



USO SEGURO DE PLAGUICIDAS, DOSIFICACIÓN Y REGULACIÓN DE PULVERIZADORES

Patricio Abarca Ingeniero Agrónomo Mg.



**Cartilla divulgativa en el marco del Proyecto
"Mejoramiento de Resiliencia al Cambio Climático de la Pequeña Agricultura
en la Región de O'Higgins"
Chile**

Financia

Fondo de Adaptación al Cambio Climático

Ejecuta

Ministerio de Agricultura
Ministerio de Medio Ambiente
Instituto de investigaciones Agropecuarias (INIA)

Coordina

Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AGCID)
del Ministerio de Relaciones Exteriores

Director del Proyecto

Joaquín Arriagada Mujica, Seremi de Agricultura Región de O'Higgins

Autor

Patricio Abarca R.
Ingeniero Agronomo Mg.

Jefe de Comunicaciones

Javier Perez Barrientos

Edición

Alejandra Catalán Farfan, INIA Rayentué

Diseño

Muriel Palma Hormazábal

Fotografías

Matías Cornejo Brito

Mayo 2020
Región de O'Higgins, Rancagua, Chile

Impreso en Chile

Suelos y hortalizas

USO SEGURO DE PLAGUICIDAS, DOSIFICACIÓN Y REGULACIÓN DE PULVERIZADORES

Patricio Abarca Ingeniero Agrónomo Mg.



Presentación

Este material ha sido elaborado en el marco del Proyecto "Mejoramiento de la Resiliencia al Cambio Climático de la Pequeña Agricultura de la Región de O'Higgins", financiado por el Fondo de Adaptación al Cambio Climático de las Naciones Unidas. Su implementación está a cargo de la Agencia Chilena de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AGCID) y su ejecución a cargo del Ministerio de Agricultura y el Ministerio del Medio Ambiente.

El objetivo principal del proyecto es aumentar la resiliencia a la variabilidad y el cambio climático de las comunidades rurales agrícolas, en la zona de secano costero e interior de la Región de O'Higgins. La zona geográfica donde se emplaza el proyecto incluye las comunas de Paredones, Pichilemu, Marchigüe, La Estrella, Litueche, Navidad, Lolol y Pumanque.

En Chile, se han desarrollado diversos estudios que dan cuenta de las proyecciones futuras de cambio climático para el país. Por



ejemplo el “Observatorio Agroclimático” del Ministerio de Agricultura (<http://www.climatedatalibrary.cl/maproom/>); la Base Digital del Clima (<http://basedigitaldelclima.mma.gob.cl/>) y el Proyecto “Simulaciones Climáticas regionales y marco de evaluación de la vulnerabilidad” (<http://simulaciones.cr2.cl/>), del Ministerio del Medio Ambiente, entre otros. De acuerdo a estos estudios, en la zona señalada se espera una disminución aproximada entre un 15% a 20% de la precipitación media anual y un aumento de la temperatura media en aproximadamente +2 ° C, hacia mediados de siglo.

Estas condiciones futuras, representan las principales amenazas para el uso sostenible de la tierra y el suministro de agua en el área del proyecto. Teniendo en cuenta el clima actual, las estaciones secas duran entre 6 y 8 meses por año, período que probablemente aumentará durante las próximas décadas. De acuerdo con las proyecciones de cambio climático, previamente mencionadas, esta región se ubica entre las zonas del país que

se verán más afectadas por la disminución de la precipitación. Los modelos muestran un alto grado de certeza en este asunto. Esta situación ciertamente aumentará las dificultades que enfrentan los pequeños agricultores de la zona, en relación con la escasez de agua y la degradación del suelo, afectando directamente la producción, la calidad del suelo, los servicios ecosistémicos y la biodiversidad, intensificando los problemas actuales que enfrentan estas poblaciones de agricultores pequeños y de subsistencia, agravando así su situación de pobreza y aumentando su vulnerabilidad a las condiciones climáticas.

El Proyecto “Mejoramiento de la Resiliencia al Cambio Climático de la Pequeña Agricultura de la Región de O’Higgins”, ha sido impulsado por el Gobierno de Chile con apoyo internacional, como una respuesta a la necesidad urgente de enfrentar el riesgo que impone el cambio climático a estas poblaciones y aumentar su capacidad adaptativa.



Introducción

A pesar que en la actualidad existen suficientes prácticas y/o técnicas para evitar el daño de plagas y enfermedades en nuestros cultivos, aún, el uso de plaguicidas químicos suele ser una práctica común y, en la mayoría de los casos, realizadas deficientemente. En la pequeña agricultura, es recurrente el uso de; plaguicidas de mayor toxicidad, dosis inexactas, exceso de volúmenes de aplicación, pulverizadores mal regulados, mayor descuido de las carencias de los productos, entre otros problemas.

Hoy, tanto por una conciencia ambiental, como por una inevitable demanda de los consumidores, la tendencia es producir "alimentos agrícolas" de forma más ecológica, cuidando de la sanidad de los cultivos sin desmedro del entorno, vale decir, cuidando la salud de las personas a través de frutas y hortalizas sin residuos, cuidando a los enemigos naturales de las plagas y, evitando la contaminación de cualquier tipo en el suelo, aire y cursos de agua.

Por lo anterior, y antes de describir protocolos de dosificación y regulación de pulverizadores para el uso de plaguicidas, es necesario indicar que existen alternativas al uso de estos, como, por ejemplo: Uso de barreras físicas (mallas anti-áfidos); trampas pegajosas para plagas; uso de biopreparados para control de plagas y enfermedades; uso de bandas florales repelentes de plagas; uso de bandas florales para atraer enemigos naturales que controlan plagas; control de la fertilización

y crecimiento vegetativo a través de uso de enmiendas orgánicas; entre otros.

Cuando se utilizan plaguicidas químicos, independiente el color de la etiqueta, es imprescindible el uso de Equipos de Protección Personal (EPP), el no uso de ellos, puede provocar graves consecuencias a la salud, ya sea, con una intoxicación aguda (con reacciones inmediatamente después de una exposición) o una intoxicación crónica (aquellas enfermedades desarrolladas después de varios años de exposición a plaguicidas sin protección adecuada). Para la aplicación de plaguicidas con equipos de mochila, es recomendable el uso de trajes de bajo volumen, botas de goma o pvc, guantes de nitrilo, respiradores y antiparras herméticas (**Figura 1**).

Los trajes y demás equipos de protección de personal pueden tener larga vida, si, su uso, cuidado y almacenamiento, se hace de forma correcta.

Procedimiento para el correcto uso de los equipos de protección personal

1. Antes de cualquier contacto con plaguicidas y sobre la ropa de trabajo, colocar el traje de protección (el traje amarillo para lluvia no sirve para el uso de plaguicidas).
2. Colocar botas de goma o PVC cubriéndolas con el pantalón del traje.
3. Colocar el respirador (con los filtros instalados) en la cara, ajustando las correas o elásticos para que no queden espacios entre la cara y el respirador (personas con barba abundante, corren el riesgo de poco ajuste del respirador).
4. Colocar antiparras o protección ocular que sea ajustado a la cara (en lo posible utilizar protección facial que incluya el respirador).
5. Ajustar la capucha del traje en la cabeza.

Colocar guantes de nitrilo en las manos (si la aplicación es con pitón apuntando hacia arriba (para árboles grandes), los guantes irán por fuera del traje; si la aplicación es hacia abajo (para hortalizas), los guantes irán por dentro del traje).

6. Después de la aplicación, del lavado de los equipos y el almacenamiento de los plaguicidas, el aplicador debe ducharse

**Antiparra
ajustada**

**Guantes de
nitrilo**

**Botas
de gomas**



Figura 1. Elementos de protección personal para el uso



**Respirador
doble filtro para
plaguicidas**

**Traje de
aplicación**

en una ducha externa con el traje puesto, esto para lavar restos de producto que pudiesen haber quedado sobre el traje.

7. Retirar el respirador de la cara, retirar los filtros y lavar la parte de goma del respirador. Una vez seco, guarde los filtros y el respirador en una bolsa hermética (filtros no puestos en el respirador).
8. Guardar el traje, las botas y los guantes ya lavados en un contenedor especial para estos implementos (nunca en la bodega de plaguicidas u otras edificaciones que contengan alimentos para personas, animales u otros).
9. Retirar la ropa de trabajo y lavar inmediatamente sin mezclar con otra ropa de la familia.
10. Antes de tomar contacto con otras personas, alimentos, bebidas o utensilios de uso corriente, ducharse inmediatamente con agua semi fría (evite el agua muy caliente).
11. Nunca beber, comer, fumar, tomar contacto con personas o animales mientras se esté aplicando, dosificando o aún se encuentre con el traje de aplicación o la ropa de trabajo.

Eficiencia del uso de plaguicidas de uso agrícola

Para lograr un adecuado control de plagas y enfermedades en la agricultura, independiente cual sea el tamaño del predio, huerto o invernadero, se debe respetar al menos 6 factores al momento de su aplicación (**Figura 2**). El no considerar estos aspectos, ocasionará desmedro en el control, mayor riesgo de intoxicación, pérdidas de producto e inminente contaminación al ambiente

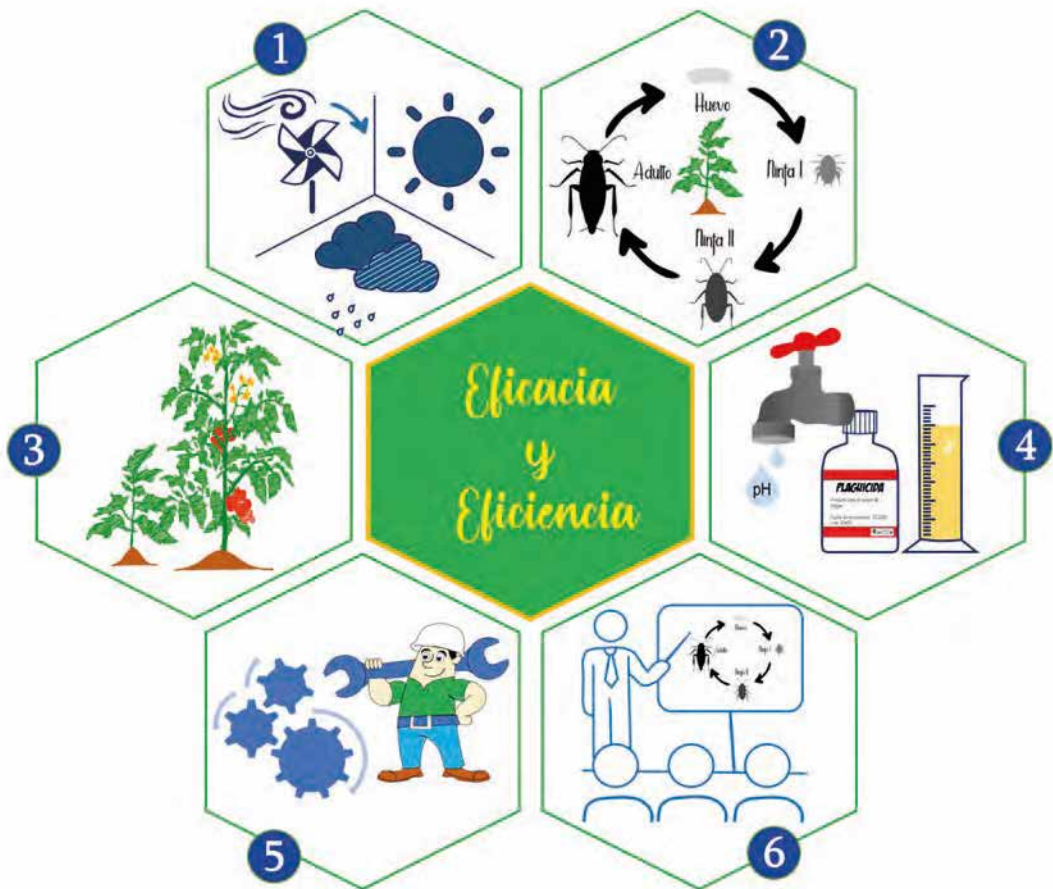


Figura 2. Factores a considerar para obtener eficacia y eficiencia de control con el uso de plaguicidas **(1)** Condiciones climáticas; **(2)** Momento oportuno de aplicación; **(3)** Condición del cultivo; **(4)** Plaguicida, dosis y calidad del agua; **(5)** Mantenimiento y regulación de la maquinaria de aplicación; **(6)** Capacitación de las personas que aplican y tienen relación con plaguicidas. **Fuente:** Elaboración propia.

En la **Figura 2**, se observan seis factores a considerar en la aplicación de un plaguicida. Uno de los más importantes es el factor climático, indicando que el viento ambiental por sobre los 7 km/h y la temperatura sobre los 25°C, son condiciones desfavorables para la aplicación de un producto, provocando pérdidas por deriva y evaporación. El segundo factor, hace referencia a aplicar un producto en el momento oportuno de acuerdo al estado fenológico del cultivo y la plaga, pudiendo reconocer claramente la plaga y su ciclo de vida. El tercer factor, indica que los volúmenes y la forma de aplicación debe ser determinada según el tipo y la condición del cultivo (altura, densidad foliar, entre otros). Cuarto factor, es la importancia

de la elección del plaguicida, el cálculo de la dosis correcta y el agua que se utiliza para la mezcla, la cual, para la mayoría de los plaguicidas debiera tener un pH óptimo entre 4,5 y 5,5. El quinto factor, se refiere a la importancia de mantener y regular correctamente la maquinaria o equipos de aplicación, para que estos entreguen la cantidad de plaguicida adecuado y en la forma más eficiente posible, es decir, sin derrames o derivas que generen algún tipo de contaminación al ambiente. Por último, el sexto factor, es el conocimiento que deben tener los usuarios de plaguicidas, no solo los aplicadores, sino todos quienes tengan contacto con ellos, tal de evitar cualquier riesgo de intoxicación.



Regulación de pulverizadores y dosificación de plaguicidas

En la pequeña agricultura, es habitual el uso de pulverizadores hidráulicos de mochila, más conocidos como “bombas de espalda” (Figura 3). Estos equipos, al generar baja presión, no permiten una buena distribución del producto en cultivos de gran tamaño o con mucho follaje, provocando que algunos fungicidas o insecticidas no lleguen a lugares más internos de las plantas. No obstante, estos equipos, ya sea, por su precio o sencilla operación, son muy utilizados en pequeñas superficies de terreno, es por ello, que en este informativo se describirá como regular un pulverizador de estas características.



Figura 3. Pulverizador hidráulico de mochila (“Bomba de espalda”) – (Fuente: Solo, 2020)
(La marca y modelo de la Figura 3, es solo referencial)

Tipo de tratamiento	Tipo de boquilla	Presión de trabajo (Bar)	Caudal recomendado para dicha presión (L/min)	Imagen*
Herbicida preemergente**	Deflectora (tipo espejo)	1 a 3	1 a 1,4	
Herbicida postemergente**	Deflectora (tipo espejo)	1 a 3	0,6 a 1	
Insecticida	Cono lleno o cono vacío	mayor a 3	0,6 a 1,2	
Fungicida				

Cuadro 1. Recomendación de boquillas para pulverizadores hidráulicos de mochila

* Las marcas y colores de las boquillas, son sólo referenciales.

**Si los herbicidas son sistémicos y existe viento ambiental, se puede utilizar una boquilla deflectora (tipo espejo) antideriva con inyección de aire.

El propósito básico de regular un pulverizador, consiste en; determinar cuánto volumen se está aplicando por hectárea (ha) o en una superficie determinada, para ajustar la dosis correcta de plaguicida indicado en la etiqueta. Lo anterior, se justifica a que muchos plaguicidas, tanto para el control de malezas, como para las hortalizas, recomiendan la dosis para una hectárea de superficie.

Antes de regular el pulverizador, cada agricultor debe saber qué tipo de boquilla colocar en su equipo según el tipo de tratamiento **(Cuadro 1)**.



Imagen: Ácaros de trebol

CASO 1. Plaguicidas con dosificación por cada 100 litros de agua

Ejemplo: Se desea aplicar un insecticida para control de polilla en un cultivo de tomates. El producto indica aplicar 200 cc por cada 100 litros de agua. Se desea saber, cuánto plaguicida y cuánta agua se utilizará en 15 hileras de tomates, de 25 metros de largo, distanciadas a 2 m, pulverizando con un equipo hidráulico de mochila de 15 litros de capacidad. El agricultor demora 40 s en pulverizar ambos lados de una hilera.

Para determinar la cantidad de mezcla exacta requerida, se debe regular el pulverizador a través de los siguientes pasos:

(Los datos para este ejemplo serán ficticios, los cuales, en la práctica deben ser obtenidos de forma real).

Paso 1 Determinar el caudal de la boquilla

- Ajustar la presión requerida en el pulverizador.
- Aplicar con la boquilla recomendada en un recipiente y de forma estática durante 1 minuto.
- Medir el volumen en una pesa digital o jarro graduado.

Caudal = 1,2 (L/min)

Paso 2 Medir el largo de una hilera o parte de ella

Al menos 20 metros de una hilera.

Largo = 25 (m)

Paso 3 Medir la distancia entre hileras del cultivo

Distancia entre hileras = 2 (m)

Paso 4 Pulverizar el largo de la hilera seleccionada por ambos lados y determinar el tiempo en segundos que tarda el operador en realizar la labor.

Tiempo = 80 (s) -> 1 min y 20s



Paso 5 Medir la distancia entre hileras del cultivo

Donde:

Q: Volumen de aplicación por hectárea (L/ha).

q: Caudal de la boquilla (L/min).

t: Tiempo que demora el aplicador.

en pulverizar una hilera o parte de ella, ya sea en una, dos o más pasadas(s).

DEH: Distancia entre hileras (m).

LH: Largo de la hilera seleccionada (m).

167: Factor de conversión de unidades.

$$Q = \frac{q \times t \times 167}{DEX \times LH}$$

$$Q = \frac{1,2 \text{ (L/min)} \times 80 \text{ (s)} \times 167}{2 \text{ (m)} \times 25 \text{ (m)}} = 320 \text{ (L/ha)}$$

Paso 6 Determinar el volumen a utilizar en la superficie del cultivo

Donde:

Qs: Volumen a utilizar en la superficie cultivada (L).

Q: Volumen de aplicación por hectárea (L/ha)

t: Largo de hileras (m).

DEH: Distancia entre hileras (m).

NH: Número de hileras.

10.000: Factor de conversión de unidades (m²/ha).

$$\text{Distancia entre hileras} = 2 \text{ (m)}$$

$$Qs = \frac{320 \text{ (L/ha)} \times 25 \text{ (m)} \times 2 \text{ (m)} \times 25}{10.000 \text{ (m}^2\text{/ha)}} = 40 \text{ (L)}$$

Paso 7 Dosificación del producto

Donde:

Qs: Volumen a utilizar en la superficie cultivada (L).

Q: Volumen de aplicación por hectárea (L/ha).

t: Largo de hileras (m).

DEH: Distancia entre hileras (m).

NH: Número de hileras.

10.000: Factor de conversión de unidades (m²/ha).

Nota: Dosificar siempre en el estanque del pulverizador, sin importar el tamaño de éste. Para determinar la cantidad de producto a aplicar al estanque, utilizar la siguiente ecuación:

$$CPE = \frac{CE \times DP}{100}$$

$$Qs = \frac{15 \text{ (L)} \times 200 \text{ (cc)}}{100 \text{ (L)}} = 30 \text{ (L)}$$

De acuerdo a lo anterior y, para el ejemplo del **cultivo de tomates**, se utilizarán **40 litros de mezcla para cubrir las 25 hileras de 25 metros de largo y, de acuerdo a la etiqueta del plaguicida, deberá aplicar 30 cc de producto por cada 15 litros de agua.**

4.2. CASO 2. Plaguicidas con dosificación por superficie (por hectárea)

Este tipo de dosificación es algo más complejo, sobre todo si se trata de hortalizas de gran porte, donde varía la forma de aplicación durante el crecimiento del cultivo. Lo anterior, se refiere a que muchas veces, cuando los cultivos están pequeños la aplicación va dirigida hacia abajo (**Figura 4**), en cambio, cuando las hortalizas crecen, la aplicación se cambia y la pulverización va dirigida desde los costados (**Figura 5**). Esto implica que la superficie aplicada cambia de posición y muchas veces de tamaño, por lo tanto, cambia la dosificación.



Figura 4. Aplicación por sobre las hileras cuando las plantas están pequeñas o son de bajo porte. "La superficie a aplicar se relaciona a la superficie de suelo tratado"



Figura 5. Aplicación desde los costados de las hileras cuando las plantas son de gran porte. "La superficie a aplicar se relaciona a la superficie de pared de la hilera aplicada"

En las **figuras 4 y 5**, se aprecian dos posibles formas de aplicación de acuerdo al tamaño de las plantas.

- Cuando las plantas son pequeñas, es habitual pulverizarlas de arriba hacia abajo, relacionado la superficie aplicada a la cantidad de suelo pulverizado, incluso, muchas veces queda un sector sin aplicar entre las hileras, este sector debe descontarse, ya que, no está siendo tratado (**Figura 4**).

- Cuando las plantas son grandes, lo lógico es aplicar por los costados de las hileras, en este caso, la superficie aplicada o la dosis por hectárea que describe la etiqueta, se debe interpretar para la superficie de pared aplicada, no de suelo (**Figura 6**).

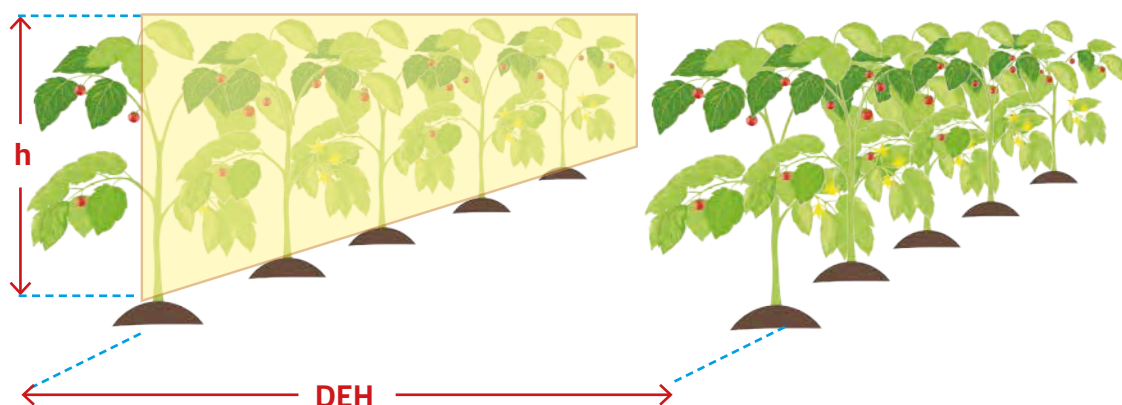


Figura 6. Esquema de hortalizas de gran tamaño, indicando la superficie a considerar para la dosificación del plaguicida cuando la dosis es por hectárea.

Por ejemplo, la etiqueta de un insecticida para controlar la polilla del tomate, indica que se debe aplicar 500 cc por hectárea, entonces, con los datos obtenidos en el Caso 1, se determinará cuando producto se debe agregar al pulverizador de mochila de 15 litros de capacidad.

Paso 1 Determinar la superficie de “pared” aplicada en hortalizas de gran tamaño al ser pulverizadas por los costados de las hileras, para ello:

Donde:

S: Superficie de pared aplicada (m²/ha).

h: Altura de las plantas o de pared de follaje (m).

DEH: Distancia entre hileras (m).

2: Dos caras de aplicación por hilera.

10.000: Factor de conversión de unidades (m²/ha).

$$\text{Caudal} = \frac{h \times 2 \times 10.000}{\text{DEH}}$$

Si se considera el ejemplo anterior del cultivo de tomates, se estimará para este ejercicio una altura de plantas de 1,5 metros y una distancia entre hileras de 2 metros, por lo tanto, la pared de aplicación será la siguiente:

$$S = \frac{1,5 \text{ (m)} \times 2 \times 10.000 \text{ (m}^2\text{/ha)}}{2 \text{ (m)}} = 15.000 \text{ (m}^2\text{/ha)}$$

El resultado anterior, indica que, por cada hectárea de suelo (de 10.000 m²), existen 15.000 metros cuadrados de superficie de pared de aplicación, por lo tanto, la dosis de la etiqueta ya no será calculada para una hectárea, sino, para una hectárea y media, por su puesto, relacionado a la superficie que presenta en productor.

Paso 2 Determinar la dosis para una hectárea plantada (cuando la superficie de pared aplicada no coincide con una hectárea de suelo).

La dosis de plaguicida para la superficie de pared aplicada será:

$$Ds = \frac{D \times S}{10.000}$$

Donde:

Ds: Dosis (cc/ha) → Cantidad de producto a utilizar en la pared aplicada que se encuentra en una hectárea de suelo.

D: Dosis (cc/ha) → Cantidad de producto por hectárea que indica la etiqueta.

S: Superficie de pared aplicada (m²/ha).

10.000: Factor de conversión de unidades (m²/ha).

$$Ds = \frac{500 \text{ (cc/ha)} \times 15.000 \text{ (m}^2\text{)}}{10.000 \text{ (m}^2\text{/ha)}} = 750 \text{ (cc/ha)}$$

Paso 3 Dosificar el producto al estanque

En el ejemplo anterior (**Caso 1**), se determinó el volumen de mezcla que se aplicaba en una hectárea de cultivo (320 L/ha), por lo tanto, se utilizará ese volumen para la siguiente ecuación:

$$\text{CPE} = \frac{\text{CE} \times \text{Ds}}{\text{Q}}$$

CPE : Cantidad de producto al estanque (cc).

CE: Capacidad del estanque (L).

D: Dosis del producto (cc/ha) → Lo determinado para la pared del cultivo (Paso 2)

Q: Volumen de aplicación por hectárea (L/ha) → De acuerdo a la regulación del equipo.

$$\text{CPE} = \frac{15 \text{ (L)} \times 750 \text{ (cc/ha)}}{320} = 35 \text{ (cc)}$$

Al agregar 35 cc al estanque de 15 litros de capacidad y pulverizando con un volumen de 320 litros por hectárea, se estará aplicando una dosis de 500 cc/ha, tal como lo indica la etiqueta, pero en la práctica, en una hectárea plantada, se utilizará una dosis de 750 cc/ha, ya que, como se observó en el Paso 1 del Caso 2, en una hectárea plantada existe más de una hectárea de pared de aplicación.



Imagen: Hortalizas en hilera

Comprobación de la calidad de aplicación

Una vez regulado el pulverizador en forma práctica, se debe realizar la comprobación de la pulverización en terreno, por lo que, un buen cubrimiento no implica observar “goteo” o “chorreo” en el follaje, ya que, esta condición sólo genera contaminación y un gasto excesivo de agua, producto, tiempo de aplicación, entre otros.

La comprobación de la calidad de una pulverización en terreno, tiene estrecha relación con el tamaño y número de gotas aplicadas uniformemente en toda la planta y en todo el huerto; esto efectivamente es denominado como “cubrimiento”. Para determinar el cubrimiento de una aplicación se utilizan papeles hidrosensibles, los cuales son de color amarillo y se tiñen de azul al contacto de las gotas de pulverización (Figura 7). Posterior a la aplicación, un papel que quede sin teñir indica deficiencia de la aplicación, un papel totalmente azul indica exceso y, un papel con muchas y pequeñas manchas de color azul indica una buena pulverización.



Figura 7. Uso de papeles hidrosensibles para comprobación de cubrimiento. Izquierda) Pulverización deficiente. Centro) Pulverización óptima. Derecha) Pulverización excesiva.

Se recomienda colocar trozos de papel hidrosensible cuadrados de al menos 2,5 cm de lado, éstos se deben "corchetear" o sostener con un clip a las hojas tanto por el haz como en el envés, y no necesariamente ambas caras de una misma hoja. El papel hidrosensible es un método para corroborar el buen cubrimiento en la parte interna de la planta, así mismo, para evitar pérdidas por escurrimiento en la parte externa.

No olvidar al momento de dosificar al equipo:

- Agregue agua hasta la mitad del estanque
- Accione el sistema de agitación (si se tiene)
- Agregue la cantidad de producto determinado
- Complete con agua hasta la cantidad deseada



Bibliografía

SOLO, 2020. Pulverizadores de mochila SOLO Classic. (En línea). Disponible en: <https://cl.solo.global/es/307-solo-classic-pulverizadores-de-mochila> (Consultado marzo 2020)

Triestel, 2020. Elementos de protección personal y seguridad. Buzo de aplicación de bajo volumen Agrotex. (En línea). Disponible en: <http://www.triestel.cl/productos/buzo-de-aplicacion-de-bajo-volumen-agrotex/> (Consultado marzo 2020)





FONDO DE ADAPTACIÓN

www.cambioclimático-ohiggins.cl

