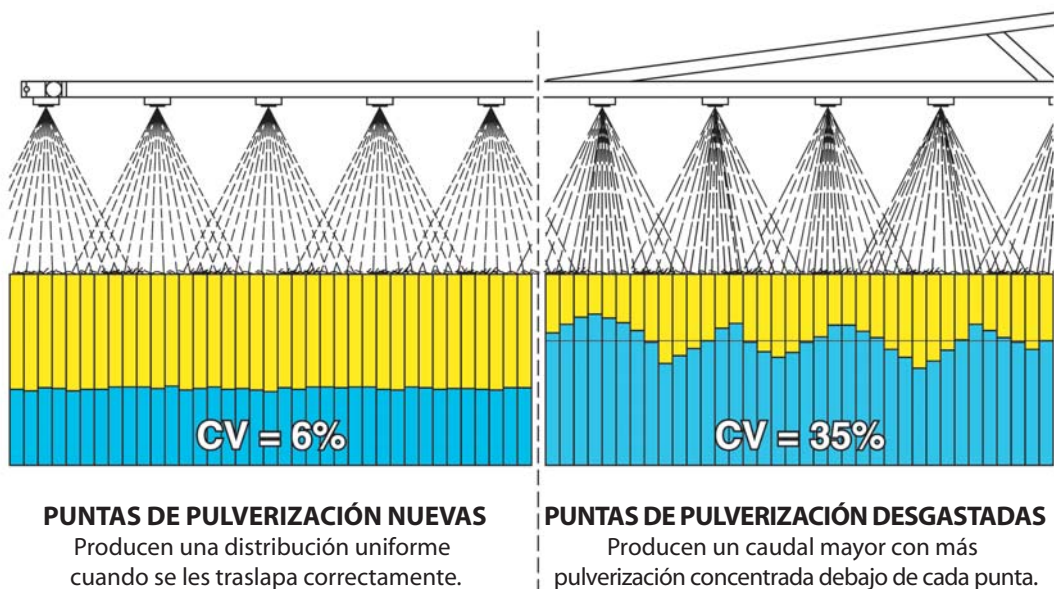


FIGURA 14: Vista interior del desgaste y daño del orificio de una boquilla. Boquilla nueva (arriba), boquilla desgastada (centro) y boquilla dañada (abajo)

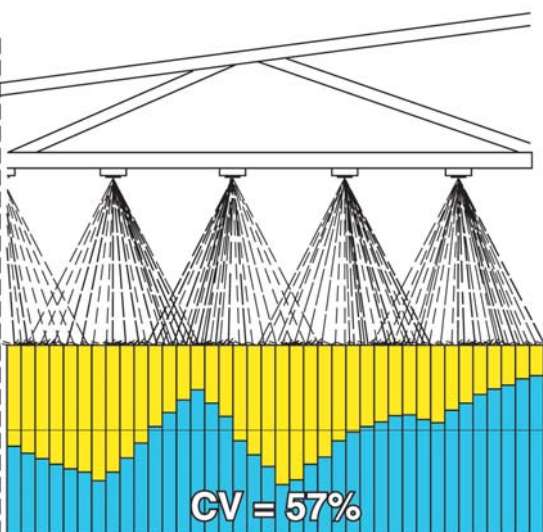
- Si usted considera que sus boquillas de pulverización se están desgastando muy rápidamente, valore la posibilidad de utilizar materiales de mayor durabilidad.

Antes de reemplazar las boquillas de pulverización a causa del desgaste, es sumamente importante mantenerlas en buenas condiciones de funcionamiento. Las variaciones en la distribución de la pulverización, el tamaño de las gotas o el caudal pueden reducir la eficacia de la aplicación.

- Es importante limpiar correctamente las boquillas obstruidas. Para limpiarlas, utilice un cepillo de cerdas suaves o aire comprimido. Nunca utilice objetos metálicos.
- Sea sumamente cuidadoso con los materiales más blandos de la punta, por ejemplo el plástico.
- Asegúrese de usar filtros apropiados para minimizar las obstrucciones.



¿Qué es el Cv? El coeficiente de variación es un método estadístico de amplia aceptación a nivel mundial que se utiliza para determinar la uniformidad de la pulverización producida por las boquillas situadas en una barra de pulverización. Mientras menor sea el Cv, mayor será la calidad de la distribución. Para distribuciones extremadamente uniformes, el Cv puede ser inferior o igual a 7%. En algunos países, las boquillas deben cumplir especificaciones de Cv muy estrictas, mientras que en otros países se exige una evaluación anual de la distribución del pulverizador. Estas regulaciones hacen hincapié en la importancia de la calidad de la distribución y su efecto en la eficacia de los agroquímicos. Ver más información en la tabla que aparece a continuación.



PUNTAS DE PULVERIZACIÓN DAÑADAS

Producen un perfil muy irregular – sobre aplicación y aplicación insuficiente.

La calibración del pulverizador garantiza un funcionamiento óptimo

Usted puede pensar que ya está listo para empezar a pulverizar, pero aún necesita calibrar su pulverizador. El tiempo que invierta no será tiempo perdido, puesto que la calibración del pulverizador lo ayudará a evitar tener que repetir la pulverización.

Comience por medir la velocidad de avance

Verifique la velocidad del tractor / pulverizador. No confíe en aparatos electrónicos. Compruebe qué tiempo le toma desplazarse a lo largo de una franja de 30, 60 o 90 mts. (En la FIGURA 15 aparecen algunas velocidades frecuentemente utilizadas.)

- Realice la prueba en el área que será asperjada o en un área de similar superficie, y seleccione los ajustes del acelerador y las RPM que se utilizarán en la pulverización.
- Se pueden utilizar postes o estacas como marcas permanentes.
- El punto de partida debe estar situado a suficiente distancia de la meta para que el tractor o el pulverizador puedan alcanzar la velocidad de pulverización deseada.
- Mantenga esa velocidad de avance entre un señalizador y el próximo.
- Los resultados más precisos se obtienen con el depósito del pulverizador medio lleno.
- Calcule la velocidad real (FIGURA 16).



Velocidad en MPH	Tiempo requerido en SEGUNDOS para avanzar una distancia de: pies		
	100 Feet	200 Feet	300 Feet
1.0	68	136	205
1.5	45	91	136
2.0	34	68	102
2.5	27	55	82
3.0	23	45	68
3.5	19	39	58
4.0	17	34	51
4.5	15	30	45
5.0	14	27	41
5.5	—	25	37
6.0	—	23	34
6.5	—	21	31
7.0	—	19	29
7.5	—	18	27
8.0	—	17	26
8.5	—	16	24
9.0	—	15	23

Velocidad en Km/h	Tiempo requerido en SEGUNDOS para avanzar una distancia de: metros			
	30 m	60 m	90 m	120 m
5	22	43	65	86
6	18	36	54	72
7	15	31	46	62
8	14	27	41	54
9	—	24	36	48
10	—	22	32	43
11	—	20	29	39
12	—	18	27	36
13	—	17	25	33
14	—	15	23	31
16	—	14	20	27
18	—	—	18	24
20	—	—	16	22
25	—	—	13	17
30	—	—	—	14
35	—	—	—	12
40	—	—	—	11

FIGURA 15: Velocidades

$$\text{Velocidad (MPH)} = \frac{\text{Distancia (pies)} \times 60}{\text{Tiempo (segundos)} \times 88}$$

$$\text{Velocidad (km/h)} = \frac{\text{Distancia (m)} \times 3.6}{\text{Tiempo (segundos)}}$$

FIGURA 16: Cálculo de la velocidad

Consejos sobre la velocidad de avance

En términos generales, las velocidades bajas son mejores y producen resultados más uniformes. Las velocidades altas reducen la penetración en el follaje, incrementan la generación de polvo y pueden provocar problemas de deriva. Además, las velocidades altas pueden requerir boquillas más grandes, las que producen gotas gruesas que pueden reducir la cobertura del objetivo. Por otra parte, pueden provocar movimientos verticales y horizontales de la barra, lo que tendrá un impacto negativo en la cobertura total.

Anote la siguiente información

- Tipo de boquilla fijada a su pulverizador – todas las boquillas deben ser idénticas.
- Volumen de aplicación recomendado
- Velocidad del pulverizador ya calculada
- Distancia entre las boquillas

Calcule el caudal requerido de la boquilla

Consulte la etiqueta del producto agroquímico para asegurarse de que aplica el volumen correcto. A continuación, utilice la velocidad de avance de su pulverizador para calcular el caudal de las boquillas (FIGURA 17).

Fije la presión correcta

- Encienda el pulverizador y cerciórese de que no hay fugas.
- Limpie las boquillas y filtros según se requiera.
- Reemplace las boquillas y filtros con otros nuevos que sean idénticos.
- Determine la presión requerida para producir el caudal calculado a partir de la fórmula que aparece más arriba.
- Use los factores de conversión (página 33) para determinar el peso de la solución a pulverizar si éste es diferente del peso del agua.

$$\text{GPM} = \frac{\text{GPA} \times \text{MPH} \times \text{W}}{5,940}$$

GPM = caudal de la boquilla en galones por minuto

GPA = dosificación en galones por acre

MPH = velocidad de avance en millas por hora

W = distancia entre las boquillas en pulgadas para pulverización al voleo

$$\text{l/min} = \frac{\text{l/ha} \times \text{km/h} \times \text{W}}{60,000}$$

l/min = caudal de la boquilla en litros por minuto

l/ha = dosificación en litros por hectárea

km/h = velocidad de avance en kilómetros por hora

W = distancia entre las boquillas en centímetros para pulverización al voleo

FIGURA 17: Fórmulas de caudal de las boquillas

- Encienda el pulverizador; regule la presión.
- Recolecte y mida el volumen de pulverización de la boquilla nueva en un recipiente de recolección. Ajuste la presión hasta que se esté produciendo el caudal deseado en GPM (l/min.).

Revise el sistema

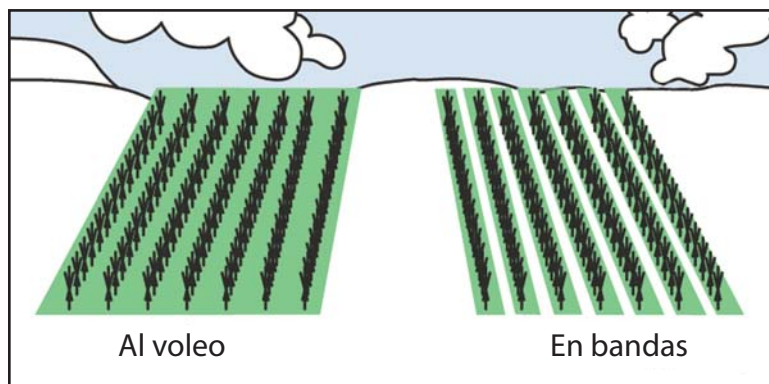
- Compruebe el caudal de algunas boquillas de cada sección de la barra.
- Si el caudal de alguna de las boquillas es un 10% mayor o menor que el de la boquilla nueva, vuelva a comprobar el caudal.
- Si una sola boquilla presenta este problema, reemplácela con una nueva (reemplace también el filtro si es necesario).
- Si una segunda boquilla también presenta este problema, reemplace todas las boquillas de la barra. La sustitución de sólo dos de las boquillas desgastadas podría provocar problemas de distribución.

Aplicaciones al voleo versus aplicaciones en bandas y dirigidas

Las instrucciones que acabamos de presentar se refieren a la calibración de un pulverizador para una aplicación al voleo. Para realizar aplicaciones en bandas o dirigidas, cambie el valor de “W” en la fórmula.

- Para la pulverización en bandas con una sola boquilla o aplicación sin barra pulverizadora: W = ancho de la pulverización en bandas o anchura del cordón en pulgadas o centímetros.
- Para aplicaciones dirigidas con boquillas múltiples: W = distancia entre líneas en pulgadas o centímetros dividida por el número de boquillas por fila o surco

Sea muy cuidadoso al realizar cálculos para aplicaciones en bandas o dirigidas. Asegúrese de leer la etiqueta del agroquímico cuidadosamente y de que comprende la dosificación que se especifica. Las dosificaciones se pueden indicar en Acres de Campo (Hectáreas de Campo) o Acres Tratados (Hectáreas Tratadas). Ver FIGURA 18.



Acres o hectáreas de campo =

**Total de acres (hectáreas)
a asperjar**

Acres o hectáreas tratadas =

$$\text{Acres (hectáreas) de campo} \times \frac{\text{Ancho de la banda (pulgadas o centímetros)}}{\text{Distancia entre líneas (pulgadas o centímetros)}}$$

FIGURA 18: Fórmulas para la pulverización al voleo o en bandas

Consideraciones finales. Resulta obvio que son muchos los factores que debemos tener en cuenta al elegir las boquillas de pulverización. Dentro de la totalidad del proceso, las boquillas puede que no nos parezcan tan importantes, puesto que normalmente una gran parte de nuestro dinero lo invertimos en equipos y productos agroquímicos. Sin embargo, una selección inadecuada de las boquillas puede tener un significativo impacto en esas otras inversiones. Lo instamos a que estudie esta guía y preste una cuidadosa atención a las boquillas que utiliza.





Spraying Systems Co.

North Avenue at Schmale Road
P.O. Box 7900
Wheaton, Illinois 60189-7900 USA

TeeJet[®]

Todos los derechos reservados. Total protección legal según la Convención Universal sobre Derecho de Autor, la Convención de Berna y otras leyes aplicables tanto nacionales como internacionales. Impreso en los Estados Unidos. Copyright © Spraying Systems Co. 2004.