

INFORMATIVO ^{Nº 59} INIA RAYENTUÉ

Proyecto FIC Transferencia de técnicas de manejo de rastrojos de Maíz, alternativas a la quema.
Proyecto financiado a través del Fondo de Innovación para la Competitividad del Gobierno Regional
de O'Higgins y su Consejo Regional, enmarcado en la Estrategia Regional de Innovación.
"La Innovación nos ayuda a crecer - Tecnología, Calidad y Sustentabilidad".



OPTIMIZACIÓN DE LA PULVERIZACIÓN DE PLAGUICIDAS EN EL CULTIVO DE MAÍZ



Patricio Abarca R.,
Ing. Agrónomo M.Cs.
Jorge Riquelme S.,
Ing. Agrónomo Dr.
Jorge Carrasco J.,
Ing. Agrónomo Dr.
**Instituto de Investigaciones
Agropecuarias (INIA)**

El uso de plaguicidas es una de las prácticas más habituales en la agricultura convencional, el no uso de ellos en muchos cultivos, perjudicaría considerablemente la productividad y calidad de los alimentos provenientes de ellos, principalmente por los daños ocasionados por plagas (insectos y ácaros), enfermedades (hongos, bacterias y virus), como también por las malezas.

Pese a que la pulverización de plaguicidas es una práctica frecuente en los predios agrícolas, este trabajo carece de eficiencia y presenta irregularidades en su uso. Los problemas recaen principalmente por el desconocimiento de la estrecha relación entre el equipo pulverizador, el cultivo, el plaguicida, las condiciones climáticas y el organismo a controlar.

La eficiencia y eficacia de las aplicaciones de plaguicidas en diversos cultivos, considera un conjunto de factores, donde la despreocupación de cualquiera de ellos, provocará que el

control sea deficiente, produciendo una alta contaminación ambiental y posible intoxicación al aplicador u otros trabajadores agrícolas.

Todos los plaguicidas aplicados a través de la labor de pulverización requieren de un equipo para ello, sin embargo, en un alto porcentaje de predios agrícolas no se realiza un programa de mantención, y muchos menos de regulación de pulverizadores, por lo cual, esta situación genera importantes pérdidas de producto a través de fugas, deriva, y uso de volúmenes sobre dimensionados. Todos estos problemas, son el reflejo del desconocimiento de quienes utilizan los plaguicidas, y de la ausencia de normativas que faciliten la eficiencia del uso de estas sustancias, como el mejoramiento de la información de etiquetas de plaguicidas, incorporación de inspecciones obligatorias de equipos de aplicación, entre otros.



2

MEJORAMIENTO DE LA EFICACIA DEL USO DE PLAGUICIDAS

Como se señaló anteriormente, la eficacia de las aplicaciones consta de una serie de factores que se deben contemplar a la hora de realizar una pulverización, entre ellos se mencionan:

a) Condiciones ambientales

Se recomienda que las pulverizaciones agrícolas al aire libre **nunca** se realicen cuando el viento sobrepase los 6,5 km/h, la humedad relativa sea inferior al 40% y la temperatura sea mayor a 25 °C. Condiciones desfavorables aumentan la deriva y una evidente contaminación ambiental.

Para el caso del viento, se debe observar la copa de los árboles, cuando las hojas y ramillas se mueven suave y constantemente, se estima una velocidad de 6 a 7 km/h aproximadamente.

b) Oportunidad de aplicación

Realizar las aplicaciones en momentos específicos de acuerdo al organismo a controlar y etapa fenológica del cultivo. El monitoreo es una herramienta clave en determinar el momento más apropiado. Para el caso del control de las malezas, cuando éstas presenten una condición adecuada según recomendaciones del asesor del cultivo de Maíz.



c) Plaguicida y dosificación

El uso del plaguicida debe dar cumplimiento a las Buenas Prácticas Agrícolas y contar con la autorización legal vigente para el cultivo y organismo que se desea controlar. Las dosis deben ser respetadas de acuerdo a indicaciones de la etiqueta.

d) Condición del cultivo

Cuando se realiza la aplicación de un plaguicida al cultivo de Maíz, los volúmenes deben ser estimados de acuerdo al tamaño de las plantas, densidad foliar, tipo de maquinaria y tipo de tratamiento. Cuando se aplica al suelo mullido o para el control de malezas, se deben respetar volúmenes indicados en las etiquetas y comprobar el cubrimiento de la aplicación con papeles hidrosensibles.

e) Inspección y regulación de los pulverizadores

La inspección y regulación debe realizarse al menos una vez al año, ello garantiza que todos los elementos y parámetros operativos de la maquinaria estén regulados para mejorar la eficacia de aplicación, disminuir la contaminación ambiental y reducir el índice de accidentabilidad e intoxicación de los operadores agrícolas.

f) Capacitación

La capacitación no sólo recae en los aplicadores, el conocimiento debe estar en toda la cadena involucrada en el uso de plaguicidas. Es fundamental que tanto los administradores de un predio agrícola, como sus tractoristas y operadores, se capaciten en el uso y manejo de un equipo pulverizador, como en la regulación del mismo, incorporando además conceptos de manejo seguro de la maquinaria.

REGULACIÓN DE PULVERIZADORES HIDRÁULICOS DE BARRA PARA EL CULTIVO DE MAÍZ

La regulación de pulverizadores, busca principalmente que los parámetros de la maquinaria, tanto del tractor como del equipo, se encuentren regulados para ajustar el volumen de aplicación correcto, y se aplique el plaguicida en forma uniforme y con buen cubrimiento en todo el cultivo.

Para regular un pulverizador hidráulico de barra (**Figura 1**) se debe considerar los siguientes parámetros:

a) Velocidad de avance

Dependerá de forma exclusiva de la marcha elegida y de las r.p.m. del motor. Para pulverizadores hidráulicos de barra, se recomienda usar al menos 450 r.p.m. a la Toma de Fuerza del tractor. Las velocidades dependiendo del tipo de tratamiento (en cultivo de maíz) varían entre 4 y 8 km/h.

b) Ancho de aplicación

Dependerá del número y separación de boquillas en la barra. Tanto para boquillas de cono vacío, como de abanico plano y abanico plano antideriva, la separación entre boquillas es de 0,5 m. Si se desea aplicar de forma dirigida a las plantas, se puede ubicar una boquilla de cono vacío sobre la hilera, y el ancho de separación de boquillas coincidiría con la distancia entre las hileras del cultivo.

c) Caudal promedio de boquillas

Dependerá del tamaño de boquillas y presión de trabajo. En una barra de aplicación, todas las boquillas deben ser del mismo tipo, tamaño y ángulo de aplicación.

Para aplicaciones de insecticidas, acaricidas y fertilizantes foliares al cultivo, se recomienda el uso de boquillas de cono vacío (**Figura 2**) con caudales entre 0,7 a 1,4 L/min a una presión de 5 bar, pudiéndose utilizar presiones hasta 14 bar. Para herbicidas se recomienda el uso de boquillas de abanico plano (**Figura 3**) o

4



Figura 1.
Pulverizador
hidráulico
de barra para
cultivos bajos
(Fuente:
Hardi, 2016).



Figura 2. Boquilla. de cono vacío de 80°.



Figura 3. Boquilla de abanico plano de 110°.

abanico plano antideriva, en herbicidas pre emergentes boquillas entre 1 a 1,6 L/min y para herbicidas post emergentes boquillas entre 0,6 a 1 L/min, con presiones desde 1,5 a 3 bar.

EJEMPLO DE REGULACIÓN DE UN PULVERIZADOR HIDRÁULICO DE BARRA

Se desea aplicar un herbicida residual pre emergente para el control de malezas en el cultivo de Maíz (previo a la siembra), la etiqueta del plaguicida indica aplicar una

dosis de **2 L/ha** y un volumen de **250 L/ha**. El tractor demora **16 segundos en recorrer 25 metros** y se utiliza boquillas de abanico plano, las cuales tienen un ancho de trabajo efectivo de 0,5 metros (a presiones entre 1,5 y 3 bar).

Con los datos anteriormente señalados, se debe determinar que caudal de boquilla es el más conveniente, considerando que las de abanico plano son las más eficientes para la aplicación de herbicidas en un pulverizador de barra. Para ello, se utiliza la siguiente ecuación:

$$q = \frac{Q \times v \times a}{600}$$

Donde:

q : Caudal promedio de boquilla (L/min)

Q : Volumen de aplicación (L/ha)

v : Velocidad de avance (km/h)

a : Separación entre boquillas (m)

600 : Factor de conversión de unidades

Para determinar la velocidad de trabajo, se debe marcar una distancia mínima de 25 metros y medir el tiempo que tarda el equipo en recorrer dicha longitud en condiciones reales de trabajo. Para obtener la velocidad de trabajo en km/h, se utiliza la siguiente ecuación:

$$v = \frac{d \times 3,6}{t}$$

Donde:

v : Velocidad de avance (km/h)

d : Distancia marcada (m)

t : Tiempo que demora el equipo (s)

Por lo tanto:

$$v = \frac{25 \text{ (m)} \times 3,6}{16 \text{ (s)}} = 5,6 \text{ (km/h)}$$

$$q = \frac{250 \text{ (L/ha)} \times 5,6 \text{ (km/h)} \times 0,5 \text{ (m)}}{600} = 1,17 \text{ (L/min)}$$



Con los datos entregados en el ejemplo, se determina que la boquilla de abanico más apropiada es una de color azul trabajada a 3 bar de presión, con un caudal teórico de 1,2 L/min (Ver **Tabla 1**).

Una vez seleccionada la boquilla adecuada, se ajusta la presión en el pulverizador y se comprueba el caudal descrito en el catálogo. Generalmente se observarán diferencias entre el caudal teórico y real (**Figura 4**).

Tabla 1. Caudales para boquillas de abanico plano de acuerdo a la clasificación de colores ISO (Fuente: Albuz, 2016).

6

Color boquilla	Presión (bar)	Presión (PSI)	Caudal (L/min)
Verde	1,5	21,75	0,42
	2	29	0,49
	2,5	36,25	0,54
	3	43,5	0,60
	3,5	50,75	0,64
	4	58	0,69
Amarilla	1,5	21,75	0,56
	2	29	0,66
	2,5	36,25	0,73
	3	43,5	0,80
	3,5	50,75	0,86
	4	58	0,91
Lila	1,5	21,75	0,71
	2	29	0,82
	2,5	36,25	0,91
	3	43,5	1,00
	3,5	50,75	1,08
	4	58	1,15

Color boquilla	Presión (bar)	Presión (PSI)	Caudal (L/min)
Azul	1,5	21,75	0,85
	2	29	0,98
	2,5	36,25	1,10
	3	43,5	1,20
	3,5	50,75	1,30
	4	58	1,39
Roja	1,5	21,75	1,13
	2	29	1,31
	2,5	36,25	1,46
	3	43,5	1,60
	3,5	50,75	1,73
	4	58	1,85
Marrón	1,5	21,75	1,14
	2	29	1,39
	2,5	36,25	1,61
	3	43,5	1,8
	3,5	50,75	1,97
	4	58	2,27



Figura 4. Medición del caudal individual de las boquillas en un pulverizador hidráulico de barra.

Como se observa en la Figura 4, se debe medir individualmente el caudal de todas las boquillas para posteriormente determinar el promedio. Si el caudal promedio real no se ajusta a lo requerido, se debe regular la presión de trabajo hasta el obtener los 1,17 L/mim. Para poder ajustar la presión de forma óptima, se debe contar con un manómetro con buen rango de visibilidad, para ello, la máxima graduación debe ser el doble de la presión máxima de trabajo, por ejemplo, si la presión máxima a utilizar será de 3,5 bar, el manómetro deberá tener un rango de 0 a 7 bar (**Figura 5**).

Una vez regulado el pulverizador con el volumen requerido, se debe determinar la cantidad adecuada de plaguicida a agregar al estanque, para ello, se utiliza la siguiente ecuación:



Figura 5. Manómetro adecuado para trabajar a presiones máximas de 3,5 a 4 bar.

$$CPE = \frac{CE \times D}{Q}$$

Donde:

CPE : Cantidad de plaguicida al estanque (L)

CE : Capacidad del estanque del pulverizador (L)

D : Dosis recomendada del plaguicida (L/ha)

Q : Volumen de aplicación real (L/ha)

Si el estanque del pulverizador tiene una capacidad máxima de 400 L, se determina:

$$CPE = \frac{400 (L) \times 2 (L/ha)}{250 (L/ha)} = 3,2 L$$

Para un estanque de 400 litros de capacidad, se debe agregar un total de 3,2 L (3 litros y 200 ml) de producto, cuando la dosis del producto es de 2 L/ha y se aplica un volumen total de 250 L/ha.

Una vez regulado el pulverizador se debe revisar y ajustar la posición de la barra, es decir horizontal respecto al suelo. Así también, se debe ajustar la altura de acuerdo al ángulo de aspersión de la boquilla (para boquillas de abanico de 110° su altura ade-

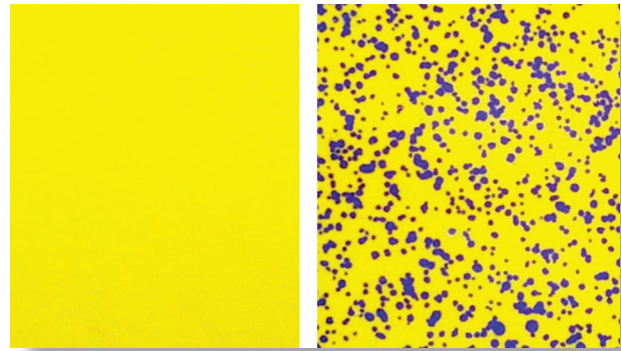


Figura 6. Papeles hidrosensibles para determinar cubrimiento de la pulverización. Antes de aplicar (izquierda). Posterior a la aplicación (derecha).

cuada es de 50 cm, para boquillas de 80° la altura será de 75 cm).

Finalmente, se debe determinar la calidad de la aplicación, la cual tiene estrecha relación con el tamaño y número de gotas aplicadas uniformemente en toda la superficie, lo que se denomina “cubrimiento”. Para determinar el cubrimiento de una aplicación se debe utilizar papeles hidrosensibles, los cuales son de color amarillo y se tiñen de azul al contacto con las gotas de la pulverización (Figura 6). La cantidad de gotas y su tamaño obedece exclusivamente al tipo de tratamiento, ya sean fungicidas, insecticidas, fertilizantes foliares, herbicidas, etc. (**Ver Tabla 2**).

Tabla 2. Tamaño de las gotas y cantidad mínima por unidad de superficie de acuerdo al tipo de tratamiento (Fuente: Ortiz-Cañavate y Hernanz, 1989).

Tratamiento	Tamaño (micras)	Cantidad (Nº/cm²)
Fungicidas	150 – 250	50 – 70
Insecticidas	200 – 350	20 – 30
Herbicidas de contacto	200 – 400	30 – 40
Herbicidas de preemergencia	400 – 600	20 – 30
Abonos líquidos	500 – 1.000	5 – 15