



## **ALERTA TEMPRANA PARA EL MANEJO DEL TIZÓN TARDIO DE LA PAPA. ATN/RF 16678 RG**

**Producto 24.**

**Instructivo de calibración de equipos. Actividad 5.2**

**Constanza Sepúlveda, Ivette Acuña.**

**2023**



Códigos JEL: Q16

ISBN:

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) es un mecanismo único de cooperación técnica entre países de América Latina, el Caribe y España, que promueve la competitividad y la seguridad alimentaria. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), FONTAGRO, de sus Directorios Ejecutivos ni de los países que representan.

El presente documento ha sido preparado por Constanza Sepúlveda, Ivette Acuña, Arnulfo Gutiérrez, Juan Inostroza y Jorge Riquelme

Copyright © 2022 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial- SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Esta publicación puede solicitarse a:

**FONTAGRO**

Correo electrónico: [fontagro@fontagro.org](mailto:fontagro@fontagro.org)

[www.fontagro.org](http://www.fontagro.org)



# Tabla de Contenidos

## Contenido

Resumen .....	4
Palabras Clave: .....	4
Calibración de equipos pulverizadores .....	5
Bases para una buena aplicación.....	5
Equipo pulverizador tipo mochila.....	7
Ejemplos prácticos de calibración de equipos pulverizadores tipo mochila.....	8
Imágenes.....	11
Referencias Bibliográficas.....	13
Instituciones participantes .....	14



## Resumen

El proyecto alerta temprana para el manejo del tizón tardío de la papa, junto a la caracterización epidemiológica de la enfermedad, capacitaciones de los usuarios en manejo integrado y de buenas prácticas agrícolas, fomentará la intensificación sostenible de la producción de papa en Chile, Argentina, Ecuador y Panamá. Dentro del manejo integrado de plagas, malezas y/o enfermedades en el cultivo de la papa, la aplicación de agroquímicos cumple una función importante y muy utilizada por productores (as). Frente a este escenario es fundamental un correcto y eficiente uso de ellos, considerando buenas prácticas agrícolas (BPA) en relación al cuidado del medio ambiente y del aplicador (a).

En la presente nota técnica se presentan un instructivo para la calibración de equipos pulverizadoras de agroquímicos para una correcta y eficiente aplicación de fungicidas.

### **Palabras Clave:**

Tizón tardío, eficiencia aplicación, calibración equipos



## Calibración de equipos pulverizadores

Dentro del manejo integrado de plagas, malezas y/o enfermedades en el cultivo de la papa, la aplicación de agroquímicos cumple una función importante y muy utilizada por productores (as). Frente a este escenario es fundamental un correcto y eficiente uso de ellos, considerando buenas prácticas agrícolas (BPA) en relación al cuidado del medio ambiente y del aplicador (a)

Los equipos asperjadores o pulverizadores tienen por función permitir la aplicación de productos agroquímicos diluidos en agua, siendo este medio (el agua) el transporte del producto a aplicar. Para ello los equipos poseen boquillas (figura 1) que rompen la mezcla agua - producto agroquímico, que es distribuido o asperjado sobre las plantas y/o suelo (figura 2).

Una aplicación **ineficiente** de un **producto fitosanitario** genera altos niveles de pérdida en los cultivos, sea por un mal control de plagas, malezas y/o enfermedades; o por los costos asociados a esa aplicación.

Estas ineficiencias, por lo general son debido a desconocimiento del manejo de los equipos de pulverización, calibración adecuada del equipo, boquillas pulverizadoras dañadas o desgastadas, filtros tapados, velocidades excesivas de trabajo, mala posición de las boquillas en la barra, altura de aplicación incorrecta, entre otros.

## Bases para una buena aplicación

La eficacia de una pulverización depende fundamentalmente de cuatro factores:

**1. Calidad del agua:** este factor es de extrema importancia y de esto dependen varios aspectos relacionados al éxito de la aplicación, la durabilidad de las boquillas y del estado general del equipo de pulverización. El pH del agua (ácido o alcalino) provoca en algunos herbicidas totales (glifosato/sulfosato) modificaciones en su principio activo, provocando pérdidas de efectividad. Otro aspecto de importancia son las suspensiones inorgánicas que puede contener el agua, como ser limos y arcillas, elementos extremadamente abrasivos que generan un desgaste acelerado de los mecanismos de precisión (caudalímetro, manómetros, reguladoras de presión) y de los orificios de las boquillas.



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

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

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

**4. Homogeneidad en la distribución:** se logra mediante un buen equipamiento y regulación de la pulverizadora, siendo también indispensable un buen mantenimiento del equipo, y sobre todo, un manejo correcto del mismo.

Antes de proceder a regular la pulverizadora es necesario leer atentamente las instrucciones del producto que se va a aplicar, para conocer el volumen de agua por hectárea recomendado. Además de identificar y verificar algunos aspectos como:

- **Control de la velocidad de avance.**

- **Verificación de las boquillas pulverizadoras.** Las boquillas son quizás la parte más pequeña del equipo pulverizador, y es por ello que comúnmente son las que en menor medida se chequean; aun cuando, son las **responsables en gran parte del gasto de la mezcla al aplicar y de la calidad de la pulverización.**

- **Elección de las boquillas.** Existen muchas clases de boquillas que producen diferentes caudales, ángulos de pulverización, tamaños de gota y perfiles. Algunas características están indicadas por el número correspondiente de la boquilla. Cada tipo de boquilla de pulverización está clasificada según sus diferentes condiciones de funcionamiento. Las boquillas se eligen según el objetivo; preferiblemente las de abanico para el control de malezas y las de cono-



control de hongos e insectos. Las boquillas deben complementarse con filtros para evitar obstrucciones.

- **Caudal.** El caudal de la boquilla varía según la presión de pulverización. En general, para duplicar el caudal a través de una boquilla, debe cuadruplicarse la presión. Una presión más alta no sólo aumenta el caudal de la boquilla, sino que también influye en el tamaño de las gotas y la velocidad de desgaste de los orificios. Al subir la presión de pulverización, disminuye el tamaño de las gotas se desgastan más rápidamente los orificios

- **Alturas mínimas de pulverización recomendadas.** En muchos casos los ajustes estándar de la altura están basados en una relación de 1 a 1 en la distancia entre boquillas y la altura.

- **Ubicación del objetivo.** Es necesario lograr una óptima cobertura del objetivo de aplicación, teniendo la precaución de ubicarlo y generalmente elevando la aplicación algunos centímetros por sobre este. Al usar un equipo de espalda manual, para lograr una óptima cobertura es necesario mantener la lanza con la boquilla de tal forma que la aplicación cubra completamente las plantas y se facilite la penetración de las gotas por entre el follaje. Cuando se realiza un movimiento oscilante (de lado a lado de la hilera) con la lanza, pueden quedar sectores de la planta sin aplicar; por lo cual es preferible mantener la lanza fija por sobre la hilera de plantas, aplicando hilera por hilera.

## Equipo pulverizador tipo mochila

El equipo más extensamente usado para aplicar productos químicos es la pulverizadora de tipo mochila accionada por palanca (figura 3). Ésta consiste de un tanque plástico, o menos comúnmente de metal, que se situará de forma erecta sobre el suelo para su llenado y que se ajusta cómodamente sobre la espalda del operador. La palanca acciona una bomba de tipo diafragma o de pistón. La capacidad del tanque típicamente varía de 10 a 20 litros, pero el peso total de la mochila llena no debe exceder de 20 kg.

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

La bomba de diafragma accionada por palanca es más usada para aplicación de herbicidas y típicamente es operada a presiones entre 100 y 300 KPa (1 y 3 bar). Para mantener la presión de operación en la cámara la palanca debe ser accionada regularmente (aproximadamente 30



brazadas/minuto), pero si se usa una barra con multiboquillas o una boquilla de alta entrega de líquido, se debe aumentar la frecuencia del bombeo.

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

Otra alternativa son los equipos atomizador/pulverizador de mochila con motor, que permite realizar pulverización y nebulizar. El flujo de aire que genera agitar las plantas y le imprime fuerza a la aplicación de la solución, facilitando la penetración en follajes densos.

## **Ejemplos prácticos de calibración de equipos pulverizadores tipo mochila**

Antes de utilizar un equipo pulverizador es necesario regularlo y calibrarlo para lograr una distribución homogénea y óptima del producto agroquímico. Lo anterior para conocer la cantidad de líquido aplicado según la velocidad, el caudal de la boquilla utilizada y la presión del equipo para cada persona que realice la aplicación. Esta calibración se realiza solo con agua limpia y puede realizarse una primera vez a comienzos de la temporada y otra a medida que el cultivo va adquiriendo mayor desarrollo de follaje. Para calibrar un equipo se deben considerar tres factores básicos: velocidad de traslado, caudal de la boquilla (según tipo y presión de aplicación) y ancho de la estela o superficie de aplicación.

Es esencial leer siempre la etiqueta del producto que se va a aplicar y saber que cada producto tiene recomendaciones específicas, así como, el volumen de agua a aplicar. La dosis de producto y de agua recomendada para su dilución, viene dada para una unidad estándar que corresponde a una hectárea (10.000 m<sup>2</sup>); por lo cual, se sugiere conocer la superficie exacta donde se realizará la aplicación.

**PASO 1.** Llenar el estanque de la pulverizadora con una cantidad de agua conocida (sin producto químico)

**PASO 2.** Caminar, con la boquilla que se utilizará, la presión adecuada de la bomba y la velocidad a la cual se caminaría normalmente para la aplicación verdadera





Es posible hacer esta calibración respondiendo a 2 posibles preguntas

**A.** ¿En cuanta superficie se vacía la cantidad de agua aplicada en el estanque? De acuerdo a la velocidad del aplicador, el tipo de boquilla utilizada y la presión adecuada de la bomba.

En este caso, llenar el equipo con 3 litros (l) de agua, caminar de acuerdo a la velocidad del aplicador, el tipo de boquilla utilizada y la presión adecuada de la bomba (figura 4). Luego de vaciado el estanque (llenado con 3lt de agua), calcular la superficie que se logró abarcar (por ejemplo: 140 m<sup>2</sup>) y así mediante una simple “regla de tres” calcular la cantidad de agua botada en 10.000 m<sup>2</sup> (1 hectárea).

3 l de agua	140 m <sup>2</sup>
<b>X</b> l de agua	en 10.000 m <sup>2</sup> (1 ha)

$$\mathbf{X} = \frac{3 \text{ l de agua} \times 10.000 \text{ m}}{140 \text{ m}^2}$$

**X = 214 l de agua en 1 hectárea.**

El equipo aplica 214 litros de agua en una hectárea.  
A LA VELOCIDAD DE PASO DE QUIEN APLICA

**B.** ¿Cuánta agua es capaz de botar el equipo en 50m<sup>2</sup>? De acuerdo a la velocidad del aplicador, el tipo de boquilla utilizada y la presión adecuada de la bomba.

En este caso, llenar el equipo con 2 a 3 l de agua caminar 50 m<sup>2</sup> de acuerdo a la velocidad del aplicador, el tipo de boquilla utilizada y la presión adecuada de la bomba. Una vez caminado los 50 m<sup>2</sup>, por diferencia se calcula la descarga de agua de la bomba con el restante líquido que queda en ella.



**Volumen inicial de agua - volumen final de agua = agua botada en 50 m<sup>2</sup>**

$$3 \text{ l} \quad - \quad 1,8 \text{ l} \quad = \quad 1,2 \text{ l}$$

Luego mediante una simple “regla de tres” calcular la cantidad de agua botada en 10.000 m<sup>2</sup> (1 hectárea).

1,2 l de agua	50 m <sup>2</sup>
<b>X</b> l de agua	en 10.000 m <sup>2</sup> (1 ha)

**X = 240 l de agua en una hectárea.**

El equipo aplica 240 l de agua en 1 hectárea.  
A LA VELOCIDAD DE PASO DE QUIEN APLICA

En ambos casos, es necesario corroborar el volumen de agua recomendada por etiqueta de los distintos productos para aplicar de acuerdo a la dosis de producto y el estado de desarrollo del cultivo y así verificar que estos valores coincidan con lo recomendado.

Si las condiciones dadas varían en términos de: a) velocidad de pulverización; b) tipo de boquilla y c) presión de aspersión; se deben repetir los anteriores pasos para recalibrar al equipo. Los mayores volúmenes de pulverización se utilizan generalmente para el control de hongos fitopatógenos e insectos-plaga porque dichos organismos se encuentran predominantemente en la cara inferior de la hoja (envés) y los menores volúmenes-para la aplicación de herbicidas sistémicos.

Realizando estos cálculos de calibración sólo queda, por un lado, elegir el producto químico apropiado según estado de desarrollo del cultivo, las condiciones ambientales y la presión del patógeno. Para cada uno de los productos químicos se requiere revisar su etiqueta y la dosis recomendada del producto químico a utilizar.

# Imágenes

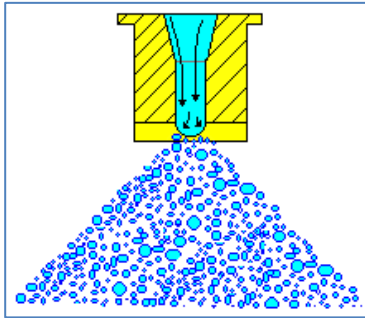


Figura 1. Formación de gotas.

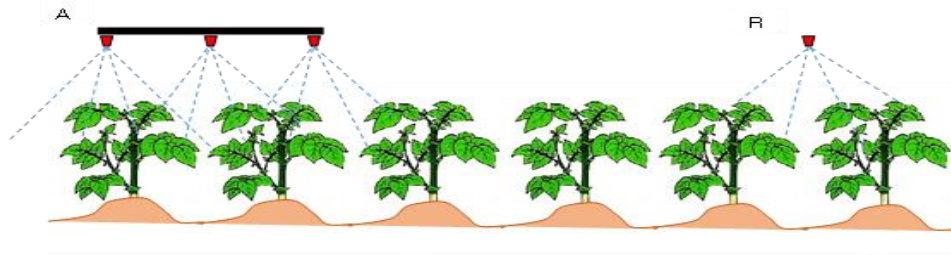


Figura 2. Aplicación sobre cultivo.

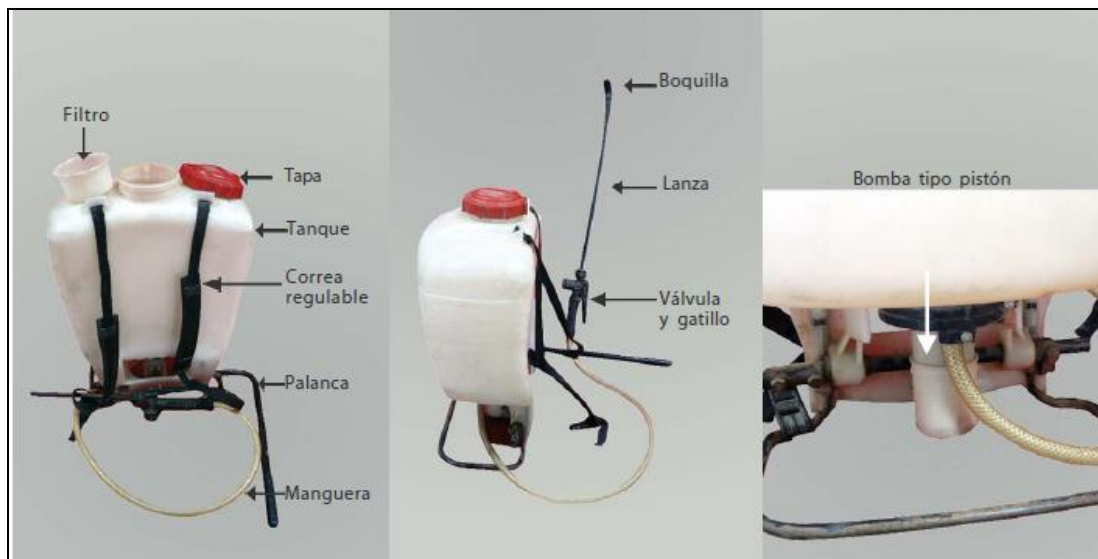


Figura 3. Esquema equipo pulverizador tipo mochila



Figura 4. Caminata para botar 3 litros de agua y conocer la superficie que logra abarcar esa cantidad de agua. Chile.

*Nota: Parte de esta Nota fue extraída con permiso de los autores Jorge Luis Requena y Arnulfo Gutiérrez desde ficha “Calibración de equipos de pulverización manual de espalda” y Juan Inostroza, 2023. Informativo INIA. Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Chile.*



## Referencias Bibliográficas

Acuña, I. y Bravo, R. (2019). Estrategias de control químico y uso de alerta temprana. En: Tizón Tardío de la Papa: Estrategias de Manejo integrado con alertas tempranas. Boletín INIA. N° 399. p. 58-71. Osorno, Chile.

Acuña, I., Bravo, R., & Gutiérrez, M. (2019). "Tizón tardío de la papa: Estrategia de manejo integrado con alertas temprana". Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR41538.pdf>

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

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

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

Spraying Systems Co. (2004). Guía del usuario de boquillas depulverización. USA.

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



## Instituciones participantes



Secretaría Técnica Administrativa



Con el apoyo de:



[www.fontagro.org](http://www.fontagro.org)

Correo electrónico: [fontagro@fontagro.org](mailto:fontagro@fontagro.org)