



PULVERIZACIONES AGRÍCOLAS TERRESTRES

LA EXACTITUD MEJORA EL RENDIMIENTO Y ASEGURA LA PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Ing. Agr. Mario P. Bogliani (*); **Ing. Agr. Gerardo Masiá (**)**. **Lic. Mec Agr. Agustín Onorato (***)**

(*) Directo (int.). **(**) Profesional I.I.R.** **(***) Profesional Convenio INTA/UADE.,**

Instituto de Ingeniería Rural. INTA Castelar.
C.C. 25. Código Postal 1712. Castelar. Buenos Aires.
Tel./fax: 011 4665-0450/0495.
E-mail: mbogliani@cnia.inta.gov.ar // gmasia@cnia.inta.gov.ar

INTRODUCCIÓN:

La protección de cultivos es un proceso de trabajo, complejo y completo, que debe ser efectuado por especialista o personas idóneas.

Cuando se realiza un tratamiento siempre es necesario actuar de manera que se resuelva un problema particular. No todos son idénticos, ni deben efectuarse del mismo modo. Cada tipo de aplicación tiene sus propias exigencias según el cultivo considerado: los fitosanitarios que se utilicen, las plagas que se van a combatir, el estado del suelo, el clima, etc.

Este tiene como principal objetivo combatir plagas, malezas y enfermedades de diferente orígenes por lo cuál las estrategias deben ser específicas para cada tipo de tratamiento. Antes de iniciar el mismo conviene leer atentamente el marbete del producto a aplicar.

La aplicación de productos fitosanitarios en los cultivos exige la utilización de un equipo de pulverización de buena calidad y en buen estado para conseguir la máxima eficiencia en la aplicación, pero también para evitar daños sobre el cultivo que se quiere proteger.

En la mayoría de los casos se da mucha importancia al producto que se emplea y poca a la máquina que realiza la aplicación. Esto trae como consecuencia un incremento de los costos de producción, al tener que aumentar las cantidades de producto que la aplicación exige; con ello se aumentan los riesgos de sobredosificaciones y subdosificaciones que pueden ser causa de daños al medio ambiente o mermas en la producción.

En las actuales circunstancias, los niveles de pérdidas en las cosechas alcanzados en los cultivos por competencia de plagas, malezas y enfermedades son inadmisibles y esto se debe principalmente a las aplicaciones ineficientes de agroquímicos que son debidas en su gran mayoría a problemas que presentan los equipos de pulverización como ser, pastillas pulverizadoras dañadas o desgastadas, manómetros fuera de servicio, filtros tapados, velocidades excesivas de trabajo, etc. Este último punto en particular, genera desuniformidad en la distribución del producto por la falta de estabilidad del botalón. Ligado a esto, están los problemas de posicionamiento del equipo dentro del lote y además, un bajo nivel de capacitación en el medio rural que potencia estos errores.

La optimización de los tratamientos exige una actualización de las técnicas de aplicación y una puesta a punto de los equipos a fin de mejorar la eficacia de los agroquímicos, preservar la seguridad del operador y el medio ambiente.

QUE DEFINE UNA BUENA APLICACIÓN.

La eficacia de un tratamiento depende fundamentalmente de cuatro factores:

- Buena calidad de agua.
- Efectividad del producto empleado.
- Momento oportuno de aplicación.
- Homogeneidad en la distribución.

* **Punto uno:** es de extrema importancia y de él dependen varios aspectos atinentes al éxito de la aplicación, la durabilidad de las pastillas y del estado general de su equipo de pulverización.

La dureza y el pH del agua (alcalina o ácida) provoca en algunos herbicidas totales (glifosato/sulfosato) modificaciones en su principio activo, por lo cuál el producto pierde efectividad. Están disponibles en el mercado numerosas sustancias correctoras para adecuar el pH a los requerimientos de los agroquímicos. Otro de los aspectos importantes son las suspensiones inorgánicas que pueda contener, como ser limos y arcillas. Estos elementos son extremadamente abrasivos y generan un desgaste acelerado de los mecanismos de precisión (caudalímetros, manómetros, reguladoras de presión) y de los orificios de las pastillas. Por último las suspensiones orgánicas del tipo algas/líquenes, restos de hojas, etc. que pueden estar presentes en los estanques, estas, si al momento de la carga del tanque no son eliminadas por los sistemas de filtrado provocan taponamiento en bombas, filtros y pastillas.

* **Punto dos:** tiene relación con la elección acertada del producto para el control de plagas, malezas y enfermedades. Los plaguicidas aplicados correctamente no deben fallar, ya que existe una inversión millonaria por parte de los laboratorios y muchos años de investigación antes de enviarlos al mercado agrícola. Puede contribuir a mejorar la efectividad del producto el uso de coadyuvantes o aceites minerales que mejoren la adherencia del mismo al objetivo que se pretende controlar. Con relación al producto en sí hay que tener la certeza de su origen y desconfiar de las ofertas muy llamativas ya que pueden ser adulterados. Además los envases comercializados deben ser herméticos y con los precintos sanos.

* **Punto tres:** es de vital importancia ya que el éxito o fracaso del tratamiento dependerá del momento de la aplicación y esto tiene que ver con el estado del crecimiento o desarrollo de las malezas o plagas e insectos y con la mayor o menor sensibilidad de acuerdo a ello.

* **Punto cuatro:** la homogeneidad de la aplicación se logra mediante una buena regulación de la pulverizadora, pero esto no es suficiente, pues también es indispensable un buen mantenimiento del equipo y sobre todo un manejo correcto del mismo.

PRINCIPALES COMPONENTES DE UNA MAQUINA PULVERIZADORA DE BOTALON:

Una máquina pulverizadora está compuesta por diversos elementos que hacen a la calidad de la aplicación de fitosanitarios. Cada uno de ellos cumplen un rol dentro del principio de funcionamiento del equipo. Así podemos destacar algunos de sus principales componentes:

Sistemas de carga del tanque:

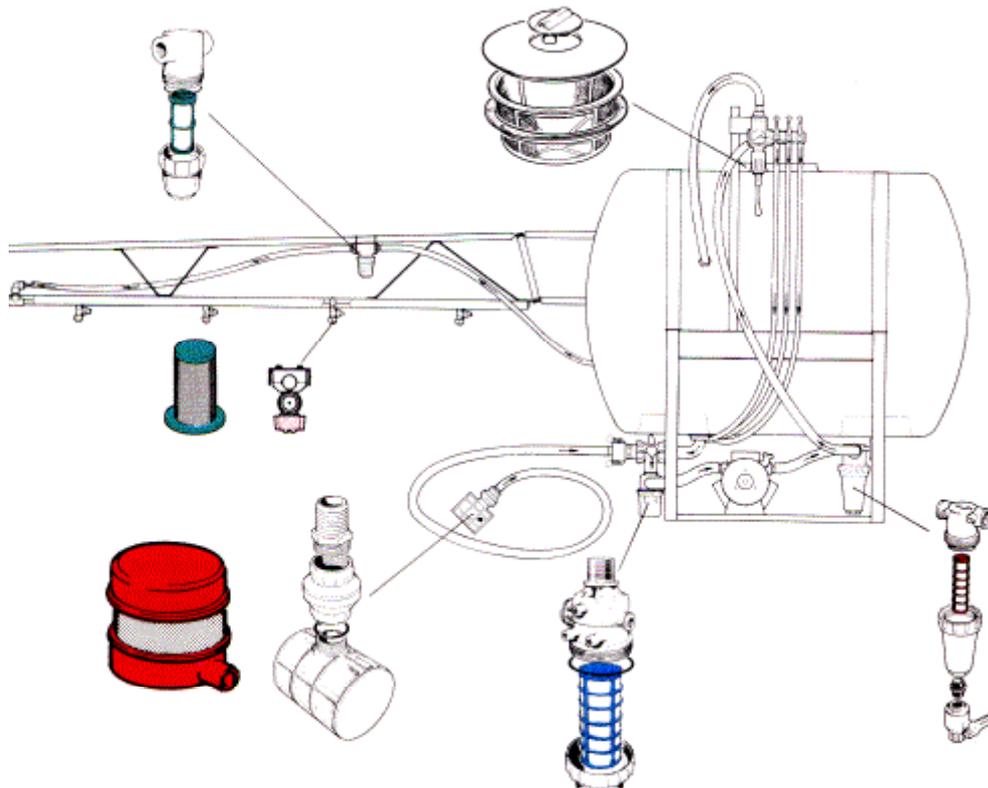
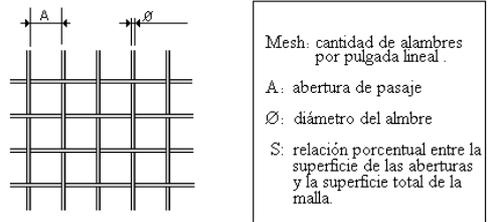
Cumplen una función muy importante desde el punto de vista de la eficiencia del trabajo (hectáreas trabajadas/día). Esto tiene relación directa con el tiempo destinado a este proceso y que puede conducir a muchas horas a lo largo del día con el equipo “parado”. Es por ello que se debe buscar un sistema de carga rápido de entre 7 y 10 minutos para el llenado de un tanque de 3.000 litros, para que este proceso no implique demoras innecesarias.

Sistema de filtrado:

Los filtros son elementos fundamentales. Evitan el paso de impurezas que puedan dañar la bomba, provocan la reducción en la presión de trabajo por taponaduras en el circuito y el tapado de las

pastillas. Existen en las máquinas pulverizadoras varios tipos de filtros con mallas de diferentes reticulados de acuerdo a su ubicación. La unidad para identificar a los filtros es el mesh

Malla de Filtros
(características)



Filtros de carga ubicados en el extremo de la manguera de donde se succiona el agua para el llenado del deposito. Son de malla grande 50 hilos por pulgada lineal, para retener las partículas más grandes.

Filtro canasta ubicado en la boca de carga del deposito de la maquina. Es de malla grande, 50 hilos por pulgada lineal, para retener las partículas de mayor grosor.

Filtro principal: ubicado antes de la bomba, dimensionado de acuerdo al caudal de la misma. Pueden poseer desde 50 a 80 hilos por pulgada lineal, deben retener las partículas que pueden afectar en normal funcionamiento de la misma.

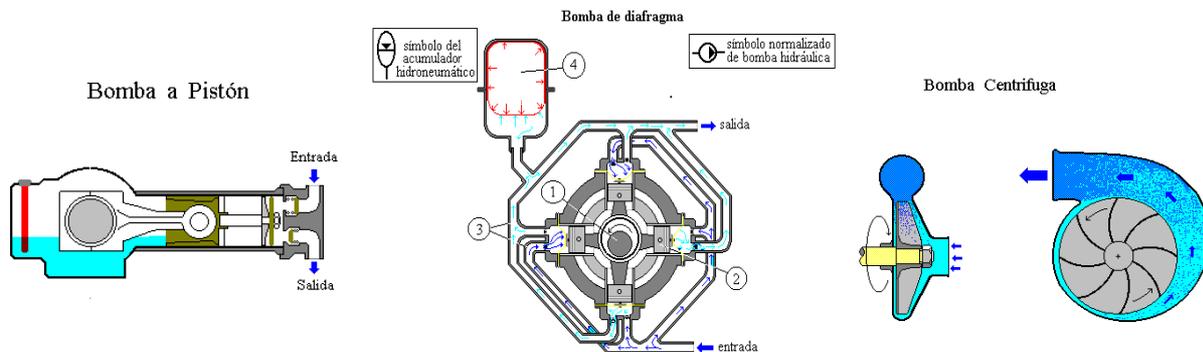
Filtros de línea: Los equipos modernos están provistos de filtros de línea, que son los ubicados entre la bomba y los picos y montados sobre los caños de alimentación del botallon. Pueden tener desde 80 a 100 hilos por pulgada lineal.

Filtros de pastillas ubicados en el portapico y están destinados a retener cualquier tipo de partículas que podrían tapan el orificio de las pastillas, pueden ser tener desde 80 a 100 hilos por pulgada lineal. Estos valores van a depender del caudal de la pastilla. Además existen los filtros de pastillas con sistema de antigoteo, en cuyo interior se ubica un resorte que presiona una munición metálica. Cuando la presión de trabajo se encuentra por debajo de 1/2 bar, la munición obtura el orificio de salida del agua. Si la presión es superior, vence la resistencia del resorte y lo envía hacia atrás y permite el paso de agua.

Bombas:

Es uno de los elementos fundamentales del equipo pulverizador ya que es la generadora de la caudal y a través de los diferentes elementos que ofrecen resistencia al paso del agua se transforma en presión. La tendencia actual es utilizar presiones cada vez más bajas de aplicación.

Existen al menos tres tipos de bombas que son las más utilizadas, a pistón, diafragma y centrifugas, cada una sus prestaciones particulares

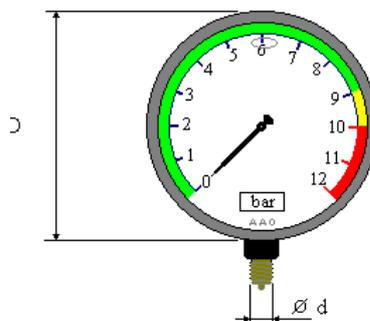


Manómetros:

Es el elemento que permite conocer la presión de trabajo del equipo. Actualmente existen diferentes tipos de manómetro mecánicos, pudiendo ser con cuadrante en seco o con glicerina, la ventaja de estos últimos que absorben las vibraciones provocadas por el movimiento de traslado del equipo. Los cuadrantes pueden estar expresados en libras por pulgada cuadrada, kilogramos por centímetro cuadrado o bar.

Se encuentran disponibles también en el mercado nacional manómetros digitales donde se puede observar sobre un display, la presión de trabajo.

Las equivalencias son: $1 \text{ kg/cm}^2 = 14,22 \text{ libras/pulg}^2$, $1 \text{ bar} = 1,019 \text{ kg/cm}^2$, $1 \text{ bar} = 14,5 \text{ libras/pulg}^2$.

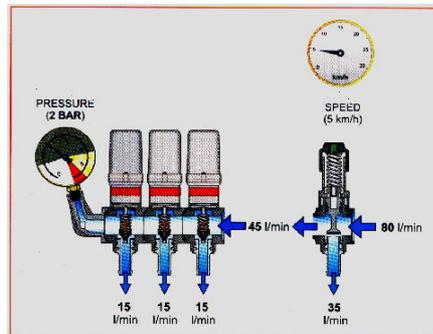


Comandos y sistemas de regulación:

Es el mecanismo que permite regular la presión de trabajo a través de distintos elementos mecánicos o electrónicos y habilitar o cerrar todo el botallón o distintos tramos del mismo por medio de distintas llaves o comandos.



Otras versiones de comandos y reguladores de presión pueden ser los electrónicos que tienen algunas funciones orientativas, como ser, presión de trabajo, caudal pulverizado por hectárea, hectáreas trabajadas y tiempo empleado para la pulverización. Los más complejos, denominados computadoras, donde además de las funciones detalladas precedentemente, permiten regular el caudal por hectárea en función de la velocidad de avance del equipo en forma automática. Este proceso se realiza mediante unos sistemas de válvulas volumétricas que compensan variaciones entre un $\pm 20\%$ el régimen de la bomba manteniendo el caudal constante.



Conducciones:

La alimentación constante y pareja de las pastillas es imprescindible para lograr una correcta uniformidad de distribución.

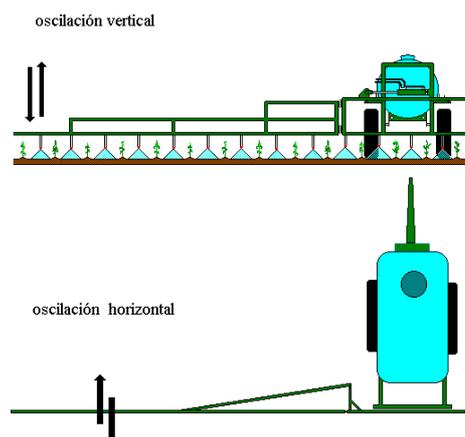
Las conducciones pueden ser de mangueras en el tramo desde la válvula reguladora hasta el botalón y continuar en caño de diferentes materiales. Ambos sistemas deben ser reforzados, resistentes a presiones elevadas y a la corrosión de los plaguicidas.

Si no están dimensionadas adecuadamente acarrearán pérdidas de presión que provoca variaciones en el caudal pulverizado por pastillas.

Botalón o barra.

Es la estructura metálica sobre la cual están montadas las conducciones (caños, portapicos), con sus respectivas pastillas.

La misma debe ser paralela al terreno y perpendicular al sentido de avance del equipo. Los botalones pueden tener longitudes variables desde pocos metros en los equipos montados, hasta 30 metros. Debido a su extensión deben plegarse para permitir el transporte en rutas o para el paso por tranqueras, además los extremos deben tener resortes fusibles o zafes que permitan su plegado en el caso de colisionar contra algún objeto. Para mantener las pastillas a una distancia constante del suelo es necesario que el botalón este equipado con sistemas de compensación de movimiento o estabilidad, que aíslen al mismo de las vibraciones en el plano horizontal y antero-posterior (conocido como efecto latigazo), provocadas durante el trabajo por las irregularidades del terreno. Deben estar provistos además de un dispositivo práctico de accionamiento rápido para la regulación de la altura de trabajo.

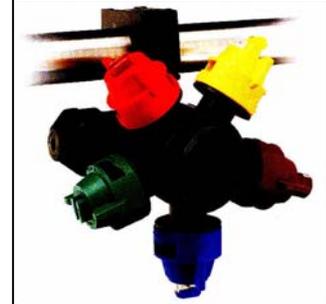


Portapicos:

Se encuentran en el mercado picos pulverizadores para una sola pastilla o de cabezales múltiples de hasta cinco pastillas. Con este dispositivo se puede cambiar rápidamente el tipo de pastilla para adaptarse a diferentes tipos de tratamiento.

Están fabricados en latón o plásticos con acople para pastillas a rosca o de tipo de acople rápido.

Los portapicos de una máquina pulverizadora son el conjunto de piezas que tienen la función de alojar y posicionar las pastillas pulverizadoras sobre el barral.



Los diseños actuales traen incorporados un sistema antigoteo conformado por un resorte y un diafragma que actúa a la apertura o cierre según la presión de trabajo.

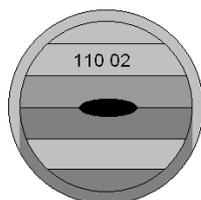
Pastillas pulverizadoras:

Las pastillas pulverizadoras tienen la función de producir la pulverización del líquido y determina la forma y tamaño del chorro, el tamaño de las gotas y el caudal de aspersión.

Caudal:

Las pastillas pulverizadoras están identificadas de acuerdo a lo especificado por las Normas ISO (International Standard Organization) a través de un código de colores, para el caso de las pastillas fabricadas en Kematal (polímero/termoresina/POM) o de cuerpo de plástico con insertos de diferentes materiales (acero/alúmina/latón), o por medio de una numeración para el caso de las metálicas, ambas definen caudal en litros por minutos y ángulo de pulverización. Estas especificaciones están definidas para pastillas de abanico plano a una presión nominal de 3 bar.

	Naranja	0,4 L/min
	Verde	0,6 L/min
	Amarillo	0,8 L/min
	Azul	1,2 L/min
	Rojo	1,6 L/min
	Marrón	2,0 L/min
	Gris	2,4 L/min
	Blanco	3,2 L/min



Ej. Sobre la cara superior de una pastilla de abanico plano posee grabado el número 110 02 el cuál significa

110 son los grados del ángulo del abanico

02 galón / minuto, (20 % de un galón USA = 0,757 L/min, luego ISO adoptó que el código numérico 02 corresponde a 0,80 L/min).

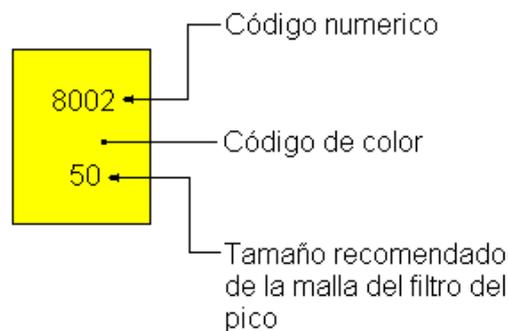
Tabla de especificaciones de pastillas.

Todos los fabricantes de pastillas pulverizadoras expresan las principales características funcionales a través de tablas, que entregan con sus folletos.

Código	presión bar	caudal L/min	Distancia entre picos = 50 cm					
			Velocidad en km/h					
			4	6	8	10	15	20
	2	0.48	144	96	72	57.6	38.4	28.8
80015	2.5	0.54	162	108	81	64.8	43.2	32.4
verde	3	0.59	177	118	88.5	70.8	47.2	35.4
100	4	0.68	204	136	102	81.6	54.4	40.8
	2	0.65	195	130	97.5	78	52	39
8002	2.5	0.72	216	144	108	86.4	57.6	43.2
amarillo	3	0.79	237	158	118.5	94.8	63.2	47.4
50	4	0.91	273	182	136.5	109.2	72.8	54.6
	2	0.96	288	192	144	115.2	76.8	57.6
8003	2.5	1.08	324	216	162	129.6	86.4	64.8
Azul	3	1.18	354	236	177	141.6	94.4	70.8
50	4	1.36	408	272	204	163.2	108.8	81.6
	2	1.29	387	258	193.5	154.8	103.2	77.4
8004	2.5	1.44	432	288	216	172.8	115.2	86.4
Rojo	3	1.58	474	316	237	189.6	126.4	94.8
50	4	1.82	546	364	273	218.4	145.6	109.2

Como se interpreta la tabla

➤ Primera columna:

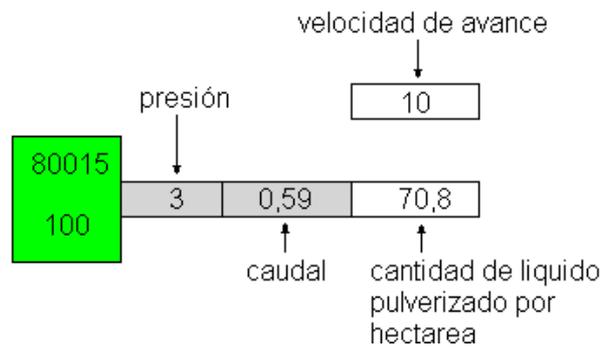


➤ Segunda columna:

Indica los límites de la presión de trabajo y presiones intermedias.

- **Tercera columna:** Indica el caudal, en litro por minuto según la presión de trabajo
- El resto de las columnas indica la cantidad de litros por hectáreas que se pulveriza según la pastilla que se utilice, la presión de trabajo (referencia horizontal) y la velocidad de avance de la máquina (referencia vertical).

Ej.



Nota: los datos de las tablas son para un espaciamiento de los picos sobre el botalón. En la tabla ejemplo, el mismo es de 50 cm.

Tipos y modelos de pastillas de abanico plano:

Pastillas de abanico plano standard. Poseen un orificio en forma de ranura (elíptica) que producen un chorro plano muy aplastado, con ángulo de abertura entre 65° y 120° . Las gotas más gruesas se encuentran en los bordes del chorro. El ángulo del abanico que define la pastilla corresponde a una presión de 3 bar. Si se incrementa la presión de trabajo se puede aumentar el caudal hasta ciertos valores. A una presión inferior disminuye el ángulo de distribución por lo que no se asegura una correcta superposición de abanicos. Son las más adecuadas para la aplicación de herbicidas.

Pastillas de rango variable:

Es una pastilla de abanico plano de 80° y 110° , para aplicación de herbicidas de contacto y post-emergente. Pueden trabajar en un amplio rango de presiones, de 1 a 4 bar de presión, obteniéndose diferentes caudales y tamaño de gota, pero con igual ángulo de distribución.

Pastillas de doble abanico:

Es una pastilla de abanico plano de 65° , 80° y 110° , para aplicación de herbicidas de contacto. Tienen la particularidad que el diagrama de distribución está conformado por dos abanicos planos paralelos, proporcionando un doble ángulo de ataque.

Sobre este particular existe una tapa con acople de media vuelta que permite alojar dos pastillas de manera independiente con un ángulo de separación de 30° que pueden ser de igual o diferente caudal. De este modo también se cumple el objetivo de un doble abanico.

Pastillas de abanico plano uniforme:

Pastillas para aplicaciones en banda, especialmente herbicidas pre-emergentes. Producen una distribución uniforme en todo el perfil del abanico plano, por lo tanto los abanicos no deben superponerse entre sí.

Pastillas deflectoras (espejo).

Son pastillas que pulverizan por el choque de un chorro contra un deflector, formando un abanico plano de pequeño espesor y gran ángulo de abertura. Ideales para realizar aplicaciones de presiembra ya que producen gotas de tamaño medio a grande.

Pastillas baja deriva.

Para reducir el problema de la deriva se fabrican otros tipos de pastillas, conocidas como pastillas de baja deriva, que presentan una cámara de turbulencia previa al orificio de salida del agua, ésta elimina entre un 40 y 50 % de gotas con diámetros menores a 150 micrones quedando disponibles gotas entre 200 y 300 micrones.

Pastillas pulverizadoras asistidas por aire.

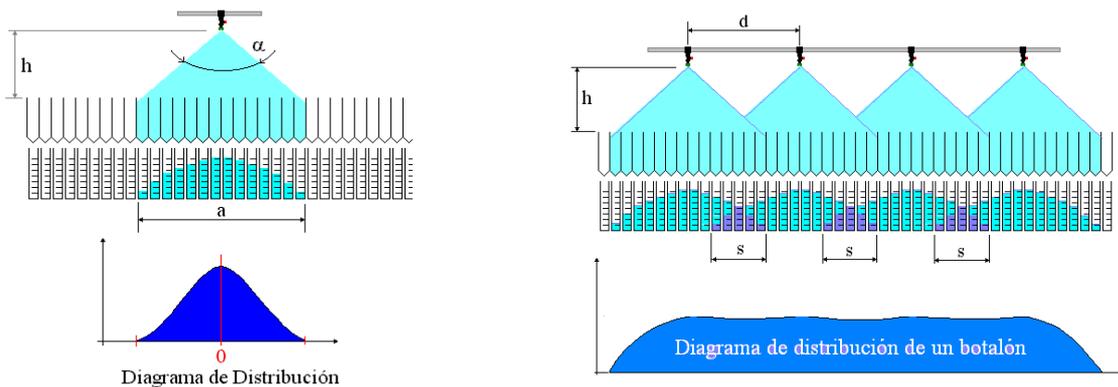
Existen además pastillas o portapicos de baja deriva con asistencia de aire, que funcionan por succión de aire a través de un orificio o ranura calibrada. El aire al ingresar al torrente de agua hace que las gotas antes de ser pulverizadas se carguen con burbujas de aire, aumentando su tamaño y de ese modo al tomar contacto con el blanco, estallan, produciendo un número mayor de gotas. Normalmente el tamaño de las gotas están en el orden de 800 micrones.

Diagrama de distribución de una pastilla de abanico plano

A través de una bandeja con canaletas colectoras de dimensiones normalizadas (ancho de canaletas 50 mm), se recoge el líquido pulverizado por la pastilla y se diferencia la cantidad entregada por secciones, en el ancho de la cobertura del chorro. Con este procedimiento se construye un gráfico de entrega, denominado **diagrama de distribución**.

El diagrama de distribución en el banco de ensayo con una pastilla de abanico plano, posee la forma de una campana de Gauss, donde la cantidad de líquido pulverizado, en la zona central es mayor que en los extremos.

Como el uso general de este tipo de pastillas es para cobertura total, para obtener una distribución uniforme en todo el ancho del botalón, se recurre la superposición de los chorros contiguos para que se sume el líquido pulverizado de las zonas superpuestas.



Pastillas de cono hueco y lleno.

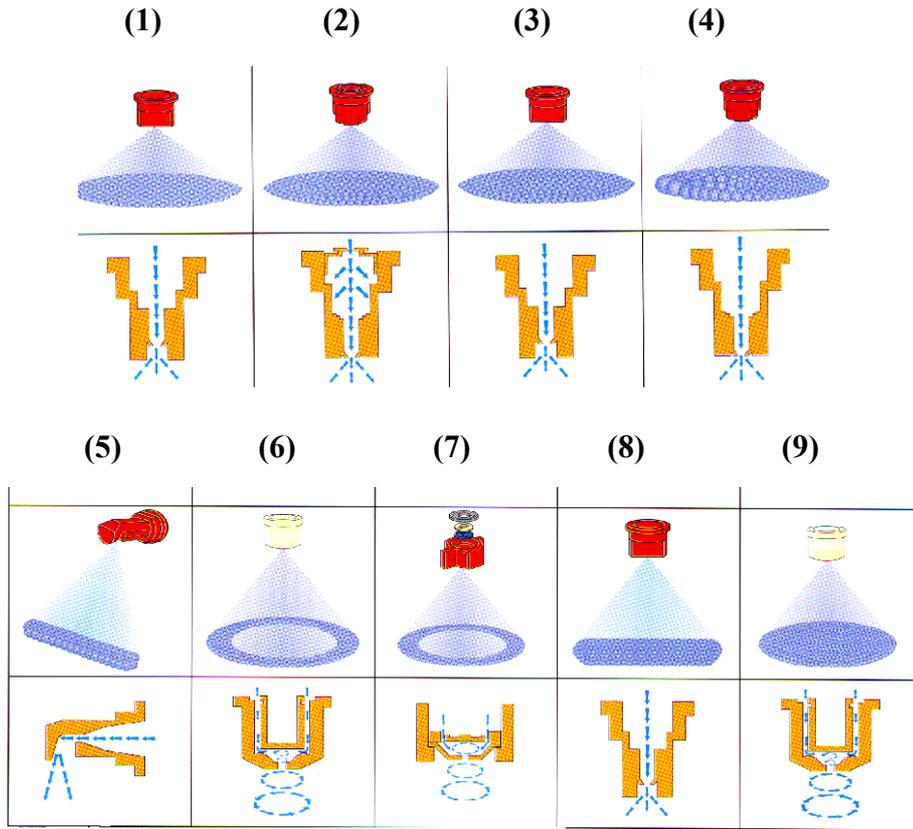
Son pastillas equipadas con una cámara de turbulencia y un núcleo de rotación conformando un chorro cónico sobre el que las gotas se desplazan con un movimiento de rotación.

Son utilizadas principalmente para aplicación de insecticidas y fungicidas. Producen un chorro cónico con ángulo en el vértice de 65 a 80 cuyo interior se encuentra prácticamente libre de gotas, esto es debido a que el núcleo de rotación tiene ranuras tangenciales ubicadas en la periferia del mismo. Las gotas más gruesas se encuentran en los bordes del chorro y los conos llenos poseen además un orificio en la parte central del citado núcleo, teniendo una mayor concentración de gotas en la zona central de la distribución. Un aumento de la presión modifica poco el caudal y aumenta la finura de la pulverización.

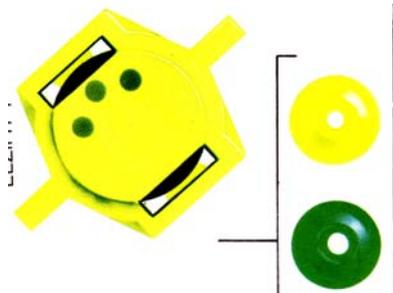
Pastillas para aplicación de fertilizantes líquidos.

Están especialmente diseñadas para la aplicación de fertilizantes líquidos denominadas comúnmente a chorros. Las mismas pueden presentar tres o más orificios. En general producen gotas de gran diámetro y no son adecuadas para la aplicación de fitosanitarios. La presión recomendada de trabajo es de 1 a 3 bar.

ESQUEMAS DE DIFERENTES TIPOS DE PASTILLAS PULVERIZADORAS



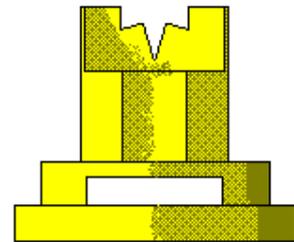
(10)



(11)

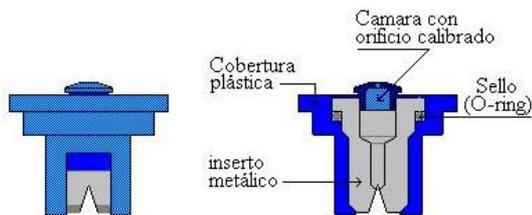


(12)



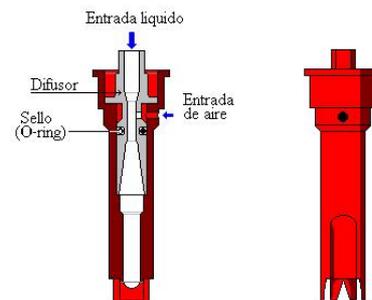
(13)

Pastilla abanico plano de baja deriva



(14)

Pastilla pulverizadora de abanico plano con asistencia de aire para ultra bajaderiva



(1) Pastilla pulverizadora de abanico plano standard

- (2) Pastilla pulverizadora de abanico plano con reducción de deriva.
- (3) Pastilla pulverizadora de abanico plano de baja presión.
- (4) Pastilla pulverizadora de abanico plano de presión variable.
- (5) Pastilla pulverizadora de abanico plano espejo o deflectora.
- (6) Pastilla pulverizadora tipo cono hueco.
- (7) Pastilla pulverizadora tipo cono hueco con núcleo y disco de turbulencia.
- (8) Pastilla pulverizadora de abanico plano en banda.
- (9) Pastilla pulverizadora tipo cono lleno.
- (10) Pastilla pulverizadora de chorro para aplicación de fertilizantes líquidos.
- (11) Portapico Twincap.
- (12) Pastilla pulverizadora de abanico plano asistida por aire
- (13) Pastilla pulverizadora de abanico plano de baja deriva.
- (14) Pastilla pulverizadora de abanico plano asistida por aire.

Material de fabricación de las pastillas y desgaste:

El material más común desde los orígenes de la fabricación de pastillas pulverizadoras y hasta hace algunos años fue el **latón** (aunque se identifico como bronce),

El **acero inoxidable** le confiere a la pastilla una excelente resistencia a los productos químicos y su dureza asegura una muy buena vida útil al orificio de salida.

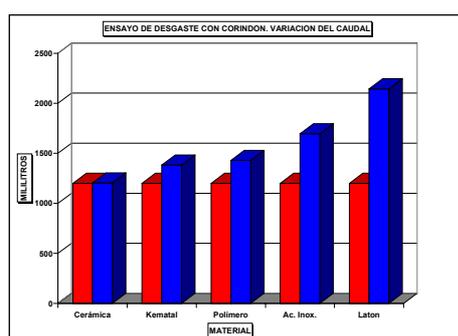
La **cerámica** (óxido de aluminio o alúmina) es el material más resistente al desgaste y a la corrosión, de todos los que se utilizan en la fabricación de pastillas.

Los **polímeros** (kematal/POM/termoresinas) poseen una excelente resistencia al desgaste y a la corrosión, además tienen la ventaja de ser inyetable en la fabricación.

Los orificios de las pastillas pulverizadoras tienen bordes muy delgados fabricados con precisión que sufren desgaste por el efecto del paso del agua con agroquímico a presión; esto trae aparejado modificaciones tanto en el caudal, como en la distribución. La duración de una pastilla varía de acuerdo al material de fabricación.

A continuación se ordena de menor a mayor el desgaste de las pastillas de acuerdo a su material:

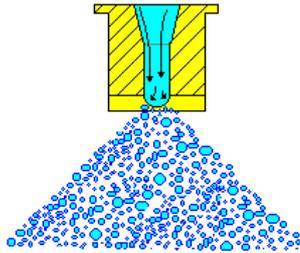
Alúmina (Cerámica), kematal, POM, termoresinas (los tres con valores de desgaste similares), Acero Inoxidable endurecido, Acero Inoxidable común, latón y plástico.



Cómo y con que se pulveriza?

El método más usado para producir la pulverización de un líquido, es a través de la energía hidráulica. El mismo somete a la circulación de un líquido bajo presión, a atravesar un pequeño orificio calibrado. El chorro o lámina líquida, es perturbada por la expansión que provoca pasar de la presión del circuito a la presión de medio ambiente, provocando el rompimiento en gotas, relativamente muy pequeñas. Cuanto mayor es la diferencia de presiones, mayor será el grado de rotura (gotas más pequeñas).

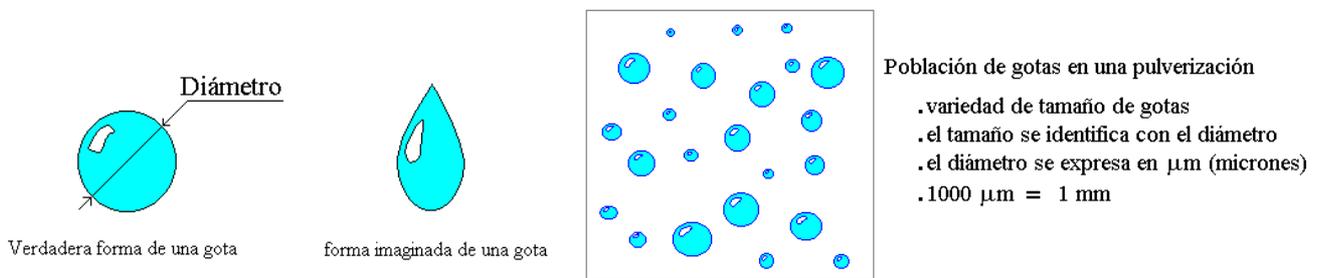
El valor de la presión del sistema de pulverización, normalmente varia entre 1 y 7 bar.



El chorro de líquido pulverizado está formado por gotas, que si bien es deseable que fuesen de la misma medida, siempre están comprendidas dentro de una gama de tamaño, denominado *espectro de pulverización*.

Cómo se mide una gota?

Las gotas son esferas muy pequeñas, que generalmente no exceden los 0,8 mm de diámetro. El control y regulación del tamaño de las mismas constituye un factor relevante en el tipo y calidad del tratamiento.



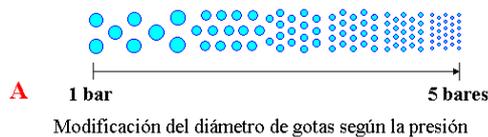
Como se modifica el tamaño de las gotas?

El tamaño de las gotas depende de la diferencia entre la presión interna del circuito que se regula a través de una válvula para tal fin y la presión atmosférica.



La Presión modifica el tamaño de las gotas

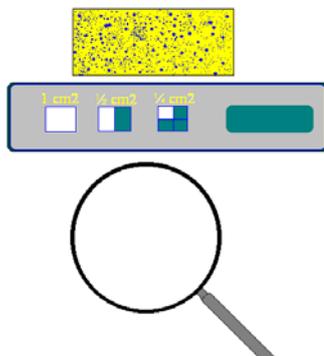
Mayor presión → Menor Tamaño de gotas



Cómo se miden las gotas?

La medición del diámetro de las gotas es un proceso complicado. Las técnicas fotográficas de alta velocidad, de láser y otras, permiten a los técnicos la medición en laboratorio, para el desarrollo y evaluación funcional de componentes.

Para el control de las gotas sobre el cultivo, se utilizan tarjetas de papel hidrosensibles. Las marcas que producen sobre la superficie artificial de medición, difieren sustancialmente de las verdaderas dimensiones de las gotas que originaron dichas improntas, pero permiten obtener un análisis visual o a través de sistemas ópticos computarizados, la homogeneidad de las gotas según el tamaño de las marcas y la *cantidad de impactos por cm²*. Esta última característica también define el tipo y calidad del tratamiento.

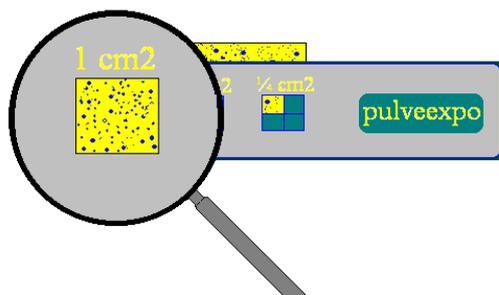


Cómo se cuentan las gotas?

La cantidad de gotas por cm² se obtiene de la observación de las tarjetas hidrosensibles con el recurso de cartón perforado con un orificio de superficie conocida y una lupa o cuenta hilos.

Se colocan un determinado número de tarjetas en diferentes lugares del cultivo, luego se recogen y al azar sobre la tarjeta se apoya el cartón con la ventana de superficie conocida y se procede a su cuenta. Este procedimiento debe realizarse varias veces con el objeto de obtener un panorama sobre el promedio de las observaciones.

Existen recomendaciones técnicas sobre la cantidad de impactos según el tipo de producto que se aplique, en algunos casos los marbetes de los envases traen indicados esta información.



PREPARÁNDONOS PARA PULVERIZAR

Antes de comenzar la campaña de tratamiento y para evitar sorpresas desagradables, es necesario preparar y controlar el equipo con objeto de dejarlo en perfectas condiciones de utilización.

Antes del tratamiento

Es necesario:

- * Asegurarse de que se dispone de cantidad suficiente del producto elegido.
- * Demarcar el campo, o marcar las líneas por las que pasará el equipo;
- * Eventualmente informarse de la situación meteorológica que se espera a corto plazo.

El día del tratamiento y antes de preparar el caldo

Se debe leer atentamente las recomendaciones de empleo para poder, en función del tiempo y del estado de desarrollo de las plagas, maleza o enfermedad, determinar la oportunidad del tratamiento. Asimismo, se deben tomar otras precauciones que afectan a:

- * Las mezclas consideradas (fitosanitarios con fertilizantes o plaguicidas entre sí).
- * La dosis de aplicación, que debe estar en función de las pastillas y de la presión utilizada.

Preparación final del caldo.

Es necesario, siempre, preparar la cantidad más o menos exacta de plaguicida a aplicar, a los efectos de evitar que quede caldo sobrante una vez finalizado el tratamiento.

Es aconsejable cargar el tanque no más de la mitad de su capacidad, poner en marcha el equipo sin pulverizar e ir agregando el plaguicida por la boca del tanque o por los sistemas de incorporación que disponga. Finalmente completar el tanque con agua.

COMO REGULO MI PULVERIZADORA.

Antes de proceder a regular la pulverizadoras se deben leer atentamente las instrucciones del producto que se va a aplicar, para saber el volumen de agua por hectárea recomendado. Una vez conocido esto, realizar las comparaciones y verificaciones que se indican a continuación.

*** Controlando la velocidad de avance del equipo.**

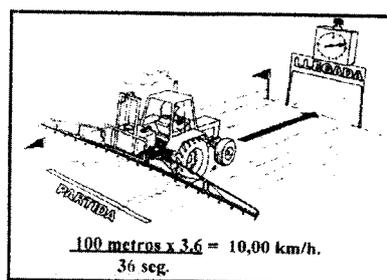
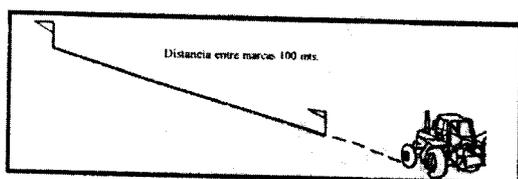
En el caso de las pulverizadoras de arrastre o suspendidas no es suficiente controlar la velocidad del tractor con el cuenta revoluciones (r.p.m.) o lo que indique el manual del mismo con relación a los cambios de marcha. Como también en los equipos autopropulsados que no dispone de radar para medir la velocidad. Lo que se debe hacer realmente es medir la velocidad con la pulverizadoras, con medio tanque lleno y con el botalón desplegado, la mayoría de las veces la velocidad real será distinta.

Para obtener la velocidad expresada en km./h. se deberá aplicar la siguiente formula:

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{espacio recorrido (m)} \times 3,6}{\text{Tiempo (seg.)}}$$

Ejemplo:

$$\frac{100 \text{ metros} \times 3,6}{36 \text{ seg.}} = 10,00 \text{ km./h.}$$



*** Verificando las pastillas pulverizadoras.**

Las pastillas son elementos básicos para una correcta uniformidad de distribución del producto sobre el cultivo y/o suelo. El volumen del líquido pulverizado, el tamaño de gota y la distribución sobre la superficie, influyen sobre los resultados en la lucha contra las plagas, malezas y enfermedades. Para su elección, deberán tenerse en cuenta los diversos factores que hacen a los diferentes tipos de pulverización.

Para seleccionar adecuadamente las pastillas y saber si su funcionamiento es el correcto se harán las siguientes operaciones:

Elegir el tipo y modelo de pastilla de acuerdo al volumen que se va a pulverizar por hectárea, el producto, la plaga y el cultivo a tratar.

Para ello se deberán consultar las tablas de los fabricantes e importadores de pastillas.

Hoy el mercado ofrece pastillas de abanico plano convencionales, de baja deriva y de rango extendido con diferentes ángulos de trabajo (65°, 80°, 110°) siendo los dos últimos los más utilizados, doble abanico, cono hueco y lleno, espejo y asistidas por aire. Estas se presentan en

diversos materiales de fabricación: plástico, latón (bronce), kematal, POM, termoresina, acero inoxidable y alúmina (cerámica).

La medición del caudal pulverizado de las pastillas debe hacerse a la presión indicada por el fabricante y siempre con agua limpia. Los métodos más usados son las jarras graduadas o los caudalímetros de caudal constantes.

Sea cual sea el método elegido, se anota el caudal de cada pastilla, se suman los caudales y se saca el caudal promedio. Aquellas que presenten desviaciones de más o en menos el 10% del valor de la media, deben ser sustituidas por otras nuevas.

Desde el punto de vista de la presión, es conveniente verificarla en los portapicos, ya que puede haber diferencias entre ellos debido al mal dimensionamiento de las cañerías de alimentación u obstrucciones. Los puntos de medición son: parte central y en ambos extremos del botalón.



Jarra medidora



Caudalímetro



Medidor de presión

Hay que tener en cuenta que la limpieza cuidadosa de una pastilla obstruida puede marcar la diferencia entre una dosis correcta o una sub o sobredosis. Bajo ningún concepto se recomienda el uso de objetos metálicos (clavos, alambres) para limpiar las pastillas ya que esto provoca una deformación del orificio que no se puede apreciar a simple vista. Esto trae aparejado una incorrecta distribución de producto y un aumento de la dosis del fitoterápico. El elemento que se debe utilizar para efectuar la limpieza es un cepillo de cerda dura similar al de dientes o con aire comprimido.

*** Analizando la distribución.**

A los efectos de analizar la distribución del botalón están disponibles una serie de bandejas colectoras de diferentes tamaños (1 y 3 metros). En caso de no disponer de ningún elemento de recolección, es suficiente observar la pulverización a contrasol y verificar los diagramas de distribución, si no presentan rayones notorios o la superposición entre ellos no es la adecuada.



*** Evaluando la distribución en el campo.**

Uno de los métodos que existe en la actualidad para valorar el espectro de la pulverización son las tarjetas hidrosensibles; estas permiten, una vez efectuada la pulverización, poder contar el número de gotas y apreciar el tamaño promedio de las mismas.

A partir de esta información se puede caracterizar el tipo de aplicación y la cobertura que se está llevando a cabo durante la misma y sugerir las modificaciones necesarias de acuerdo al tipo de cultivo, la velocidad del viento y de avance de la máquina y las condiciones climáticas imperantes en ese momento.

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

Aplicación	Gotas/cm ²
Insecticidas	20/30
Herb. Pre Emerg.	20/30
Herb. Post Emerg	30/40
Herb. Contacto	30/40
Fungicidas	50/70

*** Como calculo el volumen pulverizado por hectárea y/o el caudal de cada pastilla.**

$$Q = \frac{q \times 600}{a \times v} \quad \text{Se obtiene el caudal por hectárea pulverizado.}$$

$$q = \frac{Q \times a \times v}{600} \quad \text{Se obtiene el caudal en litros por minuto pulverizado de cada pastillas.}$$

Q = Volumen pulverizado por hectárea.(litros /ha).

q = Caudal de cada pastilla (litros/minuto).

v = Velocidad de avance (km./h).

a= distancia entre pastillas (metros).

*** Regulando la altura del botalón.**

La altura del botalón de pulverización es un factor esencial para una buena homogeneidad en el reparto del producto en la parcela, que dependerá del tipo de pastilla que se utilice y del cultivo que se está tratando. A mayor altura de pulverización se obtiene una mayor superposición, pero a su vez la pulverización es más susceptible a la deriva y viceversa. Consulte el manual de pastillas pulverizadoras de acuerdo al ángulo de pulverización, distancia entre pastillas y altura recomendada.

*** Durante el tratamiento**

El éxito o fracaso de un tratamiento depende en gran parte de las condiciones climáticas existentes durante la aplicación y después de ésta.

Una de los aspectos más influyentes sobre la calidad de distribución es el viento que es el que genera el efecto deriva. Para evitarla; este, no debe superar 12 Km./h. para sistemas convencionales de pulverización, pudiendo ser mayor si se utilizan túneles de viento o pastillas asistidas por aire.

Algunos consejos prácticos para minimizar la deriva:

- **Disminuyendo la proporción de gotas pequeñas.**
- **Utilizar pastillas de mayor caudal y aumentando la velocidad del equipo.**
- **Trabajar lo más abajo posible con el botalón.**
- **Utilización de pastillas de baja presión y ángulos de aspersion de 80 grados.**
- **Usar pastillas baja deriva o asistidas por aire.**
- **Acompañar las gotas con asistencia de aire (túnel de viento).**

- * **Humedad:** no pulverizar con baja humedad relativa en el ambiente ya que esto favorece la evaporación de las gotas.
- * **Temperatura:** ídem, con temperaturas superiores a 36 grados.
- * **Precipitaciones:** no debe llover por lo menos 1 hora antes del tratamiento y 2 horas después del mismo. De esto valores dependerá el tipo de producto que se utilice.

QUÉ ES LO QUE NO SE DEBE HACER ANTES Y DURANTE EL TRATAMIENTO:

- * Llenar completamente el depósito antes de mezclar el producto.
- * Mezclar productos antes de estar seguros de su compatibilidad o sin conocer el procedimiento de mezclado.
- * Preparar caldo en exceso.
- * Dejar el caldo preparado de un día para el otro.
- * Trasvasar agroquímicos a otros recipientes que no sean los originales.
- * Añadir gasoil como antiespumante al caldo.
- * Tratar sin previa preparación de los bordes de la parcela.
- * Trabajar a excesiva velocidad (mala estabilidad del botalón). La velocidad de avance debe adaptarse al estado del terreno. y a las características técnicas del equipo.
- * Aplicar con viento excesivo.

GUÍA DE MANTENIMIENTO

Limpiar regularmente la pulverizadora durante y después de cada campaña de tratamiento con el fin de:

Evitar esparcir residuos fitotóxicos sobre los cultivos.

Asegurar una buena distribución suprimiendo las obstrucciones totales o parciales de las pastillas.

Aumentar la vida útil de la pulverizadora.

Limpieza de pastillas pulverizadoras.

Las recomendaciones de mantenimiento son válidas para todos las pulverizadoras, cualquiera que sea su forma de transporte (suspendidos, arrastrados, o autopropulsadas etc.), la capacidad del depósito, o el tipo de pulverización.

NORMAS ELEMENTALES DE SEGURIDAD.

Cuando se utilizan productos químicos para combatir malezas, plagas y enfermedades se deberá seguir siempre las indicaciones del marbete del envase, en función de la peligrosidad potencial del producto.

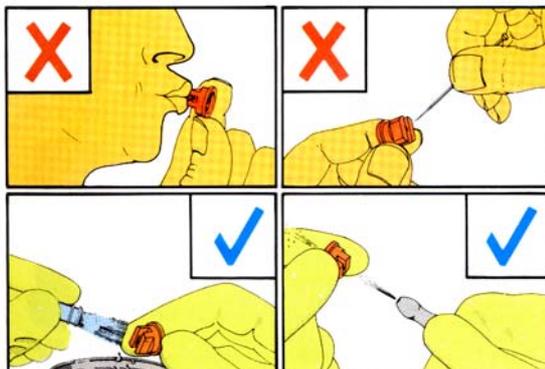
Las precauciones generales que se deben tomar son :

Los trabajos de aplicación deben ser realizados por personas idóneas y capacitadas. No se debe comer, beber o fumar durante el tratamiento, ni cuando se están manipulando los productos. La regulación del equipo debe realizarse con agua solamente, antes de añadir al depósito el producto que se va a aplicar. Durante la preparación de la mezcla y dado que los productos son peligrosos para la salud, se deberá. Utilizar ropa impermeable, con el pantalón por fuera de las botas, llevar la cabeza protegida y usar guantes y anteojos. Usar una máscara con un filtro adecuado. Utilizar recipientes reservados sólo para este uso. Evitar derrame de producto concentrado. Respetar las dosis de empleo indicadas por el fabricante del producto: No mezclar más cantidad de producto que la que se necesita para la aplicación. Después de la preparación, lavarse cuidadosamente las manos y la cara con agua limpia. Las personas y los animales pueden estar expuestos a intoxicaciones: Para evitarlas hay que tener en cuenta que: Hay que almacenar los productos en sitios secos y protegidos contra incendios, respetando siempre las indicaciones del fabricante. Los productos tóxicos o peligrosos deben guardarse en un lugar especial, bien ventilado, cerrado con llave e inaccesible a los niños y a personas inexpertas. Los productos deben conservarse en su envase original con sus etiquetas. Nunca deben guardarse en recipientes que puedan inducir a confusiones ni en los que posteriormente vayan a contener alimentos. Durante el trabajo no deben dejarse los

envases al alcance de niños o de animales domésticos. Inmediatamente después de utilizado el producto se debe inutilizar los envases.

Ante la alternativa de aplicar plaguicidas con la presencia de viento lo recomendable es trabajar en forma transversal (en la medida de lo posible) para evitar que la nube tóxica tome contacto con el operador.

RECOMENDACIONES PARA LA LIMPIEZA DE PASTILLAS PULVERIZADORAS



* Seguridad ambiental:

Precauciones generales:

Enterrar los residuos de caldo y el agua de lavado en zanjas de 30 cm de profundidad como mínimo y recubrir con tierra. No realizar esta operación a menos de 50 m de cualquier tomas de agua (perforaciones, pozos, ríos, etc.). Evitar que se pueda producir un arrastre de productos hacia viviendas, parques, jardines, edificios ganaderos y puntos de agua para el consumo humano o de animales. No se deben tratar cultivos lugares que, según establece la reglamentación, estén próximos en tiempo al periodo de recolección, o puedan acumular residuos perjudiciales para el consumidor.

* Protección de cultivos próximos

Evitar la deriva del producto fuera de la zona de tratamiento. Siempre que sea posible se debe efectuar la aplicación con poco viento en superficie. En primavera y verano, las primeras horas de la mañana son las mejores. Elegir siempre el tipo de pastilla que mejor se adapte a las condiciones de cada tratamiento particular.

Primeros auxilios.

La rapidez es esencial para el tratamiento de cualquier accidente de contaminación, para evitar envenenamientos, particularmente cuando una persona ha quedado expuesta a un plaguicida altamente tóxico. En tal caso, llamar inmediatamente a un médico, o trasladar al paciente a un hospital con la mayor rapidez y llevar él rotulo y marbete del plaguicida. Las primeras medidas de ayuda que se dan más adelante, son las que pueden aplicarse en el campo para el tratamiento de irritaciones o casos leves de envenenamiento. También se citan las medidas que deben tomarse antes que el médico pueda llegar hasta el paciente, o hasta que éste llega al hospital.

"DEBE SER SIEMPRE PRIORITARIO PROCURAR ATENCIÓN MEDICA TAN RAPIDAMENTE COMO SEA POSIBLE Y ENTREGAR AL MEDICO LA ETIQUETA DEL ENVASE QUE CONTENÍA EL PLAGUICIDA".

PICTOGRAMAS DE ADVERTENCIA:

GIFAP/CASAFE, en colaboración con la FAO, ha elaborado una serie de pictogramas para ser incluidos en las etiquetas de los productos fitosanitarios. estos símbolos están destinados a

comunicar informaciones claves de seguridad o advertencia a los usuarios en forma visual, sin usar palabras.

GIFAP-FAO han desarrollado doce ilustraciones consideradas esenciales y que son un complemento de la información impresas en las etiquetas. Los doce pictogramas se dividen en cuatro categorías: Almacenamiento, manipulación y aplicación, recomendaciones de seguridad e higiene y advertencias sobre riesgos ambientales

Rojo	EXTREMADAMENTE TOXICO		PELIGRO VENENO
Amarillo	MUY TOXICO		PELIGRO VENENO
Azul	MODERADAMENTE TOXICO		VENENO
Verde	LEVEMENTE TOXICO		CUIDADO

LAVADO Y DESTRUCCIÓN Y/O RECICLADO DE LOS ENVASES VACÍOS.

Hoy se está imponiendo el método de “triple lavado” promocionado por la CASAFE y que consiste en lo siguiente: el envase vacío debe ser llenado en una tercera parte con agua limpia y luego agitarlo durante 30 segundos, este paso debe ser repetido tres veces. El agua de lavado, debe ser incorporada al tanque de la máquina para su posterior pulverización en la zona donde se han efectuado los tratamientos. Los envases de plástico deben ser quemados. Los de papel o cartón incinerarlos y enterrar las cenizas. Los envases de vidrio y metálicos limpiarlos como los de plástico, romperlos y enterrar. Nunca utilizar los envases vacíos para otros fines. Mantenerlos siempre alejados de los niños y animales domésticos. Existen en el mercado para una limpieza profunda de los envases, picos lavadores rotativos que funcionan a alta presión incorporados generalmente en el cargador de producto.

Actualmente esta en pleno proceso de incorporación, la tecnología de reciclado de envases mediante un sistema de chipeado, fusión y estrusado, del cuál se obtienen una serie de subproductos.

A continuación se destacan algunos puntos relevantes del sistema:

- Material utilizado: HDPE y PET mezclados
- Destino: Postes y varillas para alambrados, tablas para cercos, etc.
- Características físicas de los productos:
 - Alta resistencia a la tracción.
 - Alta durabilidad
 - Bajo costo

SISTEMA DE RECICLADO:



ASPECTOS ECONÓMICOS.

Cuando se ha decidido el tipo de equipo ha utilizar normalmente el factor más importante es el costo del capital. La alternativa de contratar el servicio de terceros no siempre es posible ya que el contratista puede no estar disponible en el momento apropiado. Como no siempre se dispone del capital, debe plantearse la alternativa de tomar un crédito, por lo cuál debe tenerse en claro la tasa de interés y amortización, número de cuotas, gastos generales, etc., además los costos de depreciación mantenimiento y vida útil del equipo.

El incremento en los costos de producción de cereales y la contaminación del medio ambiente hacen necesario, que cada vez más se tenga en cuenta la precisión en las aplicaciones de

plaguicidas. Uno de los elementos más importantes para obtener esta citada precisión, es la pastilla pulverizadora, que define el tipo y forma de la distribución. Su orificio de salida que originalmente es calibrado esta sujeto a desgaste por abrasión debido al paso a presión del agua con el agroquímico. Esta, ocasiona modificaciones tanto en el caudal, como en la distribución por lo que se ve perjudicada la precisión en la aplicación.

Cuadro de desgaste de pastillas pulverizadoras de diferentes materiales de menor a mayor:

Cerámica, kematal / Polímero / POM con desgaste similares, Acero Inoxidable, Latón y Plástico.

El costo de una pastilla de latón es de \$ 0.70 a 1,00 con una duración estimada sin variar en un 10 % su caudal de 120 horas, en cambio las restantes, que en algunos casos llegan a triplicar su duración tienen un valor que ronda los \$ 2, dependiendo de modelo, tipo o marca.

Si se parte de la premisa que las pastillas de latón duran aproximadamente unas 120 horas en condiciones de trabajo sin variar su caudal original y de acuerdo al tipo de agroquímico utilizado, se puede hacer el siguiente cálculo económico:

Opción 1

Número de pastillas: 57
Costo por pastilla : 1.50 (pastillas de latón)
Total: \$ 85.50

Opción 2

Número de pastillas: 57
Costo por pastilla : 4.00 (pastillas de kematal/polímero/POM)
Total: : \$ 228.00

Si se toma como ejemplo comparativo las actividades de un productor, que trabajó con una pulverizadora de arrastre de 20 metros de ancho de labor y con pastillas ubicadas a 0,35 m.

El total de hectáreas trabajadas por año alrededor de 300 hectáreas con una capacidad de trabajo de 20 has./h. Se aplicó una dosis de 2 litros de herbicida por hectárea a un costo de \$ 36/ ha., teniendo una inversión en agroquímico de \$ 10.800.

Con una variación, solamente de un 10 % de caudal a partir de las 120 horas, la máquina ha aplicado al terminar la campaña, 60 litros de herbicida de más, gastando un excedente de \$ 1.080.

Este simple análisis económico indica que el ahorro al momento de la compra de las pastillas es irrelevante, comparándolo con el incremento de los gastos provocados en una incorrecta aplicación.

Instituto de Ingeniería Rural INTA Castelar

Para mayor información respecto a esta publicación u organizar cursos de capacitación para productores / contratistas / profesionales / operarios, evaluaciones / verificación de equipos a campo, deberá comunicarse a los números telefónicos de la primer página o por medio de correo electrónico.