

# *Pulverizaciones Agrícolas Terrestres*

Lic. Mec. Agr. Agustín Onorato  
Ing. Agr. Mario Omar Tesouro

Onorato, Agustín

Pulverizaciones agrícolas terrestres / Agustín Onorato y Tesouro Omar - 1a ed. -  
Buenos Aires : Inst. Nacional de Tecnología Agropecuaria - INTA, 2006.  
v. 1, 168 p. ; 24x17 cm.

ISBN-10 987-521-198-2

ISBN-13 978-987-521-198-8

1. Pulverización Agrícola. I. Omar, Tesouro II. Título

CDD 630

Fecha de Catalogación: 14/02/2006

# INTRODUCCIÓN

*El avance de la siembra directa ha significado un crecimiento exponencial de las tareas de aplicación de fitosanitarios para el control de malezas y otro tipo de plagas. La industria nacional ha respondido a esta demanda con una fuerte incorporación de tecnología lo cual le ha permitido conservar un liderazgo absoluto en el mercado nacional y proyectarse en el internacional.*

*El Instituto de Ingeniería Rural en el marco del Plan Estratégico Institucional del INTA 2005 – 2015 ha definido como una de sus áreas de trabajo prioritarias, la de aplicación de agroquímicos.*

*Dicha priorización ha implicado la construcción de nuevos laboratorios, así como la asignación de personal altamente especializado en este tema a fin de abordar tareas de investigación como de servicios especializados a empresas.*

*En lo que respecta a extensión y transferencia de tecnología se ha encarado un ambicioso plan de formación por medio de cursos efectuados en coordinación con empresas del sector así como con AAPRESID. En el año 2004 se inició un trabajo de coordinación de acciones a nivel nacional en la materia convocando a industriales, especialistas, académicos, investigadores y extensionistas fruto del cual se encuentra en desarrollo una Asociación público privada denominada APLICAR y un proyecto específico a desarrollarse en el INTA.*

*Entre las problemáticas relevadas a nivel nacional se ha destacado la necesidad de mejorar la formación de profesionales, operadores, asistentes, en las técnicas de aplicación para lo cual es indispensable contar con excelentes recursos didácticos.*

*La presente obra desarrollada por dos profesionales de larga tradición en el IIR es un aporte importante que aborda aspectos básicos y aplicados a ser utilizados tanto por los alumnos de las carreras de grado, como los profesionales e interesados en esta temática.*

*Se han considerado los diferentes aspectos que hoy se han incorporado definitivamente al análisis de cualquier técnica como ser las implicancias ambientales y las correspondientes a la salvaguarda de la salud y seguridad ocupacional.*

*Los invito a introducirse en esta nueva obra que ha sido realizada teniendo en cuenta los aspectos prácticos con una importante ilustración gráfica así como resultados de la experiencia acumulada en nuestro país.*

**Ing. Agr. M.Sc. Jorge A. Hilbert**  
Director Instituto de Ingeniería Rural



# PRÓLOGO

*La producción agropecuaria moderna no puede llevarse adelante sin un alto índice de mecanización. Por su parte, el desarrollo de la tecnología mecánico agrícola encuentra en el uso de productos fitoterápicos un caso emblemático donde juegan un rol fundamental las técnicas de aplicación y el control de la contaminación ambiental.*

*La mala o la buena aplicación de agroquímicos, es un claro ejemplo que marca la diferencia entre el uso irracional o la participación prudente y precisa de la maquinaria agrícola. Por todo ello, aparece con gran oportunidad este libro, estructurado en consonancia con el rigor de un tema de enorme interés y actualidad.*

*El “camino de papel” que hoy nos aprestamos a recorrer, nos lleva paso a paso por el mundo de las máquinas y equipos diseñados para las pulverizaciones agrícolas terrestres; dispongámonos entonces a comenzar un viaje intelectual hacia la profundidad de su conocimiento.*

*A lo largo de los distintos capítulos de esta obra, se analizan los principios y se entienden los por qué, para poder resolver los con qué y como, avanzando progresivamente desde el claro planteo introductorio pasando por la gota y su obtención, por el conocimiento de las máquinas, por las formas de aplicación y por la seguridad de uso, en una construcción de calidad inspirada. Pero este acierto no es casual, es el resultado de la búsqueda continua de las mejores formas de comunicación, es el resultado del esfuerzo de dos docentes que avalan con sus conocimientos y con los resultados de sus investigaciones, el sustancioso contenido que hoy nos presentan.*

*No es común encontrar en una misma persona la doble condición de investigador y docente, menos aún lograr una sociedad como ésta, capaz de documentar su experiencia con tanta claridad y ponerla de relieve con criterio selectivo.*

*El carácter didáctico de la obra permitirá a los estudiantes internarse de manera muy amigable en el “conocimiento del conocimiento ajeno”; el idioma universal del ingeniero se pone de manifiesto en la claridad de los dibujos que complementan y enriquecen el texto en equilibrada selección.*

*La dualidad autoral se ha constituido en una conjunción ideal para dar lugar a este libro de fácil lectura, de cuidadosa elaboración y de gran practicidad, indiscutible aporte en el camino de los estudiosos del tema; fue desarrollado con una gran convicción, los invito a transitar por él.*

Prof. Julio Pollacino



## ... Y VAMOS POR MÁS

*Aunque parezca un lugar común, realmente vamos por más, que estoy queriendo decir con esto, que....:*

- *editamos con este, el segundo libro,*
- *vamos a tener inscripta la Asociación en los primeros meses del año,*
- *estamos elaborando un Proyecto Nacional en el cuál interactuemos de manera conjunta tanto los sectores públicos como privados,*
- *es nuestra responsabilidad en base a brindar conocimiento proteger a todos los actores involucrados en la aplicación de fitosanitarios,*
- *protejamos a los consumidores de alimentos para que los mismos sean sanos y seguros,*
- *protejamos el ambiente en el cuál pasamos nuestras vidas,*
- *estamos analizando la factibilidad de tener nuestro propio Congreso de la especialidad,*
- *en fin .....vamos por más.*

*Aunque parezca una utopía, como se dice por ahí, los argentinos somos capaces de trabajar juntos cuando tenemos objetivos en común y AplicAR no es ni más ni menos que eso, un objetivo común.*

*Tuvimos la visión de ocupar un espacio vacío que esta la fecha nadie había llenado y se logró simplemente a base de sumar y sumar a personas de los diferentes ámbitos, detrás de “ese objetivos común” que no es otra cosa, que mejorar las técnicas de aplicación de fitosanitarios.*

*El camino no es fácil, ni sencillo ya que tenemos que romper la vieja inercia de trabajar separados, priorizar nuestros propios intereses y ser indiferentes con el resto de la sociedad, es por ello que traigo a la palestra un dicho de un gran estadista argentino, más allá de las simpatías políticas “el futuro nos va a encontrar unidos o dominados” y espero fervientemente que nos encuentre unidos detrás de AplicAR, se que con el apoyo de todos ustedes lo vamos a lograr.*

*Por último, bien venidos a esta nueva publicación que es fruto del esfuerzo de destacados profesionales y con el invaluable aporte económico del sector privado.*

*Finalmente gracias..*

Mario Bogliani





# ÍNDICE

## Capítulo I – Introducción y Generalidades

• Introducción y Generalidades.....	17
• I) Métodos de control de plagas de origen animal.....	19
• II) Métodos de control de plagas que provocan enfermedades.....	20
• III) Métodos de control de malezas.....	20
• Control integrado.....	22
• Efectividad del tratamiento químico.....	23
• Formulación de plaguicidas.....	24
• Formas de aplicación de los plaguicidas.....	25

## Capítulo II – La gota: Vehículo de los plaguicidas

• Introducción.....	33
• Características generales de las gotas.....	33
• Efecto de las condiciones atmosféricas.....	34
Efecto de la temperatura.....	35
Efecto de la humedad relativa.....	35
Efecto del viento.....	37
• Características de las gotas producidas durante la pulverización.....	38
Diámetro medio.....	40
Diámetro volumétrico medio.....	40
Diámetro volumétrico mediano.....	41
Diámetro medio Sauter.....	43
• Variables a definir para la aplicación de plaguicidas.....	44
• Tablas psicrométricas.....	45

## Capítulo III – Producción de gotas

• Introducción.....	53
• Pastillas pulverizadoras.....	54
• Uso de pastillas según el tipo de agroquímico que se aplica.....	55
• Pastillas de abanico plano.....	55
Pastilla Standard.....	60
Pastilla de rango extendido.....	60
Pastilla antideriva convencional.....	60
Pastilla inducida por aire.....	61
Pastilla deflectora o espejo.....	63
Pastilla de abanicos gemelos o doble abanico plano.....	64
Pastilla “Fuera de centro”.....	65
Pastilla de abanico plano uniforme o para aplicación en bandas.....	65
• Pastillas de cono.....	
Pastilla de cono hueco.....	66
Pastilla de cono hueco inducida por aire.....	68
Pastilla gran angular.....	68

Pastilla de cono lleno .....	69
• Otros tipos de pastillas	
Pastilla para fertilizantes aplicados al suelo .....	70
• Cuadro comparativo de las formas de distribución de los distintos tipos de pastillas pulverizadoras .....	70
• Pulverizadores rotativos .....	71

## Capítulo IV – La máquina pulverizadora

• Circuito hidráulico de pulverización .....	83
• Componentes del circuito hidráulico de pulverización .....	84
Depósito o tanque .....	84
Agitador .....	85
Incorporación del agroquímico al tanque .....	86
• Válvulas de distribución de caudal .....	87
• Filtros .....	89
• Bombas hidráulicas .....	92
Bombas de desplazamiento positivo .....	93
Bombas centrífugas .....	95
• Selección de una bomba .....	96
• Regulación de la presión del circuito .....	98
• Manómetro .....	99
• Picos .....	101
• Barral o botalón .....	107
Estabilidad del botalón .....	108
Túnel de viento .....	110
Marcador de espuma .....	112
• Posicionamiento y guía de conducción .....	113
• Comandos de pulverización a distancia .....	114
• Regulación automática de pulverización .....	115
• Símbolos hidráulicos .....	119

## Capítulo V – Aplicación de plaguicidas

• Formas de aplicación .....	129
• Cobertura total .....	129
Uniformidad del caudal entregado por los picos .....	135
Distribución de los picos .....	136
Superposición de los chorros .....	137
Control de uniformidad de pulverización .....	137
• Aplicaciones en Banda .....	138
• Análisis de la cobertura en una aplicación .....	140
• Capacidad de trabajo .....	142
• Autonomía .....	144

## Capítulo VI – Seguridad

• Requisitos de seguridad en el diseño de una máquina pulverizadora, .....	151
--	-----

Botolón .....	151
Tanque de pulverización .....	151
Tanque de agua limpia .....	152
Boquilla lavadora de envases .....	152
• Seguridad en la manipulación y aplicación de agroquímicos .....	153
• Procedimientos para garantizar la seguridad en la aplicación .....	154
• Recomendaciones para el tratamiento de los envases vacíos .....	156

## BIBLIOGRAFÍA.

- G. A Matthews “Método para la Aplicación de Pesticidas”. CECSA México. 1987
- J. J. Costa; Margheritis, A. E.; Marisco, O. J. “Introducción a la Terapéutica Vegetal”. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. 1979
- Augusto Piazza; Perez Lissarrague, J.; Barbado, José L. “Guía Práctica para el Profesional en Fitoterapicos”. Editorial Dunken Buenos Aires 1999.
- Alesandro Saggini “Tecnología del Diserbo Localizzato e a Pieno Campo”. Edagricole. Italia. 1980
- Giorgio Marrochi. “Practica del Diserbo”. Edagricole. Italia. 1983
- Lurmark Spray Tips. Handbook 4 Section 2. Lurmark Ltd. Inglaterra. 1995.
- Hypro Agriculture Catalog. “Pumps and Accessories for a Progressive World”. Minnesota USA.
- Lechler Industrial Spray Nozzles and Accessories. Alemania. 1993
- Arag Spraying and Irrigation. “Irrigazione e Diserbo”. Italia. 2001
- Centre National du Machinisme Agricole, du Gene Rural, des Eaux et des Forest. (CEMAGREF) “Mon Pulverisateurs”. Francia.1989
- Mario P. Bogliani; Onorato, Agustín A.; Masiá, Gerardo. “El Camino para Pulverizar con Éxito”. INTA. Argentina.1999.
- Delavan Agspray Products. Catalog 1820H. USA. 1991
- Spraying Guide. Hypro Agriculture Products. USA. 2001.
- Udor. Catalogo Pompe a Membrana e Pompe a Pistón. Italia. 2000.
- Spraying Systems Co. Teejet Spray Products Para la Agricultura y Horticultura. Catalogo 28M-E USA 2002.





*aplicAR*



**Un espacio  
Institucional  
público/privado  
Para repensar  
las aplicaciones  
de fitosanitarios.**

**Sede Institucional:  
Instituto de Ingeniería Rural - CIA.  
INTA Castelar  
Tel./fax: (011) 4665-0450/0495  
E/Mail: [aplicaragroquimicos@cnia.inta.gov.ar](mailto:aplicaragroquimicos@cnia.inta.gov.ar)**



# INSTITUTO DE INGENIERIA RURAL



## CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE AGROINDUSTRIA

INTA CASTELAR



Laboratorio de Protección de Cultivos y Control Ambiental

### CAPACIDADES

#### Homologación de máquinas pulverizadoras, bajo Normas IRAM-ISO:

- Montadas.
- Arrastre.
- Autopropulsadas.

#### Homologación de pastillas pulverizadoras bajo Protocolo INTA:

- Caudal.
- Distribución.
- Desgaste.
- Deriva.

#### Homologación de bombas: a pistón, diafragma, centrifugas y rodillos, bajo Normas ISO:

- Consumo de potencia.
- Caudal.
- Presión.

#### Homologación de manómetros, bajo Normas ISO:

- Baja presión.
- Alta presión.

#### Sistemas de Agitación. Eficiencia. bajo Normas ISO:

- Mecánicos.
- Hidráulicos.

#### Estudios especiales:

##### En laboratorio:

- Estabilidad de botalón.
- Aditivos antideriva, tensioactivos y coadyuvantes.
- Cargadores de producto.
- Sistemas de inyección directa de plaguicidas.
- Seguridad y ergonomía.
- Rumorosidad en cabina.

##### A Campo:

- Estabilidad de botalón.
- Sistemas de asistencia de aire, túneles de viento.
- Análisis de deriva.
- Rumorosidad en cabinas.
- Seguridad y ergonomía.

Ensayos a campo de fitosanitarios.

Cursos y jornadas de perfeccionamiento.

Asistencia en lanzamiento de nuevos productos.

Elaboración de manuales técnicos y traducción de manuales técnicos.

Homologación de equipos pulverizadores en uso.

Field test prestación de pulverizadoras nuevas.

### Instituto de Ingeniería Rural

Casilla de Correo 25. 1712 Castelar. Buenos Aires.

Tel./fax: +54 (011) 4665-0450/0495

E-mail: [ingrura@cnia.inta.gov.ar](mailto:ingrura@cnia.inta.gov.ar)

Web: [www.inta.gov.ar/iir](http://www.inta.gov.ar/iir)

# CAPÍTULO 1

## Introducción y Generalidades







# Introducción y Generalidades

## Introducción

Un ecosistema es un sitio donde conviven diferentes especies vegetales y animales, condicionadas por el medio ambiente.

Los ecosistemas son dinámicos y siempre evolucionan hacia un estado de equilibrio.

Cuando en un lugar determinado, el hombre hace agricultura, trata de que predominen en ese sitio, las especies

regresar a su estado primitivo. La manifestación visible de esta reacción es el enmalezamiento, el aumento desmesurado de la población de alguna especie de insecto que hasta ese momento pasaba inadvertida, la aparición de patógenos, etc. Todos estos agentes de origen biológico, que afectan sustancialmente la producción, son considerados plagas.



útiles por él seleccionadas. A fin de alcanzar ese objetivo reemplaza la vegetación nativa, por plantas cultivadas.

Esto implica cambiar una situación de estabilidad por otra, solo sostenible mediante aportes de energía externa. Tanto más nos alejamos del equilibrio original, tanta más energía nos demandará modificar y mantener el sistema productivo.

Como a toda acción sigue una reacción, mediante un proceso conocido como Sucesión, el ecosistema tiende a

El hombre basa entonces su sistema de producción, en una situación de inestabilidad. Luchando contra las plagas con herramientas rudimentarias, los primitivos agricultores impidieron el proceso de sucesión.

Como el aporte de energía era escaso, también lo era el impacto producido sobre el ambiente y el producto obtenido.

Actualmente se cuenta con un paquete tecnológico, tan poderoso como peligroso, que nos permite manejar sis-

temas productivos de gran inestabilidad y elevados rindes. Es nuestra responsabilidad utilizarlo racionalmente,

a fin de satisfacer las necesidades presentes de alimentos, preservando el ambiente para las futuras generaciones.



## Generalidades

Se considera plaga a cualquier organismo que por su carácter extensivo, calamitoso e invasor, tiene la capacidad de provocar un significativo perjuicio a la producción agropecuaria. Se reconocen tres métodos de lucha contra las plagas, los cuales difieren entre sí según el momento en que se realizan y el alcance que posean. Ellos son *prevención*, *erradicación* y *control*.

- **Prevención:** Conjunto de medidas destinadas a evitar la introducción y el establecimiento de una plaga, en un sitio en el cual no existe. Las barreras fitosanitarias tienen como objeto evitar que al comercializar productos agropecuarios, ellas se propaguen de un país, o de una región, a otra. En el mismo sentido, pero a diferente escala, un productor puede tomar sus propias medidas preventivas, teniendo en cuenta que al sembrar puede incorporar al suelo semillas de malezas, o al adquirir animales puede introducir en su establecimiento parásitos y enfermedades.

- **Erradicación:** Consiste en eliminar la plaga de un área determinada. Esto es difícil de lograr y siempre que se llevó a cabo, fue mediante una acción conjunta y a expensas de un elevado costo.

- **Control:** A diferencia del método anterior, no tiene como objetivo la eliminación de la plaga, sino atenuar sus efectos, a fin de disminuir el impacto de ésta sobre la producción.

Se intenta mantener el agente perjudicial a un nivel de daño razonable, compatible con un buen resultado económico. Para ello es necesario manejar correctamente los *umbrales de daño económico* y los *umbrales de acción*. En el primer caso se realiza un muestreo a fin de estimar la población de la plaga y poder decidir acerca de la conveniencia de realizar un tratamiento. En el segundo caso, la aplicación se lleva a cabo si se dan las condiciones ambientales predisponentes que favorezcan un desarrollo importante de la plaga.

Debe tenerse presente que poner en

funcionamiento una máquina pulverizadora implica efectuar una erogación de dinero y también, casi inexorablemente, un daño al ambiente. La realización de un tratamiento debe estar plenamente justificada y los beneficios obtenidos deben superar ampliamente los costos.

De aquí en adelante, al considerar los

métodos de lucha, nos estaremos refiriendo al *control*. Como éstos varían según el tipo de plaga, las clasificaremos en:

- I. Plagas de origen animal: Insectos, ácaros, nematodos, etc.
- II. Plagas que provocan enfermedades: Hongos, bacterias, virus.
- III. Malezas

## I ) Métodos de control de plagas de origen animal.

- **Culturales:**

- 1) *Rotaciones de cultivos*: Una importante cantidad de plagas de origen animal, son específicas o presentan afinidad con determinada especie de vegetal. La repetición de un mismo cultivo, durante una serie prolongada de años, conduce a un aumento importante de la población de la plaga.
- 2) *Eliminación de rastrojos y/o malezas*: De esta forma se intenta impedir que la plaga complete su ciclo biológico.
- 3) *Utilización de variedades resistentes*: Cada cultivo presenta variedades con características particulares que las distinguen del resto. Una de estas características es la diferente susceptibilidad al ataque de las plagas. Deberá considerarse como muy importante la selección de la variedad a sembrar, cuando en la zona de cultivo existan antecedentes de daños ocasionados por determinado agente perjudicial.

- **Biológicos:**

- 1) *Empleo de parásitos y predado-*

*res*: Existen actualmente algunos productos comerciales de este tipo. Al ser específicos, tienen la ventaja de no ser tóxicos para el hombre, plantas y otros insectos benéficos.

- 2) *Liberación de machos estériles*: Se crían los insectos, se esterilizan por medio de radiaciones y luego se los libera para que compitan con los machos normales de la especie. Este método solo es efectivo cuando la población de la plaga es baja.

- **Físicos:**

- 1) *Temperatura*: Este es un factor que tiene una importancia fundamental sobre el ciclo biológico de las plagas. Al aumentar la misma, los ciclos se acortan, incrementándose la cantidad de generaciones anuales y la población. Si bien en los cultivos no es un factor que podamos controlar, en un silo por ejemplo, manteniendo el granel a temperatura adecuada por medio de una ventilación apropiada, estaremos inhibiendo la multiplicación de la plaga.

La inmersión en agua caliente de bulbos y rizomas, es un método ampliamente utilizado para el control de nemátodos.

- **Químicos:**

Existe una gran variedad de productos químicos disponibles, para el control de plagas animales. Los cla-

sificaremos en dos grupos, de acuerdo a la forma en que se comportan al estar en contacto con el vegetal:

- a) De *acción sistémica*, que son absorbidos y traslocados.
- b) De *acción tópica* o local, que realizan acción plaguicida en el punto donde han sido depositado.

## II ) Métodos de control de plagas que provocan enfermedades

- **Culturales:**

- 1) Rotaciones de cultivos.
- 2) Eliminación de malezas y/o rastrojos.
- 3) Utilización de variedades resistentes
- 4) Control de insectos vectores

Los fundamentos de empleo de los métodos culturales, son similares a los mencionados para las plagas animales.

En este caso son singularmente importantes, pues en los cultivos extensivos, suele ser el único método económico para disminuir los efectos de las enfermedades.

- **Físicos:**

**Temperatura:** La diferencia entre la temperatura letal de la plaga y el vegetal (hospedante), permite controlar el parásito. Este método se emplea fundamentalmente, en ór-

ganos de propagación de los cultivos.

- **Químicos:**

Para que produzca una enfermedad, deben darse simultáneamente tres factores:

- 1) Presencia del patógeno
- 2) Presencia del hospedante
- 3) Que se establezca la relación hospedante-patógeno.

A fin de evitar que se cumpla ésta última condición, se utilizan los productos conocidos como protectores, que establecen una barrera entre la planta y el parásito. Si se ha producido la enfermedad, deben utilizarse productos curativos (funguicidas o antibióticos). Igual que en el caso de los insecticidas, existen productos de acción local, y otros de acción sistémica.

## III ) Métodos de control de malezas

- **Culturales:**

Evitar que coincidan los ciclos de las malezas predominantes, con el ciclo de los cultivos, facilita las tareas de control. Por ejemplo si hay mucho sorgo o gramón, realizar cultivos invernales y barbecho estival.

Si existe una importante infestación de malezas latifoliadas, hacer cultivos de gramíneas y viceversa, favorece las tareas de control.

Efectuar barbechos limpios, realizando labores que permitan extraer los

órganos de propagación de las malezas (rizomas, estolones, guías), para que la acción del sol o las heladas los destruyan.

En zonas o períodos ganaderos, manejar racionalmente las praderas, evitando el sobre pastoreo.

Realizar clausuras oportunas, a fin de posibilitar que semillen las especies con buen valor forrajero.

- **Biológicos:**

Se utilizan insectos específicos. En nuestro país existen antecedentes de este tipo de control.

- **Físicos:**

Empleo de fuego, inundación o cobertura de polietileno en el caso de cultivos intensivos.

- **Mecánicos:**

1) *Trabajos previos a la implantación:* El control de las malezas, comienza con la labranza primaria y continua con las labores de repaso, durante la preparación de la cama de siembra.

2) *Trabajos posteriores a la implantación:* En los cultivos en masa (trigo) y de escarda (maíz), en estadio tempranos de desarrollo, puede utilizarse, en cobertura total, máquinas apropiadas (por ej. rastra rotativa). Esto es efectivo siempre que la maleza este recién germinada y que la altura del cultivo sea apropiada, para no ser afectada por la labor.

Los de escarda, debido a la separación existente entre los surcos, admiten el pasaje de la máquina hasta estados avanzados de cre-

cimiento, permitiendo controlar mediante las carpidas a las nuevas tandas de malezas que vayan apareciendo. Los trabajos habituales son:

- **Escardillar:** Arrancar las malas hierbas de un cultivo. Un escardillo posee una o más azadas, que al desplazarlas en los entre surcos, cortan y descalzan las malezas, removiendo la capa superior del suelo.
- **Aporcar:** Es la última labor de defensa mecánica. Algunos cultivos pueden ser favorecidos con el arrime de tierra alrededor del tallo. El aporque favorece el desarrollo de las raíces y asegura a la planta una mejor nutrición.

3) *Cortes:* Los vegetales poseen diversas formas de perpetuarse. Los de ciclo anual, al culminar la estación de crecimiento, fructifican y mueren. Las semillas, esparcidas por diversos mecanismos, pueden germinar al año siguiente, o permanecer en estado de vida latente durante un lapso variable de tiempo. Las perennes, además de poseer éste mecanismo de multiplicación, presentan órganos de resistencia que se mantienen en reposo, durante los períodos climáticos adversos. Al efectuar cortes oportunos, impidiendo que semille la maleza, estamos afectando la supervivencia de la misma, principalmente si son anuales. De no hacerlo, favorecemos su propagación.

- **Químicos:**

Clasificaremos los productos químicos según tres variables, debido a que condicionan la forma de aplicación:

- 1) *Forma de acción*
- 2) *Modo de acción*
- 3) *Momento de aplicación*

***Forma de acción:***

Existen productos *Selectivos* y *No Selectivos*. Los primeros, por diversos mecanismos de acción, resultan tóxicos para determinado grupo vegetal y muy poco perjudiciales para otras especies. De esta forma pueden controlar las malezas gramíneas en cultivos de latifoliadas, malezas latifoliadas en cultivos de gramíneas, malezas gramíneas en cultivos de gramíneas y malezas latifoliadas en cultivos de latifoliadas.

Los segundos, destruyen todos los vegetales con que toman contacto. La única forma de selectividad, es que mediante una apropiada técnica de aplicación, se los ubique solamente sobre las especies que se quiere eliminar.

***Modo de acción:***

a ) **Sistémicos:** Al ser absorbidos por el vegetal y traslocados, alteran su metabolismo y le provocan la muerte.

b ) **De contacto:** Los de contacto en cambio, destruyen el tejido vegetal solamente en el lugar donde se depositan.

***Momento de aplicación:***

Según el momento que se distribuye el producto, con respecto al cultivo, los agrupamos en herbicidas de presembrado, de preemergencia y de post-emergencia. Los primeros pueden ser aplicados al suelo o sobre el follaje de las malezas, antes de la implantación del cultivo. Los de preemergencia, se aplican después de siembra o en forma conjunta con ella. En ese último caso cuando la maleza aún no ha emergido, puede colocarse en cobertura total o en bandas. Si la maleza ha emergido pero el cultivo no, puede utilizarse en cobertura total, un herbicida de contacto sin poder residual. Los de post-emergencia, pueden ser aplicados en banda o en cobertura total, si los mismos son selectivos. Puede utilizarse caños de bajada, con lo cual se mojará menos el cultivo que la maleza, si el cultivo presenta cierta susceptibilidad al herbicida o, está en una etapa de su ciclo en el cuál resulta sensible al agroquímico.

## Control integrado

Emplear un solo método de control para combatir un agente perjudicial, resulta en general inefectivo y poco económico. Coordinando en forma apropiada los diversos recursos que poseemos, tendremos mejores resultados con menor costo, disminuyendo además el efec-

to negativo de la agricultura sobre el ambiente. La combinación adecuada de los diferentes métodos de control de plagas se conoce como *Control Integrado*.

Se ha hecho una breve reseña, de ningún modo exhaustiva, de los méto-



dos de control de plagas. El objetivo de la misma, fue dar una idea general de la vastedad del tema tratado y en particular, brindar algunas pautas que permiten definir la mejor estrategia de aplicación de un tratamiento químico. Así, por ejemplo, es evidente que un fungicida protector resultará efectivo si se logra una buena cobertura sobre el cultivo, ya que en toda aquella superficie que no sea alcanzada por el producto puede establecerse la relación hospedante-patógeno. Esta afirmación continúa siendo válida para la mayoría de los fungicidas con acción erradicante.

Algo similar ocurre con los herbicidas e insecticidas de contacto. En el primer caso, si la maleza es parcialmente mojada, puede perder parte de su área foliar sin que se vea seriamente comprometida su supervivencia. En el se-

gundo caso, muchos insectos pueden escapar al control si no son alcanzados directamente por el plaguicida.

Las necesidades de cobertura se reducen al aplicar productos sistémicos. También resulta diferente la forma de aplicación de los herbicidas postemergentes, respecto de los que se dirigen al suelo (presiembrado y preemergentes).

Prácticamente la totalidad de los autores coinciden en que, para lograr coberturas elevadas y una buena penetración de la pulverización en canopeos densos, deben emplearse espectros de pulverización que posean gotas finas. Sin embargo, como se verá en el siguiente capítulo, toda reducción en el tamaño de las gotas implica incrementar los riesgos de perder una fracción importante del líquido pulverizado por evaporación o por arrastre a causa del viento.

## Efectividad del tratamiento químico

Para mejorar las probabilidades de éxito del control químico, se deberá prestar suma atención a los siguientes ítems:

- 1) Identificación de la plaga
- 2) Momento de aplicación
- 3) Fitoterápico utilizado
- 4) Dosis
- 5) Forma de aplicación

Resulta claro que sólo podrá seleccionarse el fitoterápico más conveniente si la plaga a controlar ha sido identificada en forma precisa. Si dos o más plaguicidas pueden servir para controlar una determinada plaga, en general se

elige el que posee el menor costo por hectárea. Si existen varios fitoterápicos que también resultan similares en este sentido, se opta por utilizar el que presenta menor toxicidad.

A lo largo de su ciclo evolutivo, las plagas presentan diferente grado de sensibilidad a la acción de los agroquímicos. Si se deja pasar el período en el cual resultan más susceptibles, deberán incrementarse las dosis de aplicación y se reducirá la efectividad del tratamiento.

Un sinnúmero de experiencias demuestran que, este último parámetro, resulta también altamente influenciado por la técnica de aplicación utiliza-

da. Para decidir cual será la mejor forma de llevarla a cabo, es necesario considerar los conceptos vertidos anteriormente, en lo que respecta al tipo de

plaga y de fitoterápico a emplear y, de las principales propiedades del espectro de distribución que se describen en el próximo capítulo.

## Formulación de plaguicidas

Comercialmente los plaguicidas vienen presentados como productos formulados. Esto significa que además del principio activo, que es la parte del fitoterápico que presenta efectos tóxicos sobre la plaga, existe otra serie de componentes como ser: Solventes o diluyentes, emulsionantes, coadyuvantes, etc. La cantidad de principio activo que posee el mismo, debe tenerse en cuenta pues afecta el precio y la cantidad de producto a aplicar por hectárea (dosis). Por ejemplo, si tenemos la posibilidad de elegir dos productos, uno con concentración del 50 %, que cuesta el doble que otro que posee el mismo principio activo, pero con una concentración del 20 %, será mas barato el primero. Con respecto a la dosis, si la recomendación está expresada como producto formulado al 50 %, al utilizar el segundo, debe aumentarse 2,5 veces. Si la dosis está expresada en principio activo (gramos o equivalente ácido) por hectárea, para reemplazarla debemos aplicar 2,5 veces más producto comercial del segundo, que del primero.

En cuanto a la forma de presentación, puede ser líquida o sólida.

*Dentro de las líquidas tenemos*

- 1) *Soluciones*
- 2) *Líquidos emulsionables*
- 3) *floables*

**Soluciones:** Existen soluciones acuosas y oleosas.

Cuando dos líquidos son misibles, al mezclarse forman una solución. Ésta tiene la característica de ser estable, y los líquidos que le dieron origen no se separan, por más tiempo que se los deje en reposo. Las que se obtienen mezclando el producto comercial con agua, son soluciones acuosas. Las que se diluyen mediante algún derivado del petróleo, son soluciones oleosas, utilizables principalmente para aplicaciones aéreas.

**Emulsiones:** Cuando el principio activo es oleoso, se agregan emulsionantes al formulado. Esto posibilita su mezcla con agua, formando una emulsión. A diferencia de las soluciones, las emulsiones son estable sólo en forma parcial. Para asegurarnos que la mezcla sea homogénea, debe contarse con un buen sistema de agitación en el tanque de la pulverizadora.

**Floables:** Como en el caso de las emulsiones, tenemos una fase acuosa y una oleosa. La diferencia es que la oleosa está más dispersa y en consecuencia es más estable.

Dentro de las presentaciones *sólidas* tenemos:

**Polvos solubles:** Al mezclarse con agua forma una solución

**Polvos mojables:** En este caso la mezcla no es estable, y al igual que con las emulsiones, el efecto de agitación es muy importante.



**Polvos para espolvoreo:** Se aplican sin ser mezclados con líquidos.

**Granulados:** El principio activo está fijado a la superficie de un inerte. Se utilizan principalmente para tratamientos de suelo.

**Encapsulados:** Tienen la misma aplicación que los anteriores. La diferencia radica en que la liberación del tóxico es más lenta.

## Formas de aplicación de los plaguicidas

Existen diversas formas de dosificar y distribuir plaguicidas. Las más comunes son:

- **Fumigación:** En rigor, es el proceso de dosificación y distribución de un gas o humo. En el uso común, este vocablo se utiliza para identificar una aplicación con líquido pulverizado. Un ejemplo doméstico de fumigación es el uso de espirales para mosquitos.
- **Espolvoreo:** Dosificación y distribu-

ción de productos en forma de polvo.

- **Inyección:** Incorporación al suelo de insecticidas (por ejemplo, hormiguicidas) a través de inyectores
- **Aplicadores por contacto:** El contacto de partes embebidas en herbicidas del dispositivo aplicador (cuerda o soga) con las malezas. Este tipo de aplicaciones se realizan sobre malezas que hayan superado en altura al cultivo que se quiere tratar.



**Figura 1.1:** Máquina pulverizadora de chorro proyectado



**Figura 1.3:** Máquina pulverizadora de chorro transportado.



**Figura 1.2:** Aplicación de chorro proyectado con mochila.

- *Pulverización*: Dosificar y distribuir un líquido en forma de gotas. Esta labor es la más común y difundida entre las tareas de aplicación de agroquímicos.

Puede clasificarse en pulverizaciones TERRESTRES y AEREAS

Dentro de las aplicaciones *terrestres* se diferencian:

- a) *Máquinas de Chorro Proyectado*: El líquido que es dosificado por las pastillas pulverizadoras se proyec-

ta directamente al objetivo (cultivo, suelo, etc)

- a) *Máquina de Chorro Transportado*: El líquido es dosificado por pastillas convencionales, pero la pulverización llega al objetivo a través de una corriente de aire producida por una turbina que posee la máquina para tal fin. Este tipo de equipo se utilizan básicamente en montes frutales.

Dentro de las aplicaciones aéreas existen dos alternativas: pulverizaciones con avión o mediante helicóptero.



**Figura 1.4:** Avión en plena tarea de pulverización.





# Mejore sus aplicaciones. No dañe su salud.



## ecoRIZO SPRAY

El adyuvante que no contiene  
nonil fenol etoxilado,  
sustancia prohibida por la Unión Europea  
por considerarla peligrosa.  
Optimiza las aplicaciones agrícolas sin dañar  
la salud y el medio ambiente.

En adyuvantes, un paso adelante.

- Menor tensión superficial de las gotas.
- Cobertura uniforme.
- Menor producción de espuma.

Nuevo principio activo: alcohol graso monoramificado etoxilado.

RUTA 32 km 1,5. - PARQUE INDUSTRIAL - C.P. B2702HDA  
Pergamino. Buenos Aires - Argentina  
TE: 54 - 2477 - 432044 - FAX: 54 - 2477 - 432893  
info@rizobacter.com.ar. www.rizobacter.com.ar



**RIZOBACTER**  
**ARGENTINA S.A.**  
Adelantando Futuro



# CIAFA

CAMARA DE LA INDUSTRIA ARGENTINA DE FERTILIZANTES Y AGROQUIMICOS



Av. Bernardino Rivadavia 1367 - Piso 7 "B" (C1033AAD) Ciudad Autónoma de Buenos Aires  
Tel.: 4381-2742 / 4381-6418 / 4383-0942 Fax: 4383-1562 [ciafa1@ciudad.com.ar](mailto:ciafa1@ciudad.com.ar)





# Spraytec

COMPONENTES PARA PULVERIZACION

Crespo 240 - ROSARIO - ARGENTINA

Visite nuestra página web

[www.spraytec-srl.com.ar](http://www.spraytec-srl.com.ar)

**Cada gota cuenta... Pulverice sus costos!**

always thinking ahead.



Con el Set de Pulverizaciones de Becker Underwood, usted dispondrá de todos los productos necesarios para maximizar el rendimiento de cada una de sus aplicaciones.

**Pulverice sus costos con:**

- Hi Light® Marcador de Pulverizaciones
- Neutralize® Limpiador de tanques
- Shake Down® Anti espuma para tanques
- A W Foam Concentrate® Espuma marcadora
- Foam Dye® Colorante para espuma

Hi Light® Neutralize® Shake Down®  
A W Foam Concentrate® Foam Dye®  
son marcas registradas de Becker Underwood, Inc.



**BECKER  
UNDERWOOD®**

Dardo Rocha 1046 • Oficina 5 • (1640) Martínez Bs.As. • Tel/Fax: (011) 4798-6730  
[info.ar@beckerunderwood.com](mailto:info.ar@beckerunderwood.com) - [www.beckerunderwood.com](http://www.beckerunderwood.com)

# CAPÍTULO 11

La gota: Vehículo de los plaguicidas







# La gota: Vehículo de los plaguicidas

## Introducción

La pulverización consiste, básicamente, en la fragmentación y distribución de un líquido en forma de gotas.

El estudio de las características de dichas gotas, resulta imprescindible para comprender los fenómenos que intervienen durante la aplicación de los fitoterápicos, ya que ellas son el medio

que permiten transportarlos hasta el objetivo. Todas aquellas gotas que no lleguen hasta el blanco, o que aún habiéndolo alcanzado no permanezcan retenidas sobre él, constituyen una pérdida de producto que reduce la eficiencia de la aplicación y se conoce genéricamente como *deriva*.

## Características generales de las gotas

Las gotas producidas durante la pulverización son esferas muy pequeñas que, en general, no exceden los 0,8 mm (milímetros) de diámetro.

El diámetro se expresa en  $\mu\text{m}$  (micrones):

$$1000\mu\text{m} = 1\text{mm}$$

Por lo tanto una gota de 0,5 mm es igual a 500  $\mu\text{m}$ .

Las esferas presentan una relación particular entre su volumen y su superficie.

El volumen ( $V$ ) de la esfera se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Volumen} = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{4}{3}\pi \left(\frac{d}{2}\right)^3 = \frac{1}{6}\pi d^3 \quad (\text{II.1})$$

donde:

$$\pi = 3,14$$

$r$  = radio de la esfera

$d$  = diámetro de la esfera

Como  $1/6 \pi$  es un término constante e igual a 0,5236 la expresión más simple del volumen es:

$$V = 0,5236 \otimes d^3 \quad (\text{II.2})$$

La superficie ( $S$ ) de la esfera es:

$$\text{Superficie} = 4\pi r^2 = 4\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \pi d^2 \quad (\text{II.3})$$

$$S = \pi \otimes d^2 \quad (\text{II.4})$$

La relación superficie/volumen será entonces:

$$\frac{S}{V} = \frac{\pi d^2}{\frac{1}{6}\pi d^3} = \frac{6}{d} \quad (\text{II.5})$$

$$\boxed{\frac{S}{V} = \frac{6}{d}} \quad (II.6)$$

Si se considera una masa de líquido fraccionada en gotas de tamaño unitario, por ejemplo un milímetro, la relación anterior indica que se tendrán 6 mm<sup>2</sup> de superficie por cada milíme-

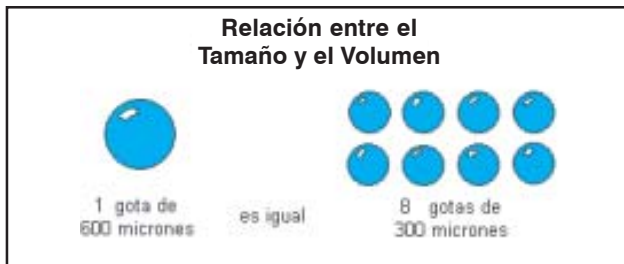
tro cúbico. Si el diámetro de las gotas se reduce a la mitad, es decir 0,5 mm o 500 µm, la masa del líquido presentará ahora una superficie expuesta de 12 mm<sup>2</sup> por cada milímetro cúbico.

La generalización de este concepto, para diferentes tamaños de gotas, puede observarse en la siguiente tabla:

Diámetro (mm)	Superficie (mm <sup>2</sup> )	Volumen (mm <sup>3</sup> )	Relación S/V (1/mm)
0,25	0,196	0,008	24
0,50	0,785	0,065	12
1,00	3,142	0,524	6
2,00	12,566	4,189	3
4,00	50,266	33,510	1,5
8,00	201,062	268,083	0,75
16,00	804,250	2144,666	0,375

**Tabla II.1:** Relación superficie volumen para distintos tamaños de gotas

En la misma tabla también puede apreciarse que si el diámetro de una gota se reduce a la mitad, su volumen disminuye ocho veces. Esquemáticamente:



**Figura II.1:** Relación entre el diámetro y el volumen de las gotas

El volumen contenido en la gota de 600 µm es equivalente al que poseen las ocho gotas de 300 µm. Resulta claro que aquélla, por poseer más masa, tendrá mayor velocidad de caída y alcanzará más rápido el objetivo que las

ocho gotas de 300 µm. A su vez, el mismo volumen, presenta la mitad de superficie expuesta al ambiente. Estas dos características, como se verá a continuación, la hacen menos susceptible a la deriva.

### Efecto de las condiciones atmosféricas.

La temperatura, la humedad relativa y la velocidad del viento existentes

en el momento de realizar la aplicación determinan, en gran medida, las pro-

babilidades que poseen las gotas de alcanzar el blanco. Los dos factores mencionados en primer término, afectan principalmente el riesgo de evaporación. El tercero, además de incremen-

tar la evaporación y el tiempo de caída, puede también transportar las gotas hasta un sitio no objetivo, si se dan condiciones térmicas e higroscópicas favorables.

#### Efecto de la temperatura:

La evaporación es la transferencia de moléculas desde la superficie del líquido hacia la atmósfera. La mayor o menor tendencia que poseen los fluidos a pasar al estado gaseoso, se mide a través de la tensión de vapor.

Los líquidos con elevada tensión de

vapor se gasifican con facilidad. Para una sustancia dada, a medida que aumenta su temperatura también lo hace su tensión de vapor, ya que aumenta la energía cinética de las moléculas, facilitando su transferencia hacia el ambiente.

#### Efecto de la humedad relativa:

El aire es una mezcla de gases, uno de los cuales es el vapor de agua. Su capacidad para contener humedad se incrementa con la temperatura.

Existen dos formas de caracterizar el estado hídrico del aire. Una es la *humedad absoluta*, que indica el contenido de agua que posee el aire en un momento

dado y se expresa como presión de vapor en milímetros de columna de mercurio o, como gramos de vapor por kilogramo de aire seco. En la tabla II.2 se expresa la cantidad máxima de vapor de agua que puede contener el aire a distintas temperaturas, estado que se conoce como de saturación de humedad.

Temperatura del aire (°C)	Presión de vapor (mmHg)	Contenido de vapor (gH <sub>2</sub> O/kg AS)	Temperatura del aire (°C)	Presión de vapor (mmHg)	Contenido de vapor (gH <sub>2</sub> O/kg AS)
0	4.58	3.77	22	19.82	16.65
1	4.92	4.05	23	21.06	17.73
2	5.29	4.36	24	22.38	18.87
3	5.68	4.68	25	23.76	20.07
4	6.10	5.03	26	25.20	21.33
5	6.54	5.40	27	26.73	22.67
6	7.01	5.79	28	28.34	24.09
7	7.51	6.21	29	30.03	25.59
8	8.04	6.65	30	31.81	27.17
9	8.60	7.12	31	33.68	28.84
10	9.20	7.62	32	35.65	30.61
11	9.83	8.15	33	37.72	32.48
12	10.51	8.72	34	39.90	34.46

13	12.23	10.17	35	42.17	36.54
14	11.99	9.97	36	44.56	38.74
15	12.78	10.64	37	47.06	41.06
16	13.62	11.35	38	49.69	43.51
17	14.52	12.11	39	52.44	46.10
18	15.47	12.92	40	55.32	48.83
19	16.47	13.78	41	58.83	52.19
20	17.53	14.69	42	61.49	54.75
21	18.64	15.64	43	64.80	57.98

**Tabla II.2:** Presión de vapor y cantidad máxima de vapor de agua que puede contener el aire con una presión atmosférica de 760 mmHg.

Referencias: (mmHg): milímetros de mercurio.

(gH<sub>2</sub>O/kg AS): gramos de agua por cada kilogramo de aire seco.

Cuanto mayor sea la diferencia entre el contenido de humedad que posee una masa de aire a una temperatura dada y el máximo que podría contener a esa temperatura, mayor será la tendencia de dicha masa a captar humedad desde la superficie libre de los líquidos. Este parámetro se conoce como déficit de saturación.

Si se relacionan porcentualmente los valores mencionados anteriormente, se obtiene la *humedad relativa (HR)*, que es la otra forma de caracterizar el contenido hídrico del aire.

Los higrómetros son los dispositivos utilizados para medir la humedad ambiente. Los hay de muy diversos tipos, pero el más exacto y considerado como método patrón es el que utiliza dos termómetros, uno con bulbo seco y otro con bulbo húmedo. El primero de ellos mide la temperatura ambiente. El segundo, esta cubierto con un fieltro saturado de agua, la cual se evapora en función de la demanda atmosférica. Como este proceso demanda energía, el bulbo se refrigera durante la evapo-

ración, por lo cual su temperatura será siempre inferior a la del termómetro seco excepto en el caso del aire saturado de humedad (100% HR) en el cual ambas temperaturas serán iguales. Por el contrario, cuanto mayor sea el déficit de saturación, mas diferencia existirá entre las temperaturas indicadas por ambos termómetros. A partir de estos datos y utilizando una tabla psicrométrica, como la que se encuentra al final de este capítulo, se obtiene la humedad relativa.

Por ejemplo, si la temperatura del termómetro con bulbo seco es de 30 °C y la del termómetro con bulbo húmedo es de 28°C (diferencia de temperaturas o  $\Delta t^\circ$  igual a 2°C) la humedad relativa es del 85,5%. Si la del seco permanece constante, mientras que la del húmedo desciende a 25 °C, la humedad relativa habrá disminuido al 66,1%.

El tiempo que puede permanecer una gota en el aire antes de evaporarse, puede calcularse mediante la siguiente expresión:

$$t = \frac{d^2}{80 \otimes \Delta t^\circ} \quad (11.7)$$

donde:

$t$  = tiempo de vida de la gota, en segundos

$d$  = diámetro de la gota, en  $\mu\text{m}$

$\Delta t^\circ$  = diferencia de temperatura entre termómetros, en  $^\circ\text{C}$

Puede observarse que la vida de una gota es directamente proporcional a su tamaño e inversamente proporcional

a la diferencia de temperaturas indicadas por los termómetros. El primer término de la ecuación se encuentra elevado al cuadrado, mientras que el segundo esta multiplicado por un factor de 80. Esto indica que ambos parámetros son determinantes de las probabilidades que poseen las gotas de alcanzar el objetivo.

Para ilustrar este concepto se adjunta la tabla II. 3 que expresa el tiempo de vida y la distancia recorrida por gotas de diferentes tamaños, bajo dos condiciones ambientales.

	Diámetro de las gotas ( $\mu\text{m}$ )					
	50		100		200	
Temperatura ambiente ( $^\circ\text{C}$ )	30	20	30	20	30	20
Humedad relativa (%)	50	80	50	80	50	80
Tiempo de vida (s)	3.5	12.5	14.0	50.0	56.0	200.0
Distancia recorrida (m)	0.03	0.13	1.8	6.7	21.0	81.7

**Tabla II.3:** Tiempo de vida y distancia que pueden recorrer gotas de distinto tamaño, bajo diferentes condiciones ambientales.

Resulta evidente que en una condición ambiental con  $30^\circ\text{C}$  y  $50\%$  HR una gota de  $50\ \mu\text{m}$  de diámetro tiene probabilidades casi nulas de alcanzar el objetivo, ya que en 3,5 segundos y luego de recorrer sólo 3 centímetros se habrá evaporado. Si se reduce la temperatura y se incrementa la humedad relativa, dichas probabilidades aumentan

aunque, debido a su extrema pequeñez, siguen siendo mínimas. Siguiendo este criterio, algunos autores opinan que debe suspenderse la aplicación si se están utilizando gotas menores de  $200\ \mu\text{m}$  con una temperatura ambiente de  $32^\circ\text{C}$  y un  $\Delta t^\circ$  de  $4,5^\circ\text{C}$  ( $70\%$ HR) o con gotas menores a  $300\ \mu\text{m}$  con  $36^\circ\text{C}$  y un  $\Delta t^\circ$  de  $8,0^\circ\text{C}$  ( $53\%$ HR).

### Efecto del viento:

El viento modifica la trayectoria de las gotas de la pulverización, pudiendo transportarlas fuera del área objetivo, afectando también su velocidad de caída respecto del suelo por la acción de la turbulencia que se origina

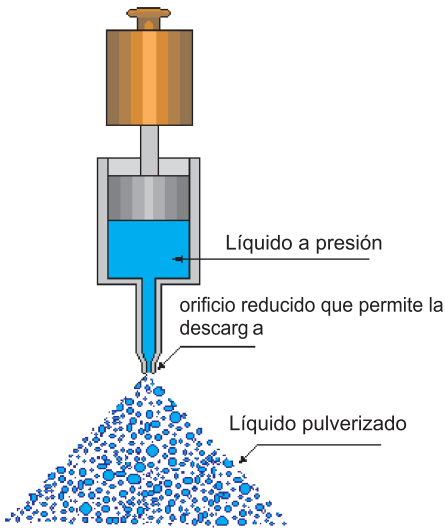
alrededor de la máquina. A este fenómeno producido por el viento, se denomina *exoderiva*. En general, se aconseja la suspensión de las tareas de pulverización cuando la velocidad del viento supera los 12 - 13 km/h. Sin

embargo, este límite de velocidad no es constante, sino que varía en función del tamaño de las gotas y de las

condiciones de temperatura y humedad del viento, tal como se verá oportunamente.

### Características de las gotas producidas durante la pulverización.

El fraccionamiento de un líquido en gotas puede lograrse por diversos sistemas. El más empleado en las aplicacio-



**Figura II.2:** Producción de gotas a partir de la energía hidráulica

nes agrícolas extensivas, utiliza la energía hidráulica. El líquido sometido a presión es obligado a atravesar por un pequeño orificio calibrado hacia el exterior (figura II.2.). La vena líquida perturbada por la expansión, termina por romperse en gotas. Pese a que no se conocen completamente los fundamentos teóricos de este fenómeno, se sabe que cuanto mayor sea la diferencia de presión entre el líquido y el medio donde se produce la pulverización, se obtendrá más cantidad de gotas y de menor tamaño.

Tal como se representa en la figura anterior, las gotas producidas por energía hidráulica poseen diferentes tamaños y su caracterización se conoce como *espectro de distribución*.

La medición del diámetro de las gotas es un proceso complicado, las técnicas de holografía láser, fotografía de

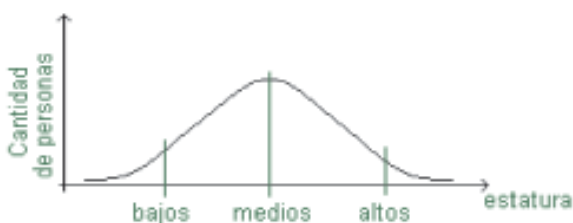
**Figura II.3:** Equipo láser para la medición del tamaño de las gotas



alta velocidad y otras, permiten a los investigadores y técnicos en desarrollo, la determinación del tamaño de las gotas en laboratorio.

El *espectro de distribución* obtenido durante una pulverización, presenta características particulares que lo diferencian de otras distribuciones, como

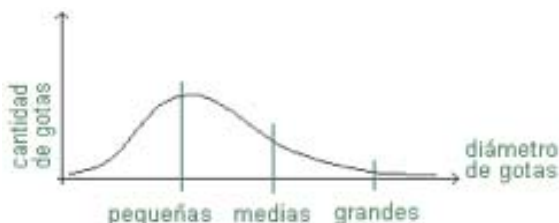
la Normal, que por ser muy frecuente resulta más fácil de comprender. Así, por ejemplo, en una población de personas, existen personas bajas y altas, pero el mayor número corresponderá a personas de altura media. Cuanto más se diferencien los individuos de los valores medios, su cantidad será menor.



**Figura II.4:** Distribución Normal

En una población de gotas de un líquido pulverizado, las gotas pequeñas

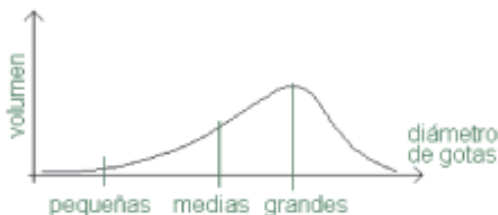
predominan frente a las gotas de tamaño medio y grande.



**Figura II.5:** Distribución de tamaños de gotas o Espectro de Distribución

Sin embargo, el volumen contenido en unas pocas gotas grandes puede superar holgadamente al existente en muchas gotas pequeñas, tal como se re-

presenta en la figura II.6., lo cual resulta coherente con lo mencionado al analizar las propiedades de la esfera al comienzo de este capítulo.



**Figura II.6:** Volumen contenido en distintos tamaños de gotas, respecto del total pulverizado. El área encerrada bajo la curva equivale a la unidad.

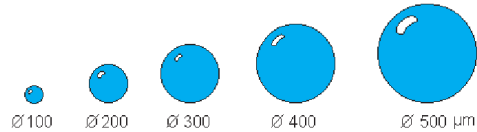
Diversas expresiones matemáticas se utilizan para caracterizar el espectro de distribución: Las más empleadas son:

1. diámetro medio de las gotas. ( $D_{\bar{x}}$ )
2. diámetro volumétrico medio de las gotas. ( $DV_{\bar{x}}$ )
3. diámetro volumétrico mediano ( $DV_{0,5}$ )
4. diámetro Sauter ( $DM_s$ )

### 1) Diámetro Medio ( $D_{\bar{x}}$ )

Es la media aritmética o promedio de los diámetros de la población de gotas. Para calcularlo, se suman diámetros de todas las gotas y se divide por el número total de gotas

$$DM = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} = \frac{d_1 \oplus d_2 \oplus \dots \oplus d_n}{n} \quad (11.8)$$



Por ejemplo, si se tuviese una población formada por cinco gotas, tal como se indica en el esquema, el diámetro medio surgiría de:

$$D_{\bar{x}} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{n} = \frac{100\mu m \oplus 200\mu m \oplus 300\mu m \oplus 400\mu m \oplus 500\mu m}{5} = 300\mu m$$

$$D_{\bar{x}} = 300\mu m$$

### 2) Diámetro Volumétrico Medio ( $DV_{\bar{x}}$ )

El diámetro volumétrico medio es el diámetro de la gota que posee el volumen promedio de todas las gotas de la muestra. En este caso, en lugar de promediar diámetros, como en el

diámetro medio, para calcularlo se utilizan los volúmenes de cada una de las gotas de la población. Primeramente debe obtenerse el volumen promedio:

$$\text{Volumen Medio } (V_{\bar{x}}) = \frac{\sum_{i=1}^n V_i}{n} = \frac{v_1 \oplus v_2 \oplus \dots \oplus v_n}{n} \quad (11.9)$$

luego, a partir del VM y despejando el diámetro de la fórmula del volumen de la esfera, se llega a la siguiente expresión:



$$DV_{\bar{x}} = \sqrt[3]{\frac{6 \otimes V_{\bar{x}}}{\pi}} \tag{II.10}$$

el cálculo también puede ser realizado en un solo paso, utilizando una fórmula que contiene a las anteriores:

$$DV_{\bar{x}} = \sqrt[3]{\frac{\sum_{i=1}^n v_i \otimes 6}{\pi \otimes n}} \tag{II.11}$$

Utilizando el mismo ejemplo, se calculará el diámetro volumétrico medio empleando los dos procedimientos indicados:

- 1) Se obtienen los volúmenes de cada gota utilizando la fórmula II.2. Luego se calcula el volumen medio valiéndose de la expresión II.9

$$V_{\bar{x}} = \frac{0,00052mm^3 \oplus 0,00418mm^3 \oplus 0,0141mm^3 \oplus 0,0335mm^3 \oplus 0,0665mm^3}{5} = 0.0236mm^3$$

$$V_{\bar{x}} = 0.0236mm^3$$

Por último, a partir del volumen medio y mediante la II.10 se calcula al diámetro volumétrico medio (DVM)

$$DV_{\bar{x}} = \sqrt[3]{\frac{6 \otimes 0.0236mm^3}{3,14}} = 0.356mm$$

$$DV_{\bar{x}} = 0.356mm = 356\mu m$$

- 2) Utilizando la II.11 se llega al mismo resultado:

$$DV_{\bar{x}} = \sqrt[3]{\frac{0.1178mm^3 \otimes 6}{3,14 \otimes 5}} = 0.356mm$$

$$DV_{\bar{x}} = 0.356mm = 356\mu m$$

### 3) Diámetro Volumétrico Mediano ( $DV_{0,5}$ )

El diámetro volumétrico mediano (VMD: *volumetric median diameter* en la bibliografía inglesa) es el diámetro de la gota que divide por la mitad al

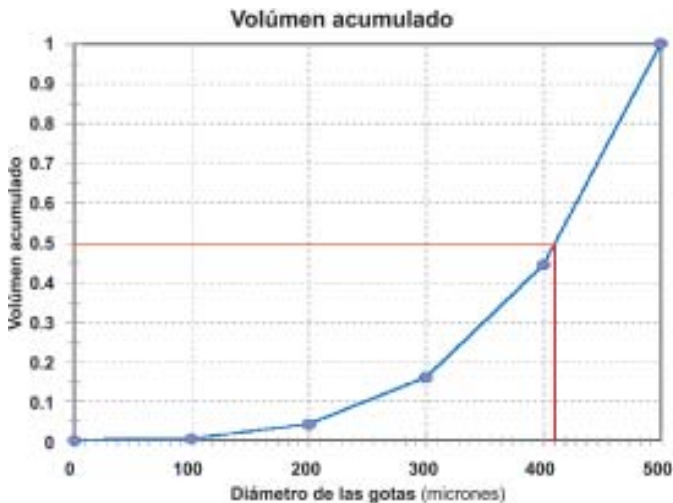
volumen de líquido contenido en el espectro de distribución. Continuando con el ejemplo se aclarará el concepto. Para nuestro caso tenemos:

Diámetro de la gota (mm)	Cantidad de gotas	Volumen unitario de las gotas (mm <sup>3</sup> )	Volumen total según tamaño de las gotas (mm <sup>3</sup> )	Volumen acumulado (mm <sup>3</sup> )	Proporción del volumen total
0,100	1	0,0005	0,0005	0,0005	0.0044
0,200	1	0,0042	0,0042	0,0047	0.0400
0,300	1	0,0141	0,0141	0,0188	0.1600
0,400	1	0,0335	0,0335	0,0524	0.4444
0,500	1	0,0655	0,0655	0,1178	1.0000

**Tabla II.4:** Características del espectro de distribución planteado en el ejemplo.

La primer columna de la tabla II.4 indica el tamaño de la gota. La segunda, la cantidad de gotas que corresponden a cada tamaño. La tercera, el volumen según el tamaño de gota, de acuerdo con lo ya calculado mediante la expresión II.2. La cuarta columna expresa el volumen total de líquido contenido para cada tamaño de gota que, en nuestro caso y por tratarse de una sola gota de cada diámetro, coincide con el volumen unitario. La quin-

ta columna indica el volumen acumulado, el cual surge de sumar los volúmenes sucesivos totales de cada fracción y no es otra cosa que el numerador de la fórmula II.9. El volumen total de líquido obtenido en este espectro de distribución es de  $0,1178 \text{ mm}^3$ . La última columna indica el aporte relativo de cada fracción al volumen total. Si se representan los valores contenidos en esta columna, se obtiene el siguiente gráfico:



**Figura II.7:** Volumen acumulado en función del tamaño de las gotas (línea azul). La unidad representa el total de líquido pulverizado.

La pendiente de la curva del gráfico indica la importancia de cada tamaño de gota, en lo que se refiere a la totalidad del volumen. Es notable que la suma de los volúmenes de las gotas de 100, 200 y 300  $\mu\text{m}$  apenas significa el 16 % de los  $0.1178 \text{ mm}^3$ . Si se traza una recta horizontal cuyo origen sea el 50% del líquido total (0.5 en el gráfico) y se intercepta el eje de las "x" (abscisas) se obtiene el diámetro volumétrico mediano ( $DV_{0,5}$ ), que en este caso

estaría representado por una gota de diámetro equivalente a 410  $\mu\text{m}$ .

En ocasiones, realizando el mismo procedimiento con el 10 y el 90 % del volumen acumulado, se complementa la información que aporta el diámetro volumétrico mediano, con el diámetro de gotas que corresponden al  $DV_{0,10}$  y  $DV_{0,90}$ , respectivamente.

Resulta pertinente hacer en este punto una distinción en la interpreta-

ción del *diámetro volumétrico medio* ( $D_x$ ) y del *diámetro volumétrico medio* ( $DV_{0,5}$ ) pues representan conceptos diferentes:

- Si se conocen el *diámetro volumétrico medio* y la cantidad de impactos por unidad de superficie logrados sobre el objetivo, datos que pueden ser obtenidos mediante el uso de tarjetas hidrosensibles y software para su posterior análisis, es factible calcular el volumen de líquido pulverizado que alcanzó el objetivo. En nuestro ejemplo:

$$DV_x = 0.356mm = 356\mu m$$

el volumen que corresponde a ese diámetro de gota es de acuerdo a 11.2:

$$V_x = 0,5236 \otimes (0,356mm)^3$$

$$V_x = 0,0236mm^3$$

como nuestra población esta compuesta de cinco gotas ( $n$ ), el volumen total resulta:

#### 4) Diámetro Medio Sauter ( $DM_s$ )

Es el diámetro de una gota que tenga la misma relación entre su volumen y su superficie que el total del volumen y la superficie de todas las gotas de la distribución.

Para calcular este parámetro, puede utilizarse la expresión 11.6:

$$\frac{S}{V} = \frac{6}{d}$$

$$\text{Volumen total} = V_x \otimes n$$

$$\text{Volumen total} = 0,0236mm^3 / \text{gota} \otimes 5 \text{ gotas}$$

$$\text{Volumen total} = 0,1178mm^3$$

valor que coincide con el volumen acumulado total de la tabla 11.3

Si se relaciona el volumen erogado por las pastillas pulverizadoras en un determinado lapso de tiempo, con el que alcanzó el objetivo calculado de la forma descripta, se obtiene un indicador de la eficiencia de aplicación.

- Si el cálculo anterior se efectúa con el  $DV_{0,5}$  se está cometiendo un error, pues en general existe una tendencia a sobreestimar el volumen de líquido depositado sobre el objetivo. En el caso analizado, se partiría de una gota que posee un diámetro de 410 mm, obteniéndose un volumen total de 0,18 mm<sup>3</sup>. Entonces, el  $DV_{0,5}$  simplemente indica que la mitad del volumen pulverizado está contenido en gotas menores a 410 mm y la otra mitad, en otras mayores a ese valor.

en nuestro ejemplo:

$$\frac{1.728mm^2}{0.1178mm^3} = \frac{6}{d}$$

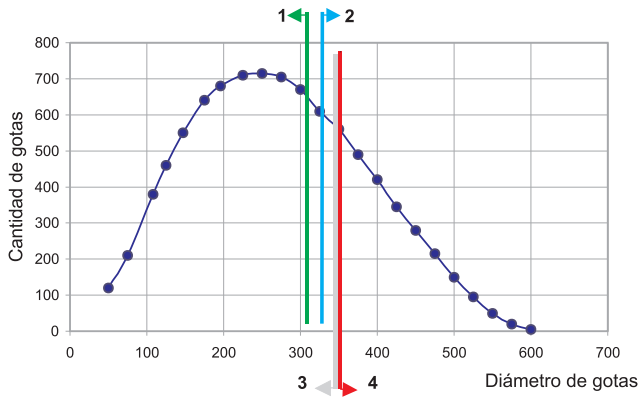
despejando el diámetro se obtiene:

$$DM_s = 0.409mm$$

Un espectro de pulverización real, a diferencia de planteado en el ejemplo, posee un gran número de gotas de muy

diverso tamaño. A continuación se lo representa en una gráfica, donde se in-

dican también los parámetros que lo caracterizan



**Figura II.8:** Espectro de pulverización. Referencias: 1) ( $D_{\bar{x}}$ ); 2) ( $DV_{\bar{x}}$ ); 3) ( $DV_{0,5}$ ); 4) ( $DM_s$ )

Pueden realizarse las siguientes observaciones:

- Las gotas más pequeñas son de 50 μm.
- Las más grandes llegan hasta los 600 μm
- La cantidad de gotas más abundantes son de 250 μm
- Diámetro medio: 315 μm
- Diámetro volumétrico medio: 325 μm. El volumen que corresponde a este diámetro, es el volumen prome-

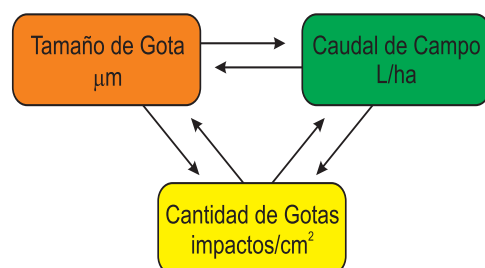
dio de todas las gotas.

- Diámetro volumétrico mediano: 357 μm. La suma del volumen que poseen las gotas menores a este valor es igual a la suma del volumen de todas las gotas mayores a 357 μm.
- Diámetro medio Sauter: 358 μm. La relación volumen/superficie de esta gota es equivalente a la existente entre el volumen total y la superficie de las gotas de todo el espectro de pulverización

## Variables a definir para la aplicación de plaguicidas

Existen tres variables, estrechamente relacionadas entre sí, que determinan las características fundamentales de la aplicación que se pretende realizar. Ellas son el tamaño de las gotas, la cantidad de gotas depositadas por unidad de superficie (cobertura) y el caudal de campo o gasto, el cual expresa la cantidad de caldo (mezcla de plaguicida más agua) a colocar por hectárea.

Gráficamente:



Dentro de este esquema, resulta físicamente imposible modificar una variable, sin afectar al menos una de las restantes. Si se fijan dos de ellas, automáticamente queda definida la tercera.

Si, por ejemplo, desea reducirse el volumen a aplicar en una hectárea a fin de incrementar la autonomía de la pulverizadora y su capacidad de trabajo, deberán disminuirse el tamaño de las gotas o la cantidad de impactos logrados por unidad de superficie o ambos factores a la vez.

Si, por el contrario, se prevén condiciones ambientales desfavorables durante la aplicación y se desea incrementar el tamaño de las gotas, deberá aumentarse el caudal de campo o sacrificar impactos por centímetro cuadrado.

Si es necesario lograr mayor cantidad de impactos y resulta arriesgado reducir el tamaño de las gotas, necesariamente deberá incrementarse el caudal de campo. Y así sucesivamente...

Es importante destacar que siempre que se planifica una pulverización, consciente o inconscientemente, se toma una decisión respecto de estas tres variables. La elección acerca de cuales de ellas serán priorizadas debe basarse, tal como se ha mencionado hasta aquí, en el tipo de fitoterápico que va a ser utilizado, en las características de la plaga que se desea controlar y las condiciones ambientales existentes en el momento de la aplicación.

TEMPERATURA BULBO SECO (°C)	TEMPERATURA BULBO HUMEDO (°C)																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
0	100.0																
1	83.1	100.0															
2	68.0	83.7	100.0														
3	54.7	69.3	84.4	100.0													
4	42.9	56.4	70.5	85.0	100.0												
5	32.5	45.1	58.3	71.7	85.7	100.0											
6	23.4	35.1	47.3	59.9	72.9	86.2	100.0										
7	15.4	26.3	37.7	49.3	61.4	73.9	86.7	100.0									
8	8.3	18.5	29.1	40.0	51.3	62.8	74.8	87.2	100.0								
9	2.2	11.7	21.5	31.7	42.2	53.0	64.2	75.7	87.7	100.0							
10		5.6	14.9	24.3	34.1	44.2	54.6	65.4	76.5	88.0	100.0						
11		0.4	9.0	17.8	27.0	36.4	46.1	56.1	66.5	77.3	88.5	100.0					
12			3.8	12.0	20.6	29.3	38.4	47.8	57.5	67.5	78.0	88.7	100.0				
13				6.4	13.7	21.2	29.0	37.0	45.3	53.9	62.8	72.0	81.7	100.0			
14				2.5	9.9	17.6	25.5	33.7	42.1	50.9	60.0	69.4	79.2	89.9	100.0		
15					5.6	12.7	20.1	27.8	35.7	43.9	52.4	61.2	70.4	80.8	91.5	100.0	
16						1.7	8.4	15.3	22.5	29.9	37.5	45.5	53.7	62.3	71.5	81.5	
17							4.5	11.0	17.7	24.6	31.8	39.3	47.0	55.0	63.5	72.5	
18							1.2	7.2	13.5	20.0	26.7	33.7	40.9	48.4	56.5	65.0	
19								3.9	9.7	15.8	22.1	28.6	35.4	42.4	49.5	57.0	
20								0.9	6.4	12.1	18.0	24.1	30.4	37.0	43.8	51.0	
21									3.4	8.8	14.3	20.0	26.0	32.2	38.8	45.5	
22									0.8	5.8	11.0	16.4	21.9	27.8	34.2	41.0	
23										3.2	8.1	13.1	18.3	23.8	30.0	36.5	
24										0.9	5.4	10.2	15.1	20.2	25.8	32.0	
25											3.1	7.6	12.2	17.0	22.5	28.5	
26											1.1	5.2	9.5	14.1	19.5	25.5	
27												3.2	7.2	11.5	16.5	22.0	
28												1.3	5.1	9.1	13.5	18.5	
29													3.2	7.0	11.8	16.5	
30														1.6	5.1	11.8	16.5

**Tabla II.5:** Humedad relativa ambiente (%) en función de las temperaturas de los termómetros con bulbo seco y húmedo.

		TEMPERATURA BULBO HUMEDO (°C)													
TEMPERATURA BULBO SECO (°C)	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
16	100.0														
17	90.3	100.0													
18	81.4	90.5	100.0												
19	73.3	81.9	90.8	100.0											
20	66.0	74.0	82.3	91.0	100.0										
21	59.3	66.8	74.6	82.7	91.2	100.0									
22	53.2	60.3	67.6	75.2	83.1	91.4	100.0								
23	47.7	54.3	61.1	68.3	75.7	83.5	91.6	100.0							
24	42.6	48.8	55.2	61.9	68.9	76.2	83.8	91.7	100.0						
25	38.0	43.8	49.9	56.2	62.7	69.5	76.7	84.1	91.9	100.0					
26	33.8	39.3	45.0	50.9	57.1	63.5	70.2	77.2	84.5	92.1	100.0				
27	30.0	35.2	40.5	46.1	51.9	57.9	64.2	70.7	77.6	84.8	92.2	100.0			
28	26.6	31.4	36.4	41.6	47.1	52.7	58.6	64.8	71.3	78.0	85.0	92.3	100.0		
29	23.4	27.9	32.7	37.6	42.7	48.0	53.6	59.4	65.5	71.8	78.4	85.3	92.5	100.0	
30	20.5	24.8	29.2	33.9	38.7	43.7	48.9	54.4	60.1	66.1	72.2	78.7	85.5	92.6	100.0
31	17.9	22.0	26.1	30.5	35.0	39.7	44.6	49.8	55.2	60.8	66.6	72.7	79.1	85.7	92.7
32	15.6	19.3	23.3	27.4	31.6	36.1	40.7	45.5	50.6	55.9	61.3	67.1	73.1	79.4	85.9
33	13.4	17.0	20.7	24.5	28.5	32.7	37.1	41.6	46.4	51.3	56.5	61.9	67.6	73.5	79.6
34	11.5	14.8	18.3	21.9	25.7	29.6	33.7	38.0	42.5	47.2	52.0	57.1	62.4	68.0	73.8
35	9.7	12.9	16.1	19.6	23.1	26.8	30.7	34.7	38.9	43.3	47.9	52.7	57.7	63.0	68.4
36	8.1	11.1	14.2	17.4	20.7	24.2	27.9	31.7	35.7	39.8	44.1	48.6	53.3	58.3	63.4
37	6.7	9.5	12.4	15.4	18.6	21.9	25.3	28.9	32.6	36.5	40.6	44.8	49.3	53.9	58.8
38	5.4	8.0	10.8	13.6	16.6	19.7	22.9	26.3	29.8	33.5	37.3	41.3	45.5	49.9	54.5
39	4.2	6.7	9.3	12.0	14.8	17.7	20.7	23.9	27.3	30.7	34.3	38.1	42.1	46.2	50.5
40	3.1	5.5	7.9	10.5	13.1	15.9	18.7	21.7	24.9	28.1	31.5	35.1	38.8	42.7	46.8
41	2.2	4.4	6.6	9.0	11.5	14.0	16.7	19.5	22.5	25.5	28.7	32.0	35.5	39.2	43.0
42	1.3	3.4	5.6	7.8	10.2	12.6	15.2	17.9	20.7	23.6	26.6	29.8	33.1	36.6	40.2
43	0.6	2.5	4.6	6.7	8.9	11.2	13.6	16.2	18.8	21.6	24.4	27.4	30.5	33.8	37.2

**Tabla II.5:** Humedad relativa ambiente (%) en función de las temperaturas de los termómetros con bulbo seco y húmedo.

		TEMPERATURA BULBO HUMEDO (°C)											
TEMPERATURA BULBO SECO (°C)	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
31	100.0												
32	92.8	100.0											
33	86.1	92.9	100.0										
34	79.9	86.3	93.0	100.0									
35	74.2	80.2	86.5	93.1	100.0								
36	68.8	74.5	80.5	86.7	93.2	100.0							
37	63.9	69.3	74.8	80.7	86.8	93.3	100.0						
38	59.3	64.3	69.6	75.2	80.9	87.0	93.3	100.0					
39	55.0	59.8	64.8	70.0	75.4	81.1	87.1	93.4	100.0				
40	51.1	55.6	60.3	65.2	70.3	75.7	81.3	87.3	93.5	100.0			
41	47.0	51.2	55.5	60.1	64.9	70.0	75.3	80.8	86.6	92.7	100.0		
42	44.0	48.0	52.1	56.5	61.1	65.9	70.9	76.2	81.7	87.5	94.5	100.0	
43	40.8	44.6	48.5	52.6	56.9	61.5	66.2	71.2	76.4	81.9	88.4	93.6	100.0

**Tabla II.5:** Humedad relativa ambiente (%) en función de las temperaturas de los termómetros con bulbo seco y húmedo.







**AGRO**  
**JET** S.A.  
 COMPONENTES PARA PULVERIZACION

En pulverización.  
 Aplique sentido común.



Tecnología + Respaldo + Confianza + Servicio post-venta + Asesoramiento

Una empresa de los grupos



Representante exclusivo en Argentina



Av. Pellegrini 6530 - 2000 Rosario - Santa Fe - Argentina - Tel. +54 341 458-3838 - Fax +54 341 458-0070  
 e-mail: info@agrojet.com.ar - www.agrojet.com.ar

**At Alltec**  
 SOCIEDAD ANÓNIMA  
 ADITIVOS DE USO AGRÍCOLA

**A35T**  
 COADYUVANTE DE ÚLTIMA GENERACIÓN

**WR4**  
 AGRO

**Antideriva**  
 PROLONGA LA VIDA MEDIA DE LAS GOTAS

**Activador**  
 CONCENTRADO SOLUBLE CON EMULSIONANTES

San Buenaventura del Monte Alto 47; Resistencia 3500.Chaco. Argentina. Teléfono:(03722) 439376

# SIRP

PRIMER SERVICIO DE  
INSPECCION Y DIAGNOSTICO A  
CAMPO DE PULVERIZADORES.

Empresa Certificada  
IRAM – ISO 9001:2000



BALESTRINI & CIA. S.A.

Calle Roca N° 100 – Villa Nueva – Córdoba  
Tel/Fax: 0353-4912798 (Lineas Rotativas).  
e-mail: [ventas@agrobalestrini.net](mailto:ventas@agrobalestrini.net)  
web: [www.agrobalestrini.net](http://www.agrobalestrini.net)



BOQUILLAS PULVERIZADORAS DE PRECISION

PABLO VERONES 289 ESQ. ESPARTA

TEL/FAX: 03541-433778

[bertolottipulverizacion@infovia.com.ar](mailto:bertolottipulverizacion@infovia.com.ar)

[www.bertolottipulveriz.com.ar](http://www.bertolottipulveriz.com.ar)

Villa Carlos Paz X5152JVA – Córdoba - Argentina

# CAPÍTULO 111

## Producción de gotas





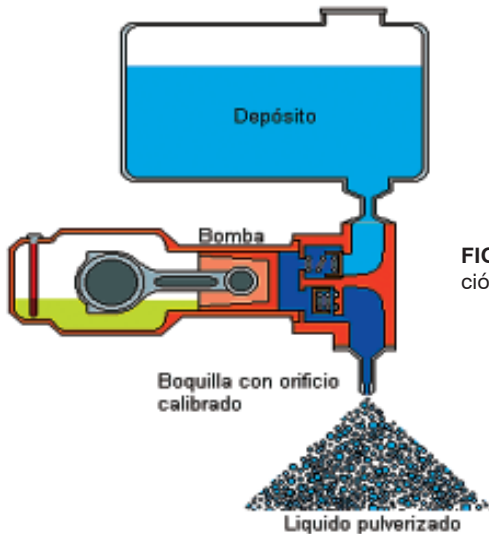


# Producción de Gotas

## Introducción

La producción de gotas de una pulverización, pueden obtenerse a través de diferentes sistemas. Tal como se mencionara en el capítulo anterior, en pulverizaciones agrícolas la forma más común de generarlas es a través de la energía hidráulica (circuito hidráulico

bajo presión y boquillas pulverizadoras). Existen otros métodos menos utilizados como aquellos que emplean energía centrífuga (discos giratorios) o energía térmica (también llamados nebulizadores por el tamaño reducido de las gotas que produce).



**FIGURA III.1:** Esquema de pulverización por energía hidráulica

En la pulverización por **energía hidráulica**, el líquido sometido a presión es obligado a atravesar un pequeño orificio calibrado antes de ser expulsado hacia el exterior. La lámina líquida perturbada por la expansión, termina por romperse en gotas. Cuanto mayor es la diferencia de presión entre el sistema y la atmósfera, mayor será el grado de rotura (gotas mas pequeñas).

La gama de presión utilizada para la producción de gotas en tratamientos fitosanitarios varía entre 2 y 7 bares, aunque existen sistemas de inducción de aire en el chorro pulverizado, donde el rango de trabajo se eleva hasta los 10 y 15 bares.

La figura III.1. muestra un esquema simplificado de producción de gotas a través de la energía hidráulica.

PRESIÓN Tabla de Unidades y Equivalencias		
1 kg/cm <sup>2</sup>	=	14,223 lb/pulg <sup>2</sup>
1 lb/pulg <sup>2</sup>	=	0,070307 kg/cm <sup>2</sup>
1 kg/cm <sup>2</sup>	=	0,980665 bar
1 bar	=	1,01972 kg/cm <sup>2</sup>
1 kg/cm <sup>2</sup>	=	98,0665 kPa
1 kPa	=	0,010197 kg/cm <sup>2</sup>

**TABLA III.1:** Unidades de presión

La tabla III.1 indica las equivalencias entre las principales unidades de presión. La unidad kPa (kilo Pascal), es la unidad de presión del SIMELA (Sistema Métrico Legal Argentino).

Otra unidad muy utilizada es la que relaciona libras y pulgadas cuadradas (Lb/pulg<sup>2</sup>), la cual también puede expresarse como PSI (Pound Square Inch).

## Pastillas pulverizadoras

Son las piezas que, en un sistema de pulverización por energía hidráulica, poseen el orificio calibrado de salida del líquido. El origen de la denominación de pastilla es incierta, aunque esta muy difundida en Argentina y es aceptada en el nomenclador técnico del IRAM. También se las denomina toberas, boquillas o puntas de pulverización.

La pastilla define el tipo y la forma del chorro, que son las características

básicas que determinan el patrón de distribución de la boquilla y también, en gran medida, el caudal pulverizado.

### Formas de distribución:

Si bien existen muchos tipos de pastillas diferentes, las formas de distribución son básicamente dos:

- Abanicos
- Conos

### Tipos de pastillas:

	Abanicos		Conos	
	Plano	Plano uniforme	Hueco	Lleno
Convencional	Convencional		Convencional	Convencional
Rango Extendido		Baja Deriva Convencional	Gran angular	
Baja Deriva Convencional		Abanicos Gemelos (twin)	Baja Deriva Asistida por aire	
Baja Deriva Asistida por aire		Espejo (convencional)		
Abanicos Gemelos (twin)				
Espejo (turbo)				
Fuera de centro				

**TABLA III.2:** Principales tipos de pastillas

La tabla III.2. muestra los principales tipos de pastillas y los modelos que lo integran. Con respecto a las pastillas para la distribución de fertilizantes líquidos que generan un chorro lle-

no, no se ajustan cabalmente a una pastilla pulverizadora, ya que la misma no rompe el líquido en gotas, por lo cual no se han incluido en la tabla mencionada.

**Caudal:**

Es el volumen de líquido asperjado que entrega una pastilla por unidad de tiempo (normalmente se representa con la letra “q”) y se expresa en L/min (litro/minuto).

El Caudal Nominal, es aquel que indica el fabricante de la pastilla, cuando la misma pulveriza con una presión de 300 kPa (3bar).

**Uso de pastillas según el tipo de agroquímico que se aplica:**

Los fabricantes recomiendan ciertos tipos de pastillas, según la clase de fitoterápico utilizado. Esto no quita la posibilidad de optar por alternativas diferentes a las propuestas, de acuerdo con la

experiencia personal que posea un profesional, o un aplicador experimentado.

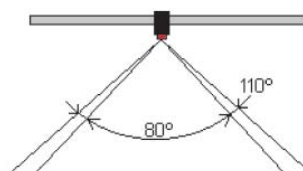
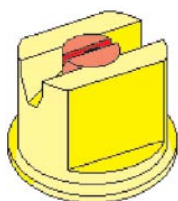
Por este motivo el cuadro de Uso de Pastillas, es una guía que sólo reviste un carácter orientativo.

Agroquímico	Tipo de pastilla
Herbicidas	Abanico plano
Insecticidas	Cono Hueco
Fungicida	Cono Hueco, Cono Lleno
Fertilizante	Chorro lleno (Incorporados al suelo) Abanico plano (Foliales)
Defoliantes	Abanico plano. Cono Hueco

**TABLA III.1:** Recomendaciones más usuales del tipo de pastilla a emplear según el fitoterápico utilizado.

**Pastillas de abanico plano**

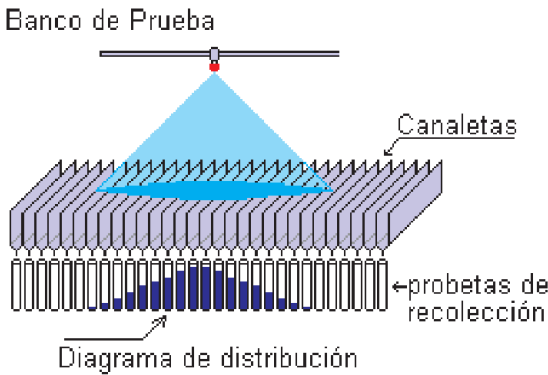
El chorro de una pastilla de abanico plano es una lámina delgada de forma triangular. El ángulo del abanico varía entre 60° y 120°, siendo los más frecuentes los de 80° y de 110°.



**FIGURA III.2:** Esquema de una pastilla de abanico plano y forma del abanico

Esta pastilla proporciona gotas de tamaño medio ( $DV_{0,5} = 250$  a  $300 \mu\text{m}$ ) con presiones de trabajo entre 200 y 300 kPa. En los bordes del abanico se producen gotas de mayor diámetro que en la zona central, mientras que en el centro, el caudal es mayor que en los extremos.

A través de una bandeja con canales recolectores, con dimensiones normalizadas (ancho del canal 50 mm), se recoge el líquido pulverizado lo que permite diferenciar la cantidad entregada por canal, en el ancho de la cobertura del abanico. Con este procedimiento de recolección se construye un gráfico de entrega, denominado *diagrama de distribución*

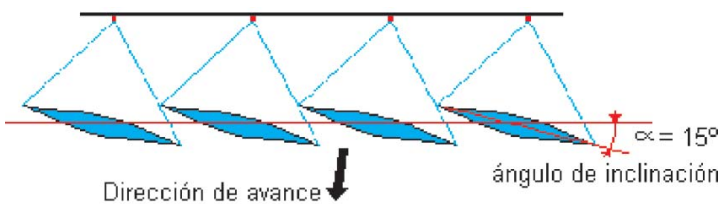


**FIGURA III.3:** Esquema de una banco de ensayos y diagrama de distribución de una pastilla de abanico plano

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

Como el uso general de las pastillas de abanico plano es para aplicaciones en cobertura total, para obtener una

distribución uniforme a lo ancho del barral o botalón de la máquina pulverizadora, se recurre al solapamiento de los chorros contiguos, teniendo el cuidado de alinear las pastillas, con una inclinación de aproximadamente  $15^\circ$ , según se observa en la siguiente figura, con el objeto de evitar el choque de los chorros.



**FIGURA III.4:** Superposición de abanicos en el botalón de la pulverizadora

En las tapas de los picos de material plástico, para pastillas de abanico plano, el alojamiento de la pastilla posee

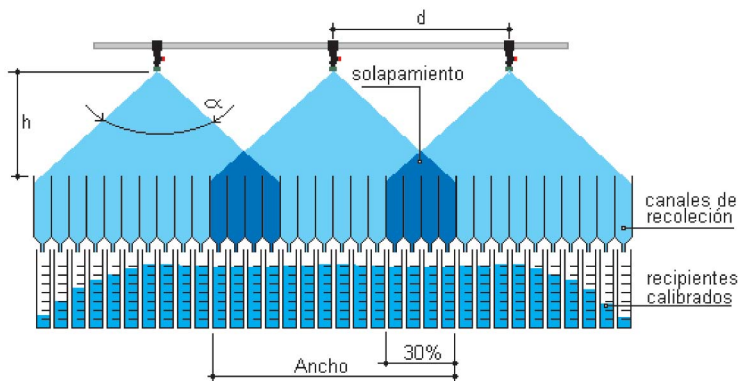
una única posición que responde al ángulo mencionado. En los picos metálicos, la posición se regula cuando se



aprieta la tapa roscada.

Cuando se analiza la distribución del barral de una máquina, se realiza el diagrama del conjunto de las pastillas.

Sin tener en cuenta los extremos de recolección, se observa que el efecto del solapamiento o superposición, hace que la entrega de líquido pulverizado sea pareja en todo el ancho.



**FIGURA III.5:** Efecto de una correcta superposición de abanicos en el botalón de la pulverizadora

La entrega pareja del líquido pulverizado, a lo largo de todo el botalón, tiene relación con el ángulo del abanico, la distancia entre picos (d), la altura (h) con respecto al objetivo y obviamente, con la uniformidad del caudal de cada pastilla.

Normalmente se considera que la superposición es adecuada cuando alcanza a un 30% del ancho que moja la base del

abanico. Por lo general, los manuales o catálogos de los fabricantes, contienen la información de cuál es la altura (h) correcta en función de la distancia entre las pastillas y de su ángulo, para lograr una aplicación uniforme en cobertura total. Se considera que, se ha alcanzado este objetivo, cuando el coeficiente de variación en el botalón de la máquina (CV) es inferior al 6%.

**Forma y dimensiones:**

La forma y las dimensiones de las pastillas están normalizadas para posibilitar su intercambio.



**FIGURA III.6:** Forma y dimensiones (en mm) de una pastilla de abanico plano

### Código de identificación:

Las pastillas originales eran totalmente metálicas, generalmente de latón (bronce) y se les acuñaba un código alfanumérico para identificar sus características funcionales (ángulos y caudal) además de la marca.

Dicho código, que aún perdura, tuvo su origen en los fabricantes nor-

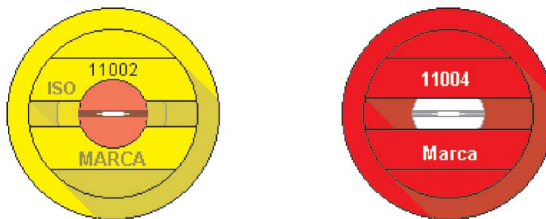
teamericanos y por este motivo, el caudal se expresa en galones por minuto. Para transformar galones/minuto a litros/minuto, el dato del código debe ser multiplicado por cuatro.

A partir de mediados de la década del setenta, comenzaron a producirse pastillas pulverizadoras con insertos cerámicos (Albus). Estos insertos, muy resistente a la erosión, requirieron una cobertura plástica para darle la forma normalizada. Estas coberturas plásticas, por tener la posibilidad de ser coloreadas fácilmente, generaron un nuevo código de identificación para los caudales.

Por ejemplo, todas las pastillas cuyo código termine en "03" serán azules y poseerán un caudal de 1,2 litros por minuto a una presión de 300 kPa (TABLA III.2)

Código		Caudal
Color	Numerico	L/min
naranja	01	0.4
verde	015	0.6
amarillo	02	0.8
azul	03	1.2
rojo	04	1.6
marron	05	2
gris	06	2.4
blanco	08	3.2

**TABLA III.2:** Código ISO 10625 de color de las pastillas en función del caudal erogado a 300 kPa.



**FIGURA III.7:** Códigos numérico y de color de pastillas de abanico plano

En la figura III.7. se observa la identificación por color de dos pastillas. La de la izquierda posee el número "11002" el cual indica, con sus tres primeros dígitos, el ángulo de apertura que posee el abanico (110°). Los dos últimos dígitos expresan el caudal de la pastilla a 300 kPa (3 bares) de presión: 0.2 gal/min lo que equivale a 0.8 L/min. Debido a ello y

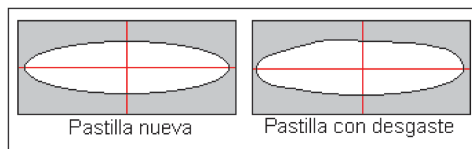
de acuerdo con lo señalado en la tabla III.2, el color de la boquilla es amarillo.

Utilizando el mismo criterio, al observar la pastilla de la derecha, resulta claro que la misma posee un ángulo de abanico de 110° y entregará un caudal de 1,6 L/min (0,4 gal/min; color rojo-tabla III.2) cuando la presión de la pulverizadora alcance los 300 kPa.

### Materiales:

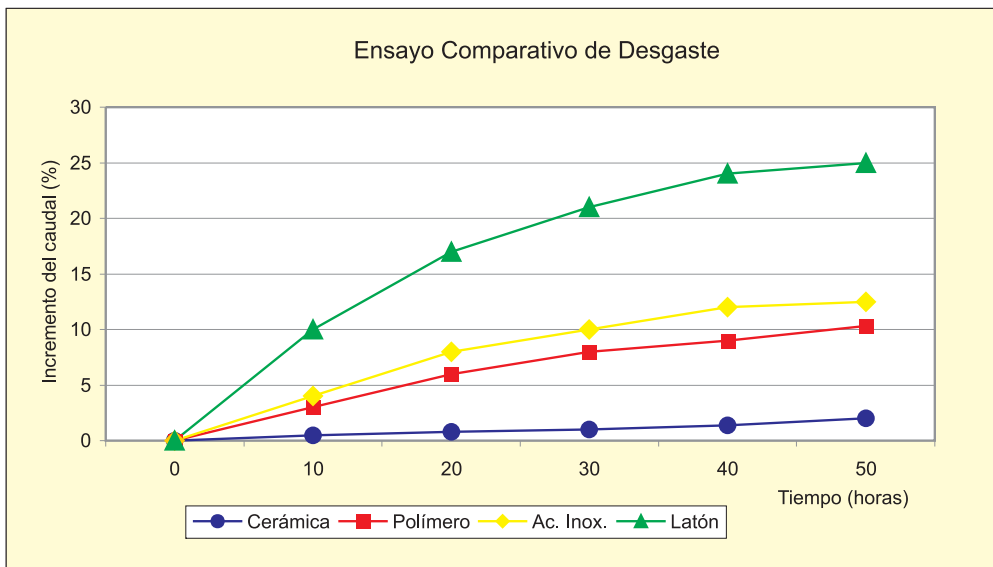
Los materiales con que se fabrican las pastillas son diversos. Entre ellos, los más usados son el latón (aleación de cobre y estaño), acero inoxidable, polímeros y cerámica (óxido de aluminio).

La característica principal del material que influye sobre la vida útil de la pastilla pulverizadora es la resistencia a la abrasión, ya que el orificio calibrado de salida se erosiona por el pasaje del líquido, modificando el caudal original y el diagrama de distribución.



**FIGURA III.8:** Orificio de salida de una pastilla de abanico plano nueva y con desgaste.

En la figura III.8. se observa, con el recurso de una ampliación de la imagen, la forma del orificio de una pastilla sin uso y la misma con desgaste por erosión.



**FIGURA III.9:** Resultados de un ensayo de desgaste de pastillas pulverizadoras de diferentes materiales.

En el gráfico de “Ensayo Comparativo de Desgaste” (Figura III.9), pueden apreciarse las curvas que relacionan las horas de ensayo y el caudal de entrega de pastillas de distinto material. Las mismas se obtienen a través de procedimiento de desgaste acelerado, haciendo circular una suspensión abrasiva a una

presión de 3 bar (ensayo de desgaste normalizado, realizado en laboratorio). Resulta notable la escasa variación del caudal en función del tiempo de ensayo, de la boquilla que posee el inserto cerámico, lo cual es un claro indicador de su alta resistencia a la abrasión. Si bien es difícil inferir a partir de este re-

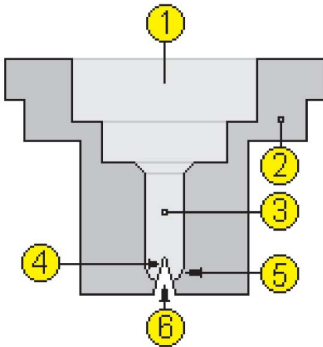
sultado la vida útil en horas que pueden poseer las pastillas en la pulverizadora, este tipo de experiencias resultan muy

válidas para comparar la resistencia de distintos materiales en condiciones operativas críticas.

### Tipos de pastillas de abanico

**Pastilla Standard:** Es el diseño básico de una pastilla de abanico plano. En

la figura III. 10 puede observarse un corte de este tipo de boquillas.



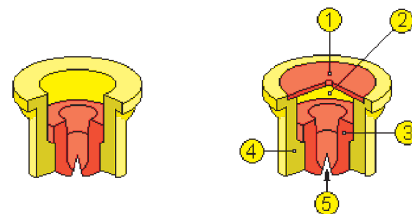
**FIGURA III.10:** Vista en corte de una pastilla pulverizadora standard.

**Referencias:** 1) Entrada de líquido a presión. 2) Forma exterior normalizada para alojarse en el pico porta pastilla. 3) Canal cilíndrico de diámetro calibrado. 4) Final de canal en forma de bóveda esférica. 5) Ranura en "V" que abre la bóveda y origina un agujero en forma de "gajo elíptico". El ancho y profundidad de la ranura, dará el ángulo del chorro en forma de abanico plano. 6) Salida del líquido pulverizado. El caudal del chorro, está dado por la combinación del diámetro del canal y el ancho de la ranura en "V".

**Pastilla de Rango Extendido:** También denominada "de amplio espectro", posee un diseño que permite mantener prácticamente constante el diagrama de distribución, dentro del rango de presión de trabajo que indica el fabricante (normalmente entre 1 y 4 bares). Es aconsejable su uso en los equipos que poseen regulación automática de la pulverización. Recomendado para aplicaciones de productos sistémicos.

**Pastilla Anti Deriva Convencional:** Mas precisamente de baja deriva, es un modelo que posee una tapa en la entrada del líquido, con un agujero calibrado que regula el caudal de la boquilla. El espacio entre dicha tapa y el conducto de salida forma una precámara, donde el líquido puede salir al exterior

a través de un orificio mas grande que para una pastilla normal. De esta forma no genera gotas menores de 100  $\mu\text{m}$ . El chorro pulverizado es entonces menos sensible a la deriva originada por el viento y la evaporación.



Pastilla normal con inserto cerámico

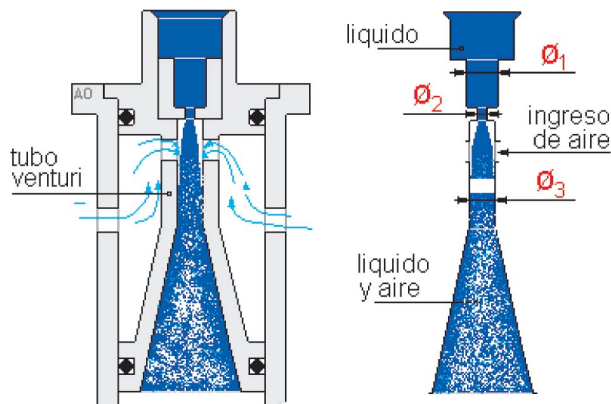
Pastilla Anti Deriva con disco de precámara e inserto de cerámica.

**FIGURA III.11:** Vista en corte de una pastilla anti-deriva convencional (derecha).

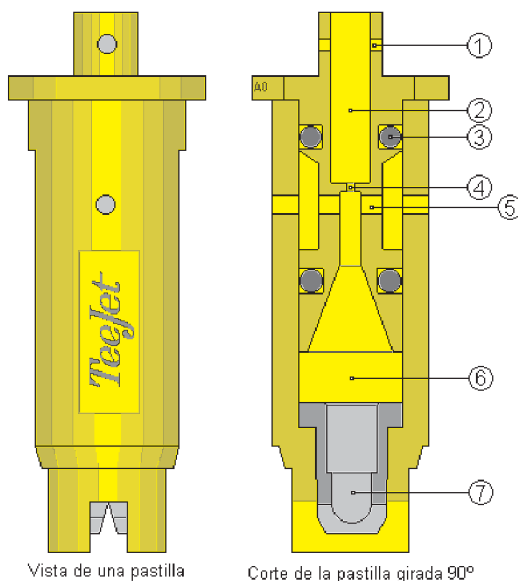
**Referencias:** 1) Tapa de la precámara con orificio de entrada calibrado. 2) Precámara. 3) Inserto que contiene el conducto, la ranura y el orificio de salida. 4) Cuerpo plástico de dimensiones normalizadas. 5) Orificio de salida.

*Pastilla inducida por aire:* El cuerpo de la pastilla posee, además de su conducto calibrado de salida y de un orificio de forma tal que origina el tipo de chorro como en toda pastilla pulverizadora convencional, un tubo con un estrechamiento y por lo tanto con secciones diferentes. El líquido a medida que fluye a través de sección de menor diámetro, aumenta su ve-

locidad y sufre una reducción de la presión y si se conecta al exterior mediante un orificio, absorberá aire a través del mismo. Cuanto más rápido se mueva el fluido en el tubo Venturi, mas fuerte será la succión. En la figura III.12 se observa un corte del sistema mencionado, llamado así en homenaje a su inventor, Giovanni Batista Venturi (1797).



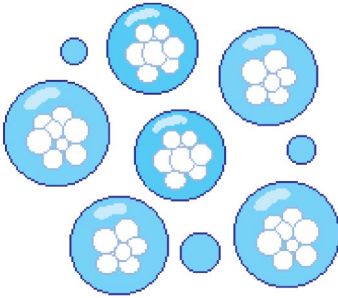
**FIGURA III.12:** Vista en corte de una pastilla antideriva convencional asistida por aire.



**FIGURA III.13:** Vista general y corte de una pastilla de abanico plano inducida por aire.

*Referencias:* 1) agujero para extracción de la pieza. 2) Tubo de entrada. 3) Sello (O-ring). 4) Pre orificio calibrado. 5) Orificio de entrada de aire. 6) Cámara de mezcla. 7) Inserto de acero o cerámica, que define el chorro de la pastilla.

### Efecto de la succión de aire en las pastillas pulverizadoras:



**FIGURA III.14:** Efecto de la succión de aire sobre las gotas

El aire que se mezcla con el líquido, produce gotas con burbujas en su interior. La gota así formada posee mayor tamaño, para un volumen determina-

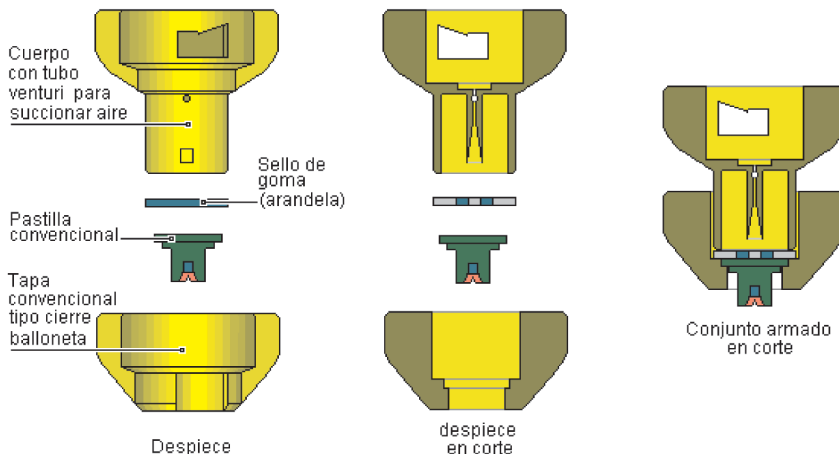
do de líquido, transportándose desde la salida de la pastilla hasta el objetivo como una gota grande y siendo en consecuencia menos susceptible a la deriva. Además, cuando la gota choca y se deposita sobre el follaje, se rompe en otras de menor tamaño, mejorando la cobertura y la adhesión del líquido pulverizado sobre el cultivo.

La producción de este tipo de pastilla, introdujo un nuevo caudal normalizado y por lo tanto un nuevo color (lila) en la banda codificada, que identifica a 0,99 L / min (0,25 galón / min) y que se incluyó en el código de colores (ISO 10625).



*Cuerpo de pico con sistema de inducción de aire:* Una alternativa que ofrece el mercado es la utilización de un cuerpo postizo de material plástico, con sistema de cierre tipo bayoneta. Esta sección agregada en el pico posee

en su interior un orificio precalibrado y un tubo Venturi, con el objeto de incorporar aire en la pulverización. A continuación de este cuerpo se monta una tapa conteniendo una pastilla convencional.



**FIGURA III.15:** cuerpo postizo de material plástico con orificio precalibrado y tubo Venturi

*Pastilla deflectora o espejo:* Este tipo de boquilla, que proyecta un chorro de abanico plano, responde a una configuración donde la forma de la pieza está desarrollada para modificar la dirección del fluido. El chorro sale del conducto fi-

nal calibrado y choca contra una rampa deflectora, que orienta la lámina de líquido pulverizado. El ángulo del abanico en este tipo de diseño, es mayor que el generado en una pastilla convencional, alcanzando aproximadamente los 130°.

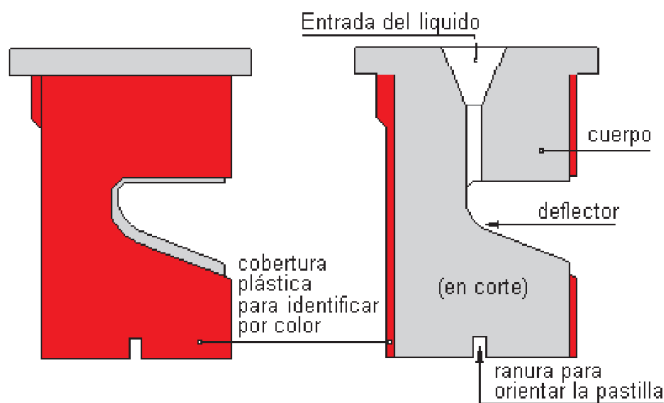


FIGURA III.16: Vista y corte de una pastilla espejo convencional

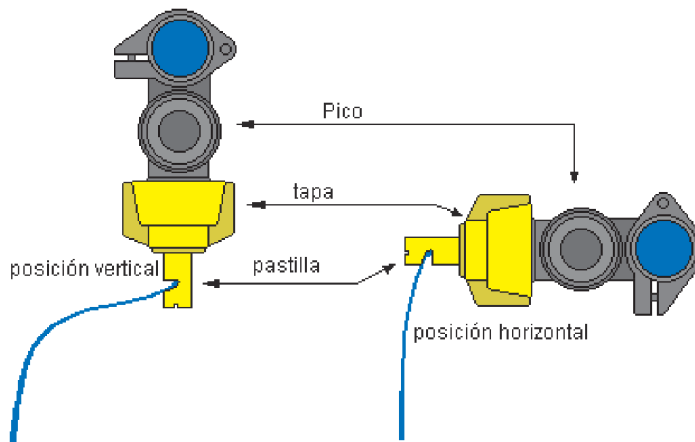


FIGURA III.17: Posiciones que puede adoptar una pastilla espejo convencional

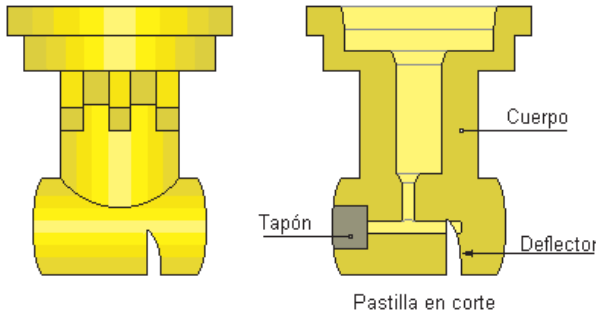
La figura III.17 indica las posiciones en las que se puede utilizar un pico con pastilla deflectora.

La evolución en los diseños de las boquillas, introduce al mercado una

pastilla deflectora para ser usada en cobertura total mediante el solape de los extremos de los chorros, para lograr una aplicación uniforme. Su principal característica de funcionamiento es que produce una pulverización de gotas me-

dianas a gruesas y al estar construidas con conductos y orificios de salida rela-

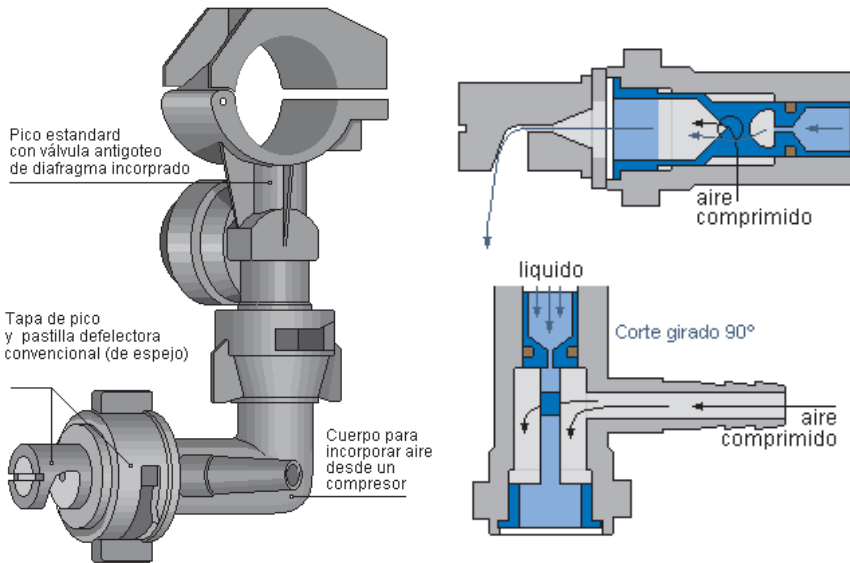
tivamente grandes, tienen baja posibilidad de obturación.



**FIGURA III.18:** Vista y corte de una pastilla espejo turbo

También fue aprovechada esta configuración de pastilla para utilizarla en un sistema de pulverización con líquido a presión e inyección de aire provis-

to por un compresor. Modificando el caudal de aire comprimido, se regulan la cantidad de líquido asperjado y el tamaño de la gota.



**FIGURA III.19:** Vista y corte de una pastilla espejo con inyección de aire

#### *Pastilla de Abanicos Gemelos o Doble Abanico Plano:*

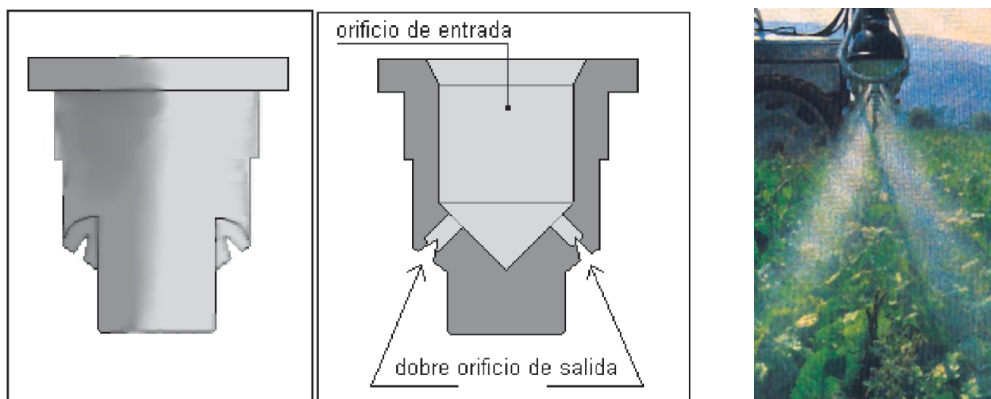
Se conoce también con su denominación inglesa “twinjet”. La misma po-

see dos abanicos, proyectados con un ángulo de aproximadamente 30°, sien-



do el caudal de la pastilla la suma de los caudales de los dos abanicos. Su uso se recomienda cuando el follaje a penetrar es denso y abundante, pues incide so-

bre la masa vegetal con dos ángulos diferentes. En este sentido, resulta similar a los conos huecos, tal como puede apreciarse en la imagen de la figura III.20.

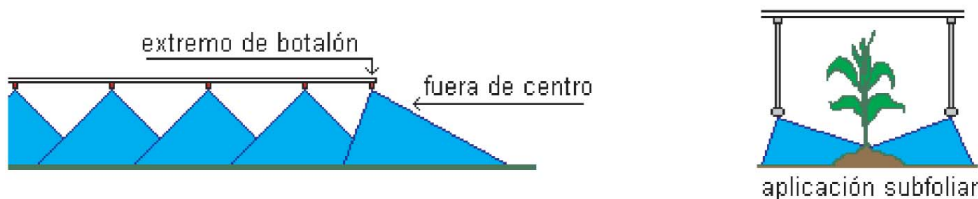


**FIGURA III.20:** Vista y corte de una pastilla de abanicos gemelos (izquierda). Imagen de la prestación de las pastillas sobre un canopeo denso (derecha).

*Pastilla “Fuera de Centro”:*

También denominadas “off-center”, poseen el orificio de salida sobre un lateral del cuerpo, produciendo un chorro plano descentrado. Se ubica en el

extremo del botalón y se utiliza también en aplicaciones subfoliares de herbicidas o fertilizantes

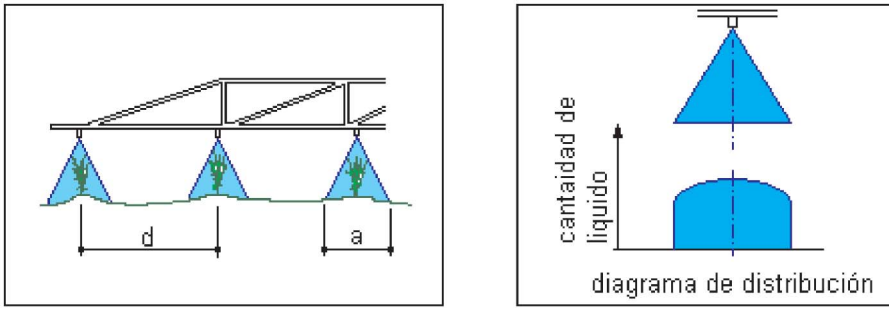


**FIGURA III.21:** utilización de una pastilla fuera de centro

*Pastilla de Abanico Plano Uniforme o para aplicación en “Bandas”:*

Es una boquilla convencional de abanico plano, con la particularidad de tener un chorro con una distribución uniforme, en todo el ancho de la faja

pulverizada. Los modelos de pastilla para aplicaciones en banda pueden ser de abanico convencional, de baja deriva con precámara y de doble abanico.

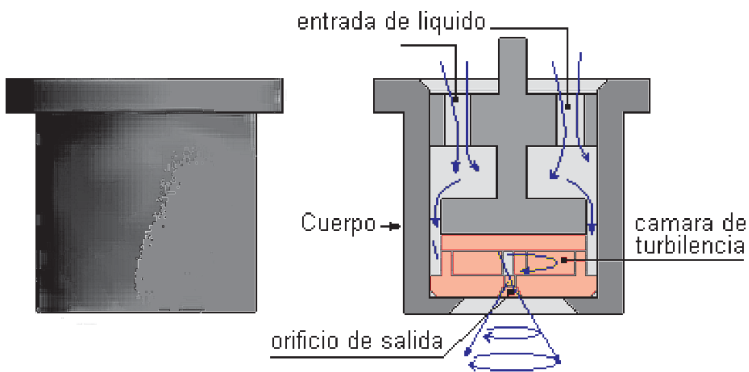


**FIGURA III 22:** aplicación en bandas y diagrama de distribución de una pastilla de abanico plano uniforme. Referencias: "d" distancia entre surcos. "a" ancho de la banda.

### Pastillas de cono

#### *Pastilla de "Cono Hueco":*

El chorro es un cono hueco que se origina al forzar al líquido a circular en una cámara helicoidal, previo a su salida por el orificio calibrado.



**FIGURA III 23:** Pastilla de cono hueco con inserto cerámico (color rosa)

El modelo que se observa en la figura III. 23, es una cápsula armada, donde el inserto cerámico que posee el orificio calibrado de salida, forma la cámara que

obliga a rotar el líquido, para posteriormente salir en chorro cónico. La cámara se termina de formar con la tapa que también posee una lámina cerámica.



**FIGURA III 24:** Taza con orificio calibrado y disco o núcleo de turbulencia

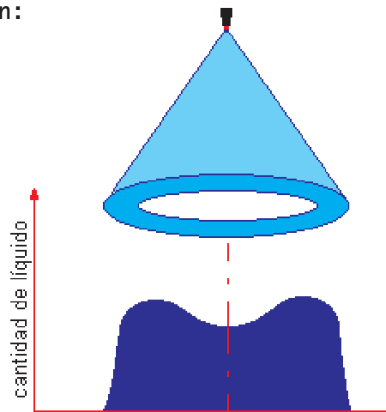
Otra forma mas antigua de formar una pastilla de cono hueco, pero de igual calidad de chorro, consiste como lo indica la figura III. 24, de un disco o núcleo con uno o mas canales helicoidales y, de un disco o taza de acero inoxidable con el orificio central. El conjunto se arma dentro de pico porta pastillas.

Para el funcionamiento y buena aper-

tura del cono, la presión de trabajo debe ser de 3 a 20 bares. La producción de gotas es de tamaño fino (100 – 200  $\mu\text{m}$ ) y se utilizan para aplicaciones de insecticidas y funguicidas.

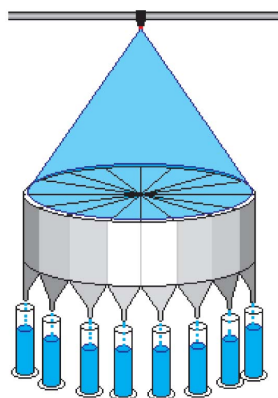
Por el tipo de distribución del líquido pulverizado, las pastillas de cono hueco se usan sin la superposición de los chorros, que caracteriza a las pastillas de abanico plano.

Diagrama de distribución:



**FIGURA III 25:** Diagrama de distribución de una pastilla de cono hueco

El diagrama de distribución de la figura III. 25 se confecciona en una bandeja con canales de dimensiones normalizadas, de forma similar a los realizados con pastilla de abanico plano



**FIGURA III 26:** Esquema de un banco de pruebas para pastillas de cono hueco

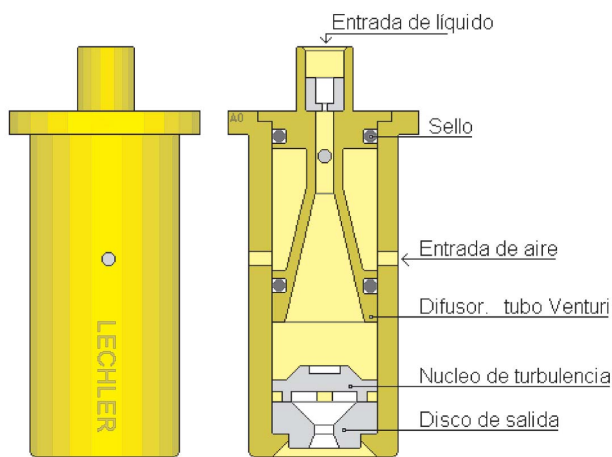
Para determinar si la distribución es pareja en todo el círculo de la impronta (área que moja), se hace trabajar en un banco que colecta la pulverización en sectores y se mide el volumen depositado

en las probetas. Cuanto mas sectores tenga el banco de ensayo, mas precisa es la determinación. El banco que ilustra la figura III. 26, es propio de un fabricante de pastillas o de un laboratorio de ensayos.

#### *Pastilla de Cono Hueco Inducida por Aire:*

Con el mismo concepto de introducir aire en las pastillas de abanico plano, para incrementar el tamaño de la

gota y reducir la deriva, se desarrollaron las pastillas de cono hueco inducidas por aire.

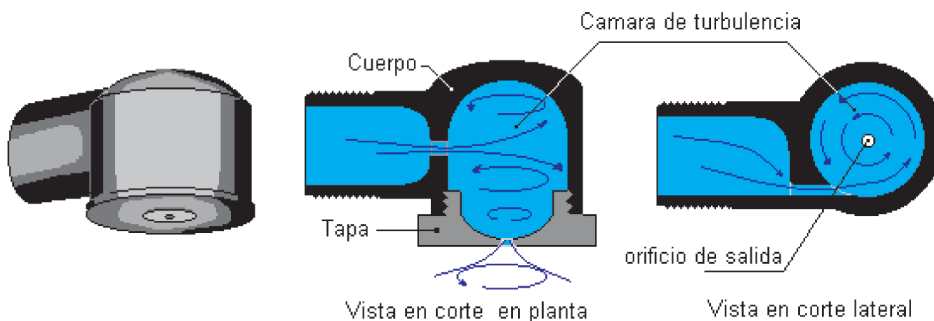


**FIGURA III 27:** Vista y corte de una pastilla de cono hueco inducida por aire

#### *Pastilla Gran Angular:*

El líquido penetra por un conducto tangencial a la cámara de turbulencia originando un torbellino que en la salida, a través del agujero central de la

tapa, produce un cono hueco de gran ángulo (Figura III. 28). La pulverización se logra con baja presión y las gotas producidas son relativamente grandes.



**FIGURA III 28:** Vista y corte de una pastilla gran angular

Este tipo de pastilla se utiliza principalmente en aplicaciones de herbicidas con incorporación al suelo.



**FIGURA III 29:** Incorporación de herbicida con pastillas Gran Angular, montada sobre una rastra de disco

#### *Pastillas de Cono Lleno:*

Trabajan con altas presiones, de hasta 2000 kPa (20 bar) con lo cual se logran elevadas coberturas. Por este motivo se utilizan principalmente para pulverizaciones de fungicidas y otros fitoterápicos que actúan por contacto. El diseño es similar a la pastilla de cono hueco, pero el disco

que posee las rampas helicoidales tiene un orificio central por el cual el líquido llena el centro del cono.

También se utiliza en la generación de la pulverización en máquinas de chorro transportado (de turbina) para montes frutales.



**FIGURA III 29:** Pulverización en un monte frutal con máquina de chorro transportado

### Otros tipos de Pastillas:

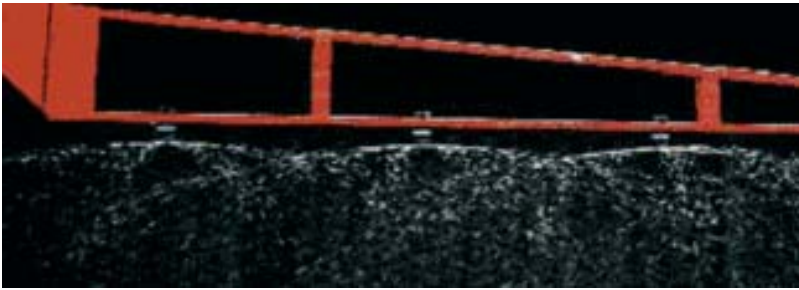
*Pastillas para fertilizantes aplicados al suelo:*

Son boquillas destinadas a la distribución de fertilizantes líquidos. Poseen

uno más agujeros de salida. Los chorros que producen contienen gotas grandes, con caudales similares al resto de las pastillas. Por lo general poseen una placa intercambiable con un orificio calibrado que regula el caudal.

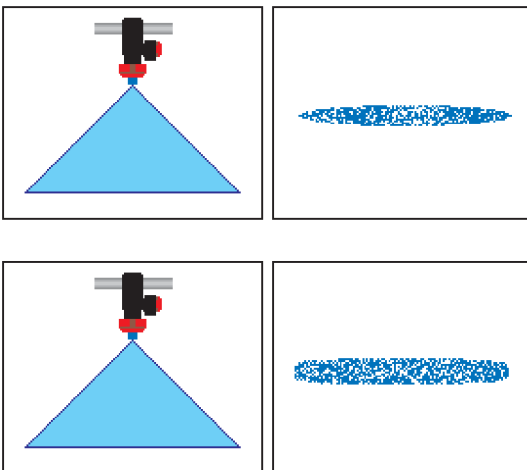


**FIGURA III 30:** Vista de una pastilla para la aplicación de fertilizantes con varios orificios de salida



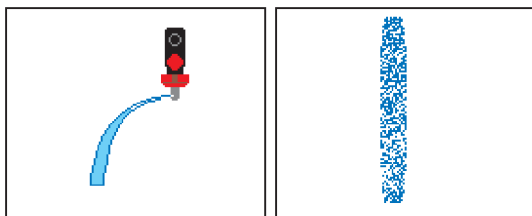
**FIGURA III 31:** Distribución de las pastillas para la aplicación de fertilizantes con varios orificios de salida

### Cuadro comparativo de las formas de distribución de los distintos tipos de pastillas pulverizadoras

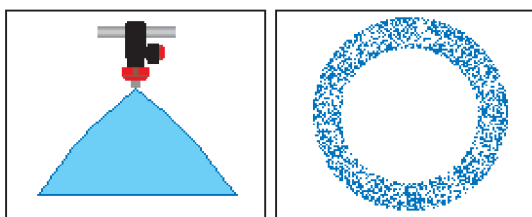


Pastillas de abanico plano para cobertura total: Poseen una lámina plana de pulverización con extremos afinados, con las cuales y mediante una superposición apropiada de los chorros, se logra un caudal uniforme a lo largo del barral.

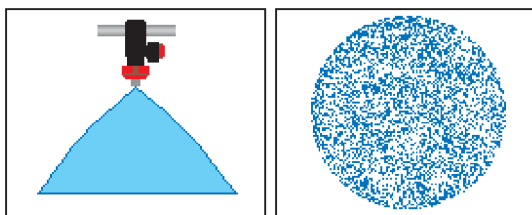
Pastillas de abanico plano para bandas: Producen una lámina pulverizada plana y uniforme en todo su ancho. Se utiliza en aplicación en fajas o en bandas.



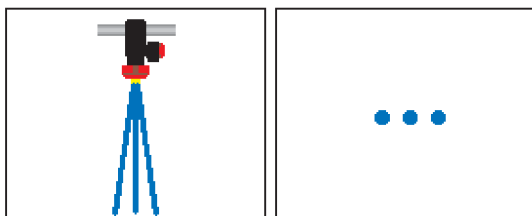
Pastillas espejo. Brindan un chorro ancho debido a un ángulo de apertura de 130° aprox. El chorro es uniforme y produce gotas medianas a grandes.



Pastillas de Cono Hueco. Suministran un chorro que moja en forma de corona circular. El ángulo más común es 80° y generan gotas finas y medias finas.



Pastilla de Cono Lleno. Entrega un patrón uniforme, circular y lleno, con gotas finas.



Pastilla de Fertilización. Puede tener uno o varios chorros.

## Pulverizadores Rotativos

La producción de gotas en este tipo de pulverizadores, se logra a través del movimiento de rotación del disco dosificador.

El líquido se abastece próximo al centro de rotación, de tal manera que la fuerza centrífuga lo impulsa y lo distribuye de forma uniforme, hacia el borde dentado del disco. El desprendimiento del líquido de la superficie del pulverizador rotativo produce su fragmentación en pequeñas gotas.



FIGURA III 32: Cabezal pulverizador rotativo

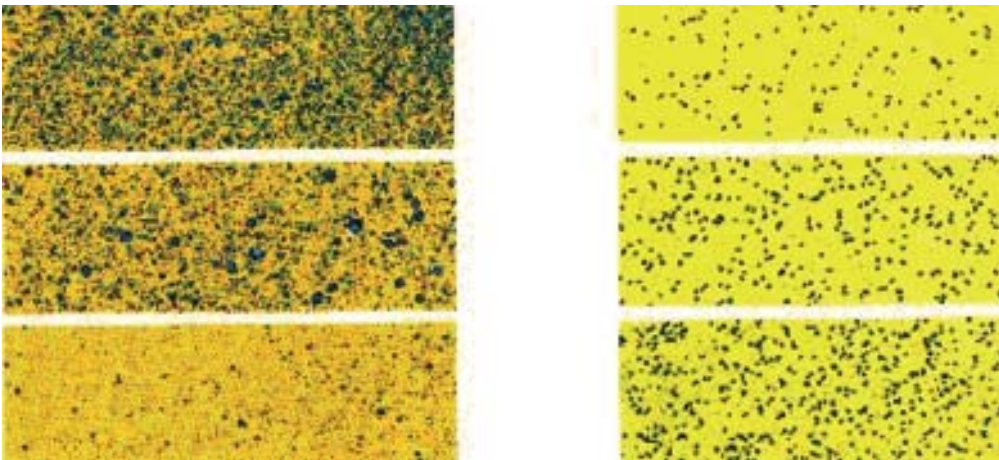




**FIGURA III 32:** Formación de gotas en un cabezal pulverizador rotativo

Una característica funcional que define este sistema de pulverización, es la homogeneidad de los tamaños de las go-

tas. Esta característica se produce porque las fuerzas que las generan son constantes y uniformes en toda la masa líquida.



**FIGURA III 33:** Tarjetas hidrosensibles obtenidas con una pulverizadora convencional (izquierda) y mediante cabezales pulverizadores rotativos (derecha)

En la figura III. 33 pueden observarse muestras de gotas sobre tarjetas hidrosensibles, bajo tres condiciones operativas diferentes. Las tarjetas de la izquierda se obtuvieron de una pulverización con pastillas convencionales. Las de la

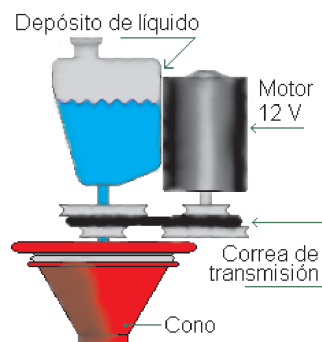
derecha, corresponden a la pulverización producida con un cabezal rotativo.

Alimentación de un cabezal rotativo: Se utiliza una pequeña bomba, con el fin de obtener una alimentación constante y poder así independizarse de la



altura del líquido del tanque. Debe existir una relación entre el flujo de líquido y el régimen del disco. Si el caudal es escaso, la cantidad de gotas por  $\text{cm}^2$  también lo será. Si es demasiado elevado, el rotor no alcanzará a evacuar el líquido en forma uniforme, perjudicando la aplicación.

El tamaño de las gotas está en relación directa con el régimen del rotor, el cual puede variarse cambiando la tensión de trabajo del motor eléctrico.



**FIGURA III 34:** Esquema del sistema de alimentación de un cabezal rotativo

Modos de uso:

Manual:



**FIGURA III 35:** Utilización manual del cabezal rotativo



Montados sobre un botalón



**FIGURA III 36:** Utilización del cabezal rotativo en una máquina pulverizadora

El montaje de los cabezales sobre un botalón, está en relación con la velocidad de avance. En efecto, estando el ca-

bezal estático, la distribución es circular. Al avanzar, adopta una forma elíptica tanto más estrecha cuanto mayor sea

la velocidad de avance. La tabla III.3 muestra la relación entre la separación y la velocidad, a fin de no dejar zonas sin tratar y es de carácter orientativo:

Separación entre cabezales	Velocidad de avance
1,8 m	6 km/h
1,5 m	10 km/h
1,2 m	15 km/h

**TABLA III.3:** Relación entre la separación de los cabezales y la velocidad de avance

La posición de los cabezales en el barral debe poseer una inclinación de 15°, a fin de favorecer la penetración de las gotas en el cultivo.

### *Cálculo del tamaño de las gotas producidas por un cabezal pulverizador rotativo:*

El diámetro de las gotas producidas por un pulverizador rotativo puede ser calculado a través de la ecuación desarrollada por Walton y Prewett.

$$d = \frac{3,76}{\omega} \sqrt{\frac{\gamma}{D\rho}}$$

Donde:

$d$  = diámetro de la gota en  $\mu\text{m}$

$\omega$  = velocidad angular en  $\text{s}^{-1}$

$D$  = diámetro del rotor en mm

$\gamma$  = tensión superficial del líquido en mN/m

$\rho$  = densidad del líquido en  $\text{g/cm}^3$

3,76 = constante

De otra manera, puede expresarse:

$$d = \frac{Cte}{r}$$

Donde:

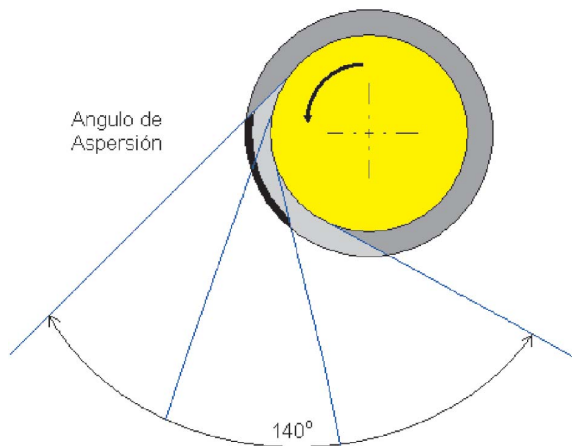
$Cte = 500.000$

$r$  = régimen rotor en  $\text{v}/\text{min}$

Dentro de los discos rotativos que producen la rotura del líquido por efecto de la fuerza centrífuga y del denticado que poseen en todo el borde perimetral, existe un diseño desarrollado por Save-Tecnoma con el nombre de Girojet, donde la característica sobre-

saliente es que el disco tiene una posición vertical.

El rotor de 145 mm de diámetro es accionado por un motor eléctrico de 12 v, siendo su régimen variable y regulado por un reóstato (2000 a 3500  $\text{v}/\text{min}$ ).

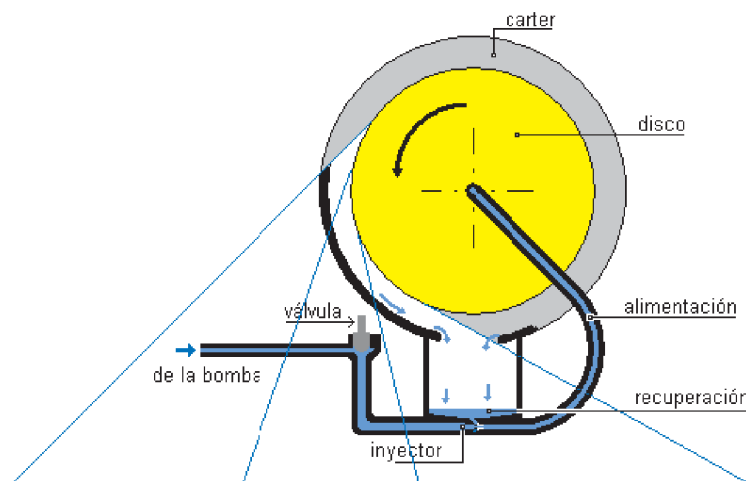


**FIGURA III 37:** Ángulo de apertura del chorro pulverizado en un cabezal rotativo vertical

El disco posee una cobertura perimetral o carter, que recupera el líquido que es enviado hacia arriba sobre un sector que abarca un ángulo de 220°. La sección abierta, que permite la pro-

yección del chorro hacia el objetivo, es de 140°.

Las gotas retenidas en el sector superior cubierto, son recuperadas y el líquido es reciclado.



**FIGURA III 38:** Recirculación del líquido en un cabezal rotativo vertical

La alimentación del líquido a pulverizar se realiza sobre el centro del disco y el flujo que proviene de una bomba

eléctrica, esta comandado por una electro válvula. El líquido a presión antes de desembocar en el centro del rotor,

recoje el caldo que quedó atrapado en el recipiente de recuperación.

El chorro proyectado por el rotor sobre el objetivo es de un estrecho espectro de pulverización, con una buena distribución sobre la superficie tratada y con una penetración sobre el follaje apropiada.

La amplitud de la regulación del tamaño de la gota que se encuentra entre los 150 y 450 micrones, está dada por la velocidad angular del rotor y no por efecto de la presión hidráulica que se le imprime al líquido para fluir en el circuito interno. A mayor velocidad de rotación, menor es el diámetro de las gotas y viceversa.

Como posee un gran ángulo de abanico distribuidor (140°) y una altura de aplicación mayor que una barra porta

picos convencional (70 cm), el ancho de labor de cada rotor alcanza a 3 metros con un solape entre abanicos del 20%.

Las ventajas de este tipo de aspersores son:

1. Bajo caudal de campo (Muy Bajo Volumen)
2. Muy buena autonomía de la máquina.
3. Espectro de pulverización homogéneo
4. Menor efecto de deriva, utilizando una regulación que posibilite obtener gotas grandes.

A pesar de ser una manera eficiente de aplicar caudales de campo reducidos, el desarrollo tuvo escasa aceptación en el mercado.



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



Donde pasa Jacto, *crece la vida.*

ENTREGA  
INMEDIATA

FINANCIACIÓN A SU MEDIDA

- Sensores de altura de barras
- Apto para aplicación de fertilizante líquido
- Bomba de pulverización Jacto
- Porta picos cuadrijacto con pastillas de cerámica
- Computadora Jacto
- Trocha regulable de 2,00 a 2,60 metros
- Garantía total Jacto

UNIPORT 2500 PLUS



**jacto**

Siempre al lado del productor

Multijacto S.A. - Ruta 8 km 176 - (2740) Arrecifes, Buenos Aires - Telefax: (02478) 450611  
ventas@multijacto.com.ar / www.jacto.com.br

## El mejor pulverizador es también el mejor aplicador de sólidos



### Todo en un mismo chasis

El Rogator Combo permite transformar el pulverizador en un aplicador de fertilizantes sólidos con el simple reemplazo del tanque de producto por una tolva. Posibilitando la aplicación de granulados con total precisión inclusive con excesivo viento. Como así también aplicación en dosis variable según mapas de aplicación.



**RoGator**

AGCO Argentina S.A. Valentín Gómez 577,  
Haedo, Bs.As. - Tel.(011)4469-7800 - info@agco.com.ar

# Boitard



AGENTE OFICIAL  
**AGROMETAL**

**Av. Sgo. Marzo N° 855**  
**Santa Rosa - La Pampa**  
**(02954) 439449**  
**carlosmboitard@speedy.com.ar**

  
*Componentes para pulverización agrícola*  
*Agricultura de precisión*

DISTRIBUIDOR MAYORISTA



**tecnología confiable**  
calidad e innovación permanente



Banderillero Satelital Sirio



Boquillas para pulverización



Bombas pistón membrana



# CAPÍTULO IV

## La máquina pulverizadora



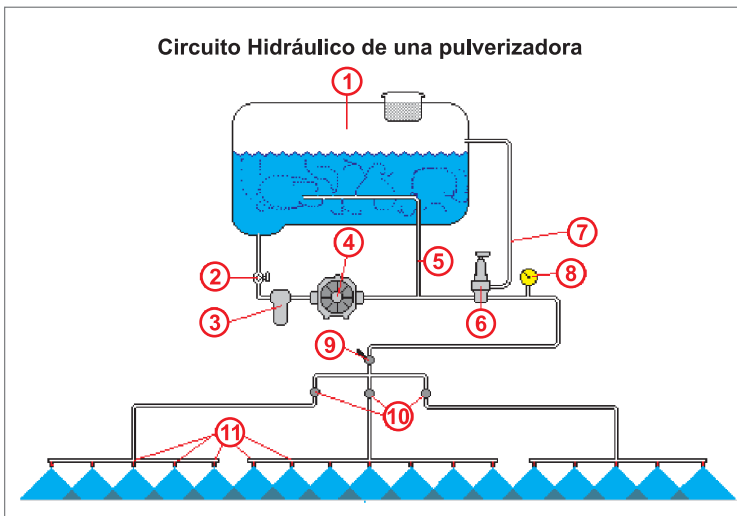


# La máquina pulverizadora

## Circuito Hidráulico de Pulverización:

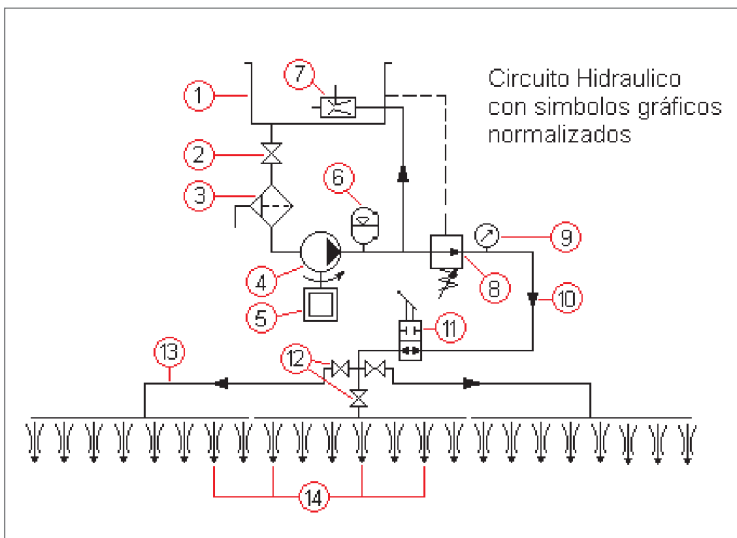
Los componentes que integran el circuito hidráulico de la pulverizadora cumplen ciertas funciones parciales: En conjunto, proporcionan a las pastillas el cau-

dal de líquido a asperjar en forma limpia, homogénea y con la presión necesaria para producir la pulverización con las características que el operador propone.



**FIGURA IV.1:** Esquema del circuito hidráulico de una pulverizadora de botalón.

*Referencias:* 1) Depósito. 2) Llave de corte. 3) Filtro de línea. 4) Bomba. 5) Derivación para la agitación hidráulica del depósito. 6) Regulador de presión. 7) Derivación del regulador. 8) Manómetro. 9) Llave principal de línea. 10) Llaves parciales de línea. 11) Picos del botalón.



**FIGURA IV.2:** Esquema de una pulverizadora de botalón con símbolos normalizados.

*Referencias:* 1) depósito. 2) Llave de dos vías. 3) Filtro colador con drenaje manual. 4) Bomba unidireccional. 5) Motor de combustión interna (T de P). 6) Acumulador cargado con gas (pulmón). 7) Tubo Venturi (agitador hidráulico). 8) Regulador de presión. 9) Manómetro. 10) Símbolo que indica la dirección hidráulica. 11) Válvula de dos vías comandada a palanca (llave general del botalón). 12) Llave de dos vías (llaves de sectores del botalón). 13) Ramal al botalón. 14) Toberas hidráulicas (picos).

## Componentes del Circuito Hidráulico de Pulverización:

### Depósito o Tanque:

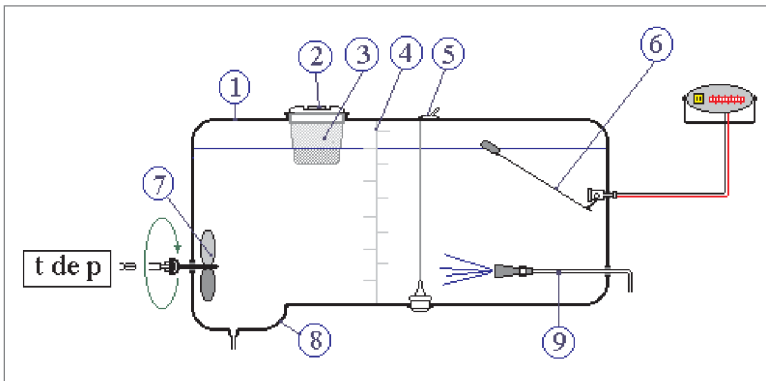
Es necesario que el material de construcción del depósito, o la superficie en contacto con el líquido, sea estable ante la acción de los productos químicos. Si es metálico, debe ser inoxidable. Si el material de fabricación es traslúcido, deberá tener incorporado un inhibidor de rayos ultra violetas (UV), ya que existen agroquímicos que pueden degradarse al ser expuestos a este tipo de radiación.

Es recomendable que la superficie interna tenga buen acabado superficial y que los bordes y esquinas sean redondeados, para favorecer su limpieza y para mejorar la agitación y así mantener la homogeneidad del caldo a pulverizar, especialmente cuando se tra-

baja con emulsiones y suspensiones.

El volumen nominal es el indicado o declarado por el fabricante del tanque. La capacidad del tanque afecta la autonomía de la pulverizadora y consecuentemente, la eficiencia operativa de la máquina. Como norma de seguridad el volumen real del depósito deberá superar en un 5% el volumen nominal mientras que, el volumen residual, no debe exceder el 3% del volumen nominal.

Si para preparar el caldo de pulverización, el fitoterápico debe ser agregado al tanque por su tapa, el acceso hasta este sitio debe ser cómodo y seguro, para evitar accidentes que pueden ocasionarse durante la carga de la máquina.



**FIGURA IV.3:** Esquema del tanque de una pulverizadora de botallón.

*Referencias:* 1) Tanque. 2) Tapa roscada. 3) Filtro canasta. 4) Indicador de nivel. 5) Válvula de desagote rápido. 6) Indicador de nivel electrónico. 7) Agitador mecánico. 8) Fondo de tanque. 9) Agitador hidráulico.

**Tapa de tanque:** Debe tener dimensiones amplias a fin de llenar el tanque fácilmente y en forma segura sin el uso de herramientas y sin contaminación de

operador y estar provista de un dispositivo de sujeción que se asegure por medio de una acción mecánica (traba, rosca, etc.) También debe poseer un respi-

radero que compense la depresión que genera el vaciado durante el tratamiento y se estanca.

**Filtro Canasta:** En el orificio de llenado, debe colocarse un filtro tipo ca-

nasta, siendo este el primer paso de filtrado que posee la máquina. La trama de la malla y la profundidad de la canasta deberán evitar que se produzcan derrames durante la operación de llenado.

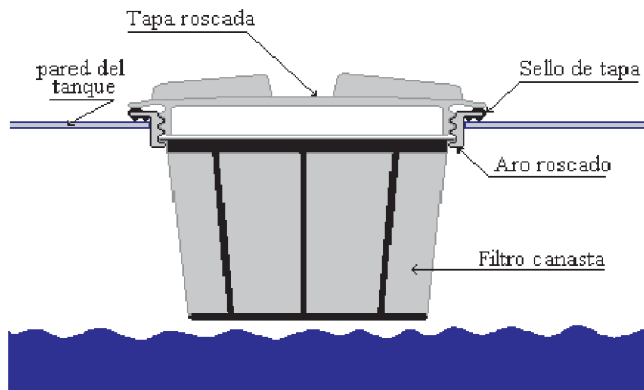


FIGURA IV.4: Esquema de la tapa del tanque y del filtro canasta

**Indicador de Nivel:** La máquina debe poseer un indicador de nivel, el mismo puede estar grabado en la superficie del tanque o ser del tipo electrónico con el empleo de un flotante. La lectura del nivel debe ser realizada fácilmente desde el puesto del conductor durante la operación.

**Válvula de vaciado rápido:** Estará ubicada en la posición más baja del tanque para facilitar el vaciado en las operaciones de limpieza o lavado del tanque. Es aconsejable que el diámetro de salida de la válvula sea mayor que 75 mm (3").

### Agitador:

Con el objeto de mantener homogéneo el caldo dentro del tanque, (ver *Emulsiones*) es necesario la agitación constante del líquido.

- 1) La acción puede realizarse con un sistema mecánico, a través de una hélice accionada por medio de la toma de potencia del tractor. Este sistema produce una agitación energética, pero puede generar espuma cuando el nivel de líquido dentro del tanque desciende hasta dejar al descubierto la hélice. La

presencia de burbujas dentro del circuito hidráulico, puede afectar la presión del sistema y provocar disturbios cuando el líquido sale por las pastillas pulverizadoras, alterando la aplicación. Un punto crítico de mantenimiento en este sistema de agitación, es la conservación de la estanqueidad del sello por donde el eje de la hélice se introduce en el tanque.

- 2) Otra opción para efectuar la agitación, es el uso de un sistema hidráulico.

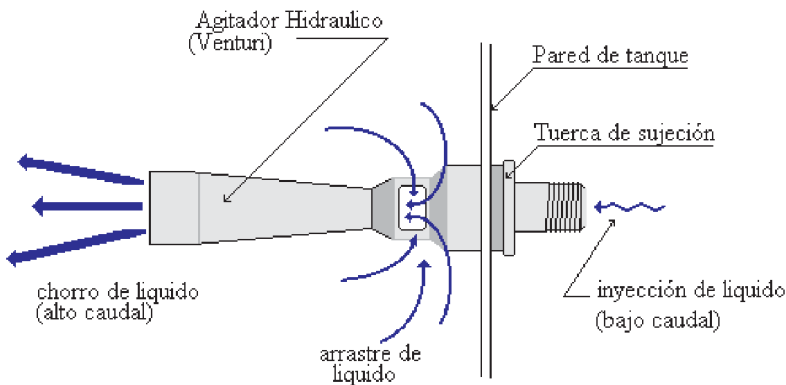
lico. Una parte del caudal que genera la bomba, es enviada al tanque para producir a través de un tubo Venturi, una corriente con una velocidad que provoque el efecto de agitación (Figura IV.5).

Existe dos opciones para enviar el líquido al tanque: emplear una derivación desde la salida de la bomba (Figura IV.1) o utilizar la el retorno de la válvula reguladora de presión. Si se opta por la primer alternativa, las vías de retorno al tanque serán dos, por lo cual se asegura un caudal de agitación apropiado en todas las condiciones de uso. Sin embargo, debido a que una parte importante del caudal entregado por la bomba es reciclado, el flujo de líquido hacia el botalón puede resultar crítico bajo ciertas condiciones

operativas, como ser la aplicación de elevados volúmenes de caldo por hectárea a elevadas velocidades de avance. Por lo tanto cuando se seleccione la capacidad de la bomba a utilizar, deberá tenerse presente esta situación.

Si se opta por generar la agitación a través del retorno de la válvula reguladora de presión, el caudal de líquido reciclado al tanque será menor y podría resultar insuficiente cuando se utilizan pastillas inducidas por aire o conos, las cuales requieren presiones importantes en el sistema hidráulico.

Como valor orientativo, se estima que el caudal necesario para producir una buena agitación es, en litros por minuto, el equivalente del 3 al 5% del volumen nominal del tanque.



**FIGURA IV.5:** Esquema del dispositivo Venturi del agitador hidráulico

### Incorporación del Agroquímico al Tanque:

Las máquinas que por su tamaño presenten dificultades o tornen insegura la acción de verter manualmente el producto fitosanitario a través

del orificio de llenado del tanque, deberán poseer un dispositivo de mezclado, transferencia y lavado de envases.

El recipiente de transferencia se conecta con el circuito hidráulico a través de un racord de tres vías que contiene



**FIGURA IV.6:** Dispositivo de carga de plaguicidas

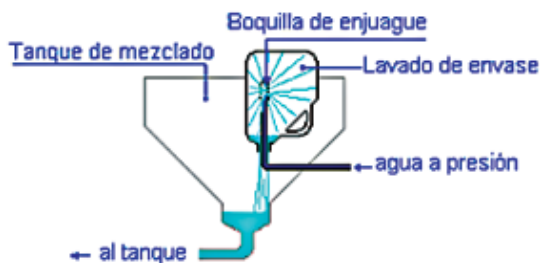
Es muy conveniente la práctica del triple lavado del envase que contiene el agroquímico antes de su destrucción. El dispositivo de lavado dentro del tanque de transferencia, consiste en un ramal con una boquilla desarrollada

un tubo Venturi, para impulsar el producto químico hacia el tanque principal, como muestran las figuras IV.6 y 7.



**FIGURA IV.7:** Esquema del dispositivo de carga de plaguicidas

para la limpieza de los recipientes. La misma consta de una cabeza rotativa de accionamiento hidráulico, que inyecta agua a presión con un ángulo de aspersión de aproximadamente 300° (Figura IV.8).



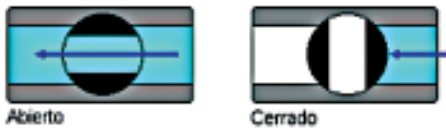
**FIGURA IV.8:** Dispositivo de carga de plaguicidas con boquilla de enjuague

### Válvulas de Distribución de Caudal:

Estas válvulas controlan la circulación y distribución del líquido por el circuito. El principio de funcionamiento de las que se emplean en las máquinas pulveriza-

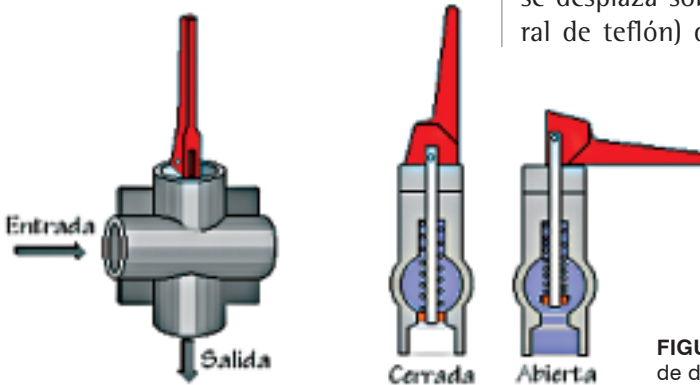
doras es simple, pues se limitan a abrir o cerrar el paso del fluido o combinar el cierre y la apertura en un mismo movimiento para cambiar la dirección del flujo.

### Válvulas de 2 vías de accionamiento manual



**FIGURA IV.9:** Válvula esférica de dos vías.

Una esfera con un conducto que la atraviesa, permite el cierre o pasaje del líquido según la posición de la misma. El movimiento de la bola, se realiza sobre un eje perpendicular al conducto y la amplitud de giro es de 90°. La bola se desplaza sobre un asiento (en general de teflón) que sella la válvula.

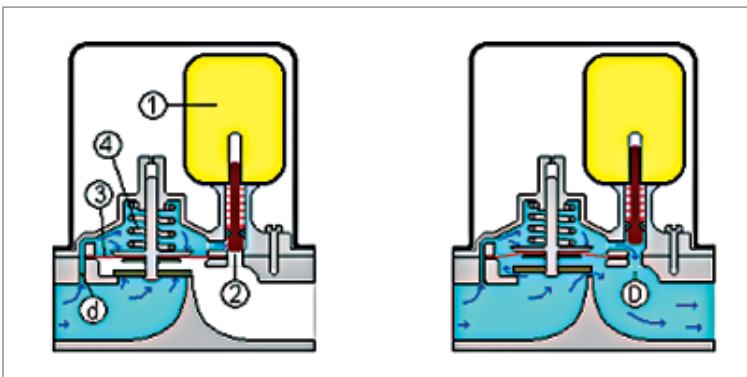


**FIGURA IV.10:** Válvula de vástago de dos vías

El extremo del vástago se ensancha formando la cabeza de la válvula que cuando se apoya sobre el asiento, impide el pasaje del líquido. La fuerza de cierre la realiza un resorte que trabaja

concéntrico con el vástago. Para la apertura de la válvula, una palanca operada manualmente, empuja el vástago comprimiendo el resorte y permitiendo el pasaje del fluido (Figura IV.10).

### Válvulas de 2 vías de accionamiento eléctrico (Electroválvula):



**FIGURA IV.11:** Esquema de una electroválvula.

Referencias: 1) electroimán; 2) válvula; 3) diafragma; 4) resorte; d) conducto.

Estos tipos de válvulas que se accionan eléctricamente (12 voltios) permi-

ten manejar el equipo de una manera más cómoda, ya que el comando de la

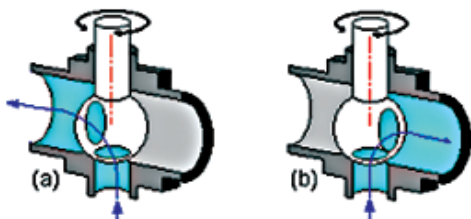


misma es una perilla ubicada dentro del un espacio de fácil acceso a la mano del operador. Cuando la corriente eléctrica no circula, el electro-imán (1) está en reposo y la válvula (2) esta cerrada. La presión sobre la cara superior del diafragma (3) por efecto del líquido que entra por el conducto "d" y el resorte (4), es superior a la presión ejercida desde la cara inferior del diafragma (3).

En esta situación la electro-válvula está cerrada.

La corriente que excita al electro-imán (1), desplaza al vástago (2) por lo cual se abre el conducto "D". La reducción de la presión sobre la cara superior del diafragma (3) posibilita la apertura de la válvula y el pasaje del líquido, tal como se muestra en la figura IV.11.

### Válvula de 3 Vías



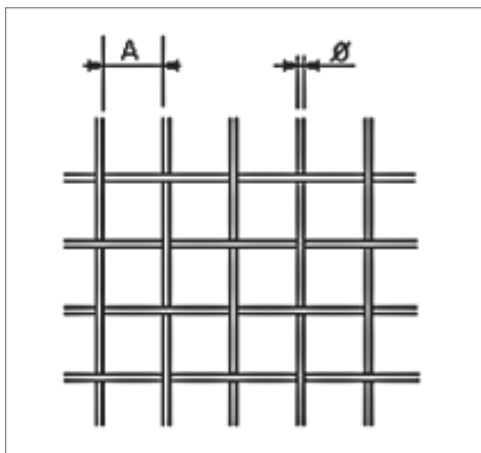
**FIGURA IV.12:** Esquema del funcionamiento de una válvula esférica de tres vías.

Mediante una esfera, con conducto interior acodado, ubicada en el centro de un cuerpo en forma de T, es posible dirigir el fluido sobre dos ramales al girarla 180° y también interrumpir la circulación al rotarla 90° (Fig. IV.12).

### Filtros

El agua, diluyente de los principales productos agroquímicos, puede tener diferentes orígenes y por lo tanto distinta pureza. La función de los filtros,

no siempre reconocida, es la retención de impurezas y cuerpos extraños del fluido que circula, a partir de un determinado tamaño que se fija con el calibre del elemento filtrante.



**FIGURA IV.13:** Malla metálica de un filtro.

Referencias: "A": tamaño real de la cuadrícula; "q": diámetro del hilo.

En el caso de las máquinas pulverizadoras, los filtros están constituidos por mallas metálicas inoxidables de diferentes calibres.

El reticulado o trama de las mallas se identifica con un número como código

que representa la cantidad de hilos por pulgada lineal.

Así una malla N° 50, posee 50 hilos por pulgada, equivalente a 387,5 cuadrículas por  $\text{cm}^2$ . También se expresa como malla de 50 mesh.

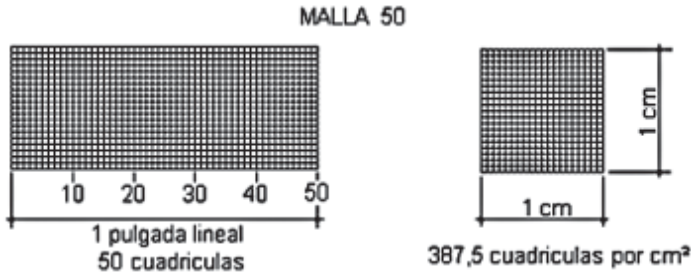


FIGURA IV.14: Malla metálica de un filtro N° 50 o de 50 mesh.

La suciedad provoca obstrucciones de forma parcial o total, variando la presión del circuito y el caudal de entrega. Por este motivo, la revisión pe-

riódica de los filtros es necesaria para asegurar un buen funcionamiento de la máquina y obtener una correcta aplicación.

La máquina pulverizadora posee una serie de filtros colocados a lo largo del circuito.

#### *Filtro de boca de llenado:*

Con forma de canasta, de fácil extracción, ubicado en la boca de llenado del tanque.

La malla del filtro de la figura IV.15 es de material plástico, con una trama grande (10) para que en el llenado no salpique al exterior (medida de seguridad).



FIGURA IV.15: Filtro canasta.

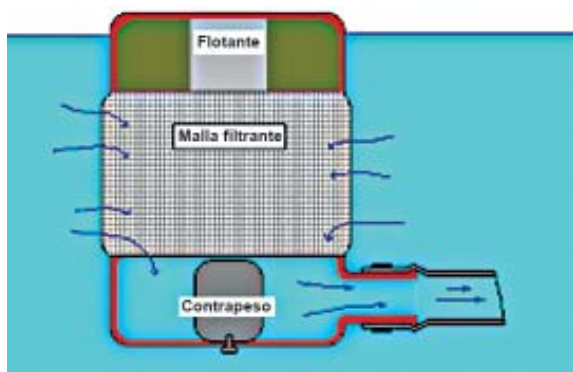
#### *Filtro para llenado en estanque:*

Si la carga del tanque de la máquina se realiza desde un estanque o aguada, la manguera de succión debe poseer un

filtro en su extremo para la limpieza inicial del agua.



**FIGURA IV.16:** Esquema del circuito hidráulico para la carga del tanque desde una fuente superficial de agua.



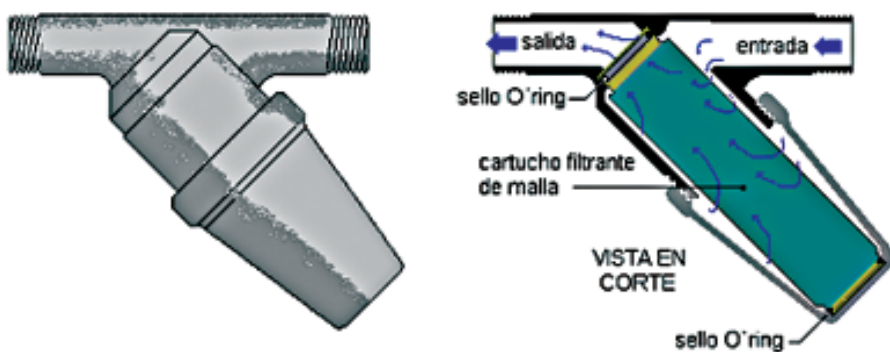
Este tipo de filtro posee un elemento flotante para ubicarse próximo a la superficie del estanque, donde el agua es mas limpia y un contrapeso para definir la posición del filtro.

**FIGURA IV.16:** Esquema del filtro utilizado para la carga del tanque desde una fuente superficial de agua.

*Filtro de línea:*

Es un filtro en forma de cartucho dentro de un cuerpo, colocado antes de la bomba para su protección. El

sentido de filtrado es de afuera hacia adentro para facilitar su limpieza cuando se desarma.



**FIGURA IV.17:** Vista y corte de un filtro de línea.

Las características más sobresalientes de un filtro son:

- tipo y calibre de malla (mesh)
- caudal de filtrado en L/min. (ej: 80 L/min)
- medida de la rosca de entrada y salida.

Resistencia que presenta el filtro (limpio) al flujo del líquido. La información de catálogo debe indicar la resistencia, expresada como pérdida de carga, en relación con el caudal.

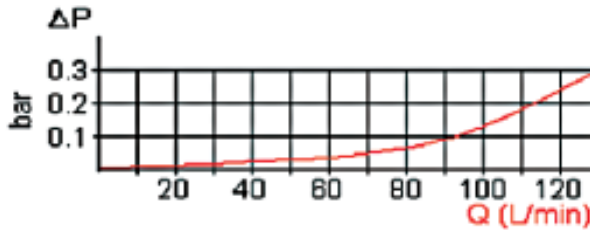


FIGURA IV.18: Gráfico de pérdida de carga de un filtro en función del caudal que lo atraviesa

## Bombas Hidráulicas:

Las bombas hidráulicas permiten transformar la potencia mecánica en potencia hidráulica. La potencia mecánica es obtenida, en máquinas montadas o de arrastre, de la toma de potencia del tractor. La potencia hidráulica es función del caudal (flujo o energía cinética) y de la presión (energía potencial).

La bomba genera caudal, mientras que la presión está determinada por la

resistencia al pasaje del fluido a través del circuito. La misma se regula con la válvula de presión.

El caudal total de líquido pulverizado queda establecido por el caudal unitario y la cantidad de picos existentes en el botalón. La diferencia entre el caudal entregado por la bomba y el pulverizado, retorna al tanque por efecto de la regulación de presión y para la agitación del depósito.

### Clasificación de bombas:

- 1) *Bombas de desplazamiento positivo*
- 2) *Bombas centrífugas.*

Su característica funcional más destacada es la de mantener, dentro de los límites de presión de trabajo, un caudal relativamente constante.

Mecánicamente presentan un volumen

creciente en la fase de aspiración, con presión inferior a la atmosférica y, un volumen decreciente en la fase de la presión, durante la cual el líquido expulsado se equilibra con la existente en el sistema.

### 1) Bombas de Desplazamiento positivo:



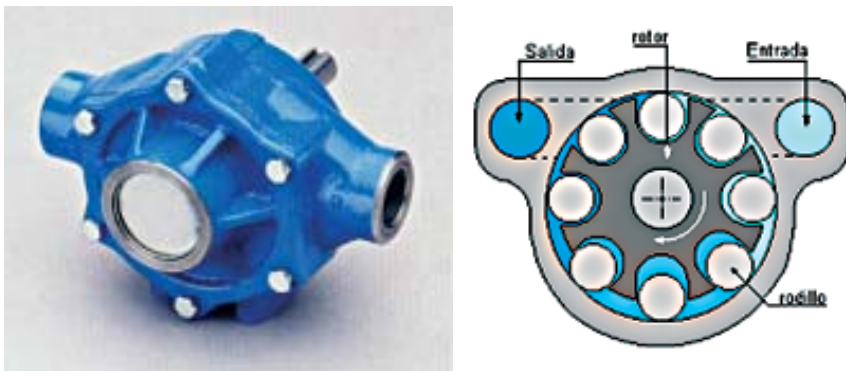
**FIGURA IV.19:** Gráfico del caudal en función de la presión del sistema, para una bomba de desplazamiento positivo.

Dentro de este grupo se encuentran las bombas de :

- 1.1) Rodillos
- 1.2) Pistones
- 1.3) Diafragma o pistón membrana
- 1.4) Engranajes

Por ser las más utilizadas, se describirán las tres primeras. Las bombas de engranajes, que se emplearon en un principio, cayeron totalmente en desuso.

#### 1.1) Bomba de Rodillos:



**FIGURA IV.20:** Vista y corte de una bomba de rodillos con rotor excéntrico.

En la figura IV.20. se esquematiza una bomba de rotor excéntrico. Cuando el rotor gira, los rodillos adquieren fuerza centrífuga la cual hace que se desplacen hasta hacer contacto con la carcasa, que permanece fija.

La excentricidad posibilita que aumente el volumen de la cavidad durante la fase de aspiración, provocando el ingreso del líquido y que luego disminuya, elevando la presión del fluido e impulsándolo hacia la salida.

El caudal entregado es prácticamente continuo, siendo función del régi-

men, de la longitud de los rodillos y de la excentricidad.

### 1.2) Bomba de Pistón:

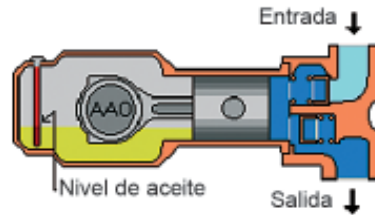


FIGURA IV.21: Vista y corte de una bomba de pistón.

La fase de aspiración ocurre durante el descenso del pistón, en la cual la cámara se llena de líquido. Durante el ascenso, el líquido es presionado y expulsado hacia el circuito.

A diferencia de las bombas de rodillos, las de pistón necesitan válvulas de admisión y escape, y debido a que el

caudal es pulsante, debe incorporarse al sistema un acumulador a fin de absorber picos de presión, haciendo más constante el flujo. Una característica que puede definir la elección de esta configuración de bomba, es que puede entregar caudales importantes a presiones elevadas (40 bares).

### 1.3) Bombas de Diafragma:

El principio de funcionamiento es similar al de la bomba de pistones. El aumento y la disminución del volumen, durante las fases de admisión y presión respectivamente, se logra mediante el desplazamiento de un diafragma accionado por un pistón. La ventaja de este

diseño, es que el líquido no toma contacto con el pistón y por lo tanto no tiene sellos (aros) que se desgasten o deterioren por acción de los productos químicos. También se hace necesario el empleo de válvulas y de un acumulador (pulmón).

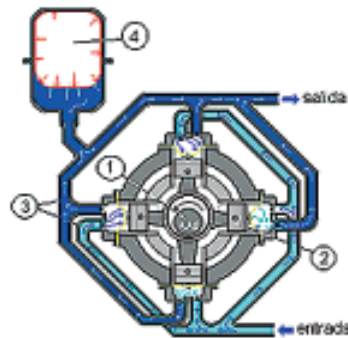


FIGURA IV.22: Vista y corte de una bomba de diafragma o pistón-membrana.

2) Bombas Centrífugas:

Este tipo de bombas provocan la impulsión del líquido, debido a un elevado régimen de giro del rotor. Por este

motivo, si son accionadas por la toma de potencia de un tractor, es imprescindible que posean una multiplicación a la entrada de la bomba.

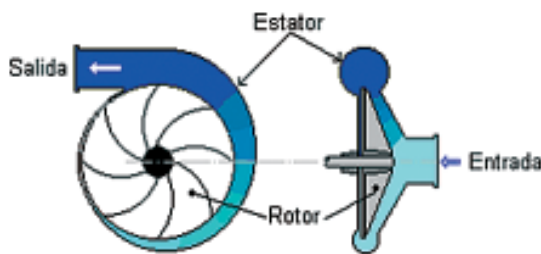


FIGURA IV.23: Vista y corte de una bomba centrífuga.

En la figura IV. 23 a la izquierda, se observa un multiplicador de engranajes para elevar el régimen del rotor de la bomba, ya que la velocidad de giro de la toma de potencia del tractor que da mo-

vimiento a la bomba, es de 540 ó 1000 v/min. Los álabes del rotor que se observa en el esquema de la derecha tienen la posición correcta. Es frecuente observar dicho impulsor en posición invertida.

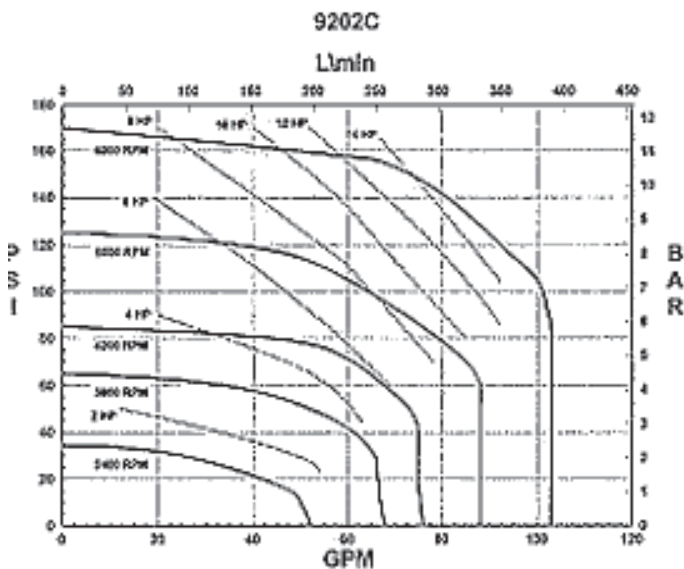


FIGURA IV.24: Diagrama presión caudal de una bomba centrífuga. Se observa también el requerimiento de potencia.

El caudal cae en forma abrupta al aumentar la presión del sistema, por lo cual su utilización en equipos pulverizadores puede quedar restringido a casos en los cuales, las aplicaciones se hagan a baja presión.

En la figura IV. 24 se observa un gráfico presión caudal. Pese a la disposición de los ejes, la variable independiente es la presión y la dependiente, el caudal de la bomba.



Por ejemplo, tomando la curva que corresponde a un régimen de 4200 v/min, puede observarse que cuando la presión del sistema es cercana a cero, la bomba eroga un caudal de casi 300 L/min y se mantiene aproximadamente constante hasta que la presión alcanza los 3 bares. Sin embargo, cuando la pre-

sión llega a 6 bares, el caudal es cero.

Cuando se selecciona una bomba centrífuga, es muy importante entonces verificar que la misma entregue el caudal necesario a la presión prevista de trabajo, utilizando la información técnica contenida en ábacos o gráficos como el expuesto.

## Selección de una Bomba

Para seleccionar apropiadamente una bomba deberán considerarse:

- **Caudal de la bomba:** Se obtiene mediante la suma del caudal del botalón, considerando el empleo de las pastillas de mayor caudal a utilizar, del caudal del agitador hidráulico y del caudal de retorno de la válvula reguladora de presión.
- **Presión del sistema:** Depende de las pastillas a utilizar, las cuales a su vez se seleccionarán según el producto a aplicar y la plaga a controlar.

- **Resistencia a la acción de productos químicos.**

Se desarrolla un ejemplo: Se desea saber si la bomba que posee un equipo pulverizador es apropiada para las necesidades de cierto establecimiento.

### Características del equipo:

Longitud de botalón ..... 15,75 m  
 Separación entre picos ..... 0,35 m  
 Capacidad de tanque ..... 2000 L  
 Agitador ..... hidráulico

### Cálculo del caudal de la Bomba:

Número de picos =  $15,75 \text{ m} / 0,35 \text{ m}$   
 pico = 45 picos

Caudal de botalón = 45 picos x caudal máximo de pastilla (se supone usar hasta pastillas 8005 que poseen un caudal de 2 L/min)

Reemplazando  $45 \text{ picos} \times 2 \text{ L/min/pico} = 90 \text{ L/min}$

Caudal de botalón 90 L/min

### Cálculo del caudal del agitador:

Necesidad de agitación: 3 L/min cada 100 litros de capacidad de tanque.

$3 \text{ L/min} \times 2000 \text{ L} / 100 \text{ L} = 60 \text{ L/min}$

Caudal de agitación: 60 L/min

Caudal mínimo de la bomba = 90 L/min + 60 L/min = 150 L/min

### Presión de Trabajo:

Debe considerarse la caída de presión que puede provocar el circuito hidráulico. Siempre que un fluido se

transporta por un conducto, se genera rozamiento entre sus moléculas y entre la superficie de contacto del líquido

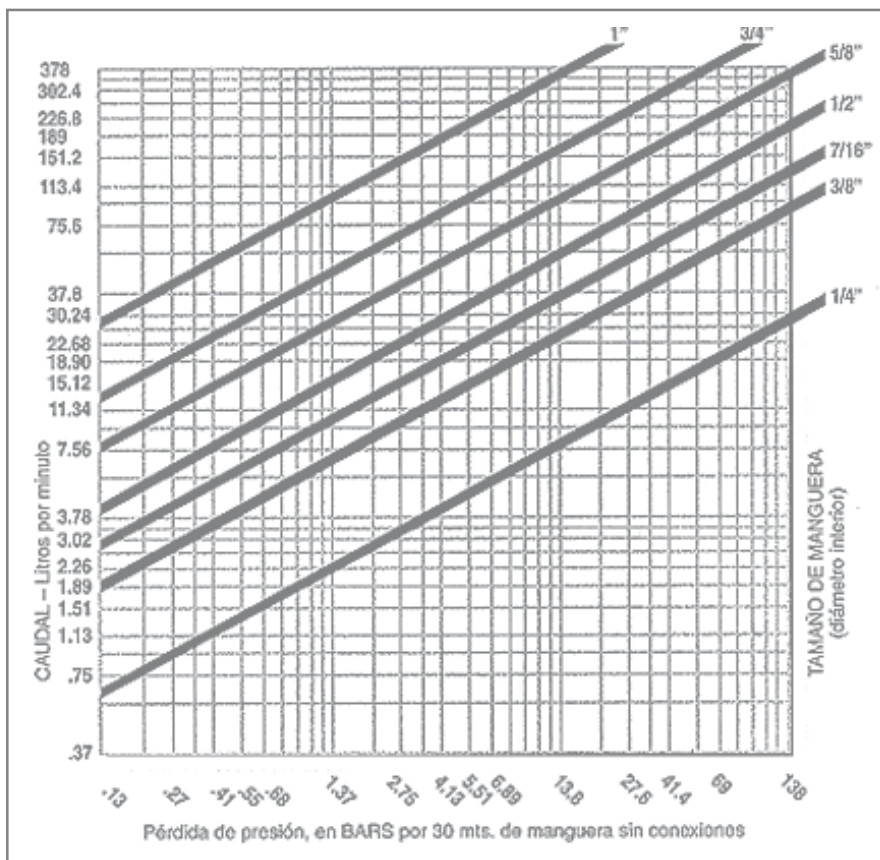


y las paredes de la cañería, provocando un fenómeno físico conocido como *pérdida de carga*. Esta pérdida de carga, que se mide como la diferencia de presión existente entre los extremos de un conducto, depende principalmente del caudal a transportar, de la sección interna de la cañería y de la naturaleza del fluido. Los dos primeros factores, determinan la velocidad del flujo.

Resulta claro que para mantener constante un determinado caudal, si la sección del conducto se reduce, debe incrementarse la velocidad del fluido. Si

ésta supera un cierto umbral, el líquido pasa de un flujo laminar a otro turbulento, por lo cual su rozamiento interno se magnifica y las pérdidas de carga se incrementan exponencialmente.

En un circuito hidráulico bien dimensionado, las pérdidas de carga deben ser mínimas, de modo tal que la presión sea homogénea en todo el sistema y que el valor leído por el operador de la máquina en el manómetro ubicado en el puesto de comando sea equivalente a la presión del líquido a nivel de las pastillas pulverizadoras.



**FIGURA IV.25:** Ábaco para la determinación de las pérdidas de cargas con diferentes caudales y secciones de conductos. Fuente: Manual de bombas Hypro.

Utilizando el ábaco de la figura IV.25 puede observarse que si se utiliza una manguera con un diámetro interno de ¼" (0,25 pulgadas) para un caudal de 7,56 L/min, la diferencia de presión entre sus extremos separados a 30 metros es de 13,8 bar, lo cual es inadmisibles. Si para el mismo caudal se utiliza una manguera de 5/8" (0.625 pulgadas) la pérdida de carga resulta casi despreciable.

A su vez, la presencia de codos, conexiones, filtros, etc. Generan su propia pérdida de carga, tal como se mencionara anteriormente.

Cuando se efectúen reparaciones en el circuito es imprescindible respetar las

secciones internas originales de los conductos, ya que de lo contrario la presión será desuniforme y también lo será la descarga de líquido en las distintas secciones del barral

Continuando con el ejemplo, el factor crítico de presión es la aplicación de productos agroquímicos, utilizando pastillas de cono hueco.

La bomba deberá entregar entonces un caudal de por lo menos 150 L/min a una presión no inferior a 10 kg/cm<sup>2</sup> y ser resistente a la abrasión.

Cálculo de la potencia demandada en un circuito hidráulico

Potencia = caudal x presión

$$\text{Potencia (CV)} = \frac{\text{presión} \left( \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right) \times \text{caudal} \left( \frac{\text{L}}{\text{min}} \right)}{450}$$

Donde: 450 es una *constante* para adecuar unidades, y solo es válida cuando la potencia se expresa en CV, la presión en kg/cm<sup>2</sup> y el caudal en L/min.

¿Cuál será entonces la potencia demandada por una bomba que entrega 150 L/min a una presión de 10 kg/cm<sup>2</sup> ?

$$\text{Potencia} = \frac{150 \frac{\text{L}}{\text{min}} \times 10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{450} = 3,33 \text{ CV}$$

## Regulación de la Presión del Circuito:

### *Válvula reguladora de presión:*

En un circuito hidráulico la bomba genera un caudal y la resistencia a fluir que opone el circuito origina la presión.

En un circuito de una máquina pulverizadora todo el caudal entregado por

la bomba no fluye a través de las pastillas pulverizadoras, una fracción del total del líquido impulsado va nuevamente al depósito. Controlando este retorno al tanque se puede regular la presión del sistema.

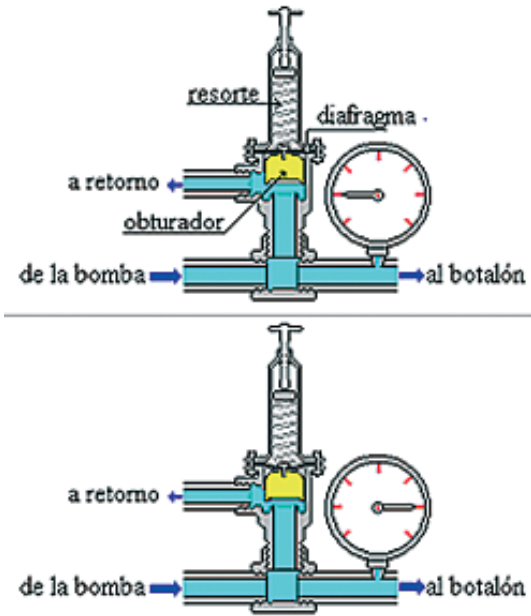


FIGURA IV.26: Válvula reguladora de presión

La válvula reguladora controla la presión de la siguiente manera: Si se la cierra totalmente, el sistema alcanza la presión máxima. En la medida que se permite un mayor flujo a través del retorno, la presión disminuye.

En una válvula de este tipo, el rango de presión es regulado por el usuario a través de un vástago roscado. Uno o más resortes calibrados controlan automáticamente los picos de variación en la presión.

La figura IV.26 muestra dos fases de regulación. En el esquema superior, el pistón obturador está más abierto, permitiendo mayor libertad de flujo al depósito. En la inferior, al cerrarse el obturador disminuye el retorno y aumenta la presión la presión del sistema, lo cual es registrado por el manómetro.

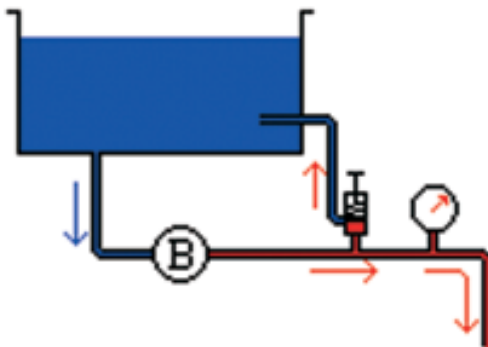


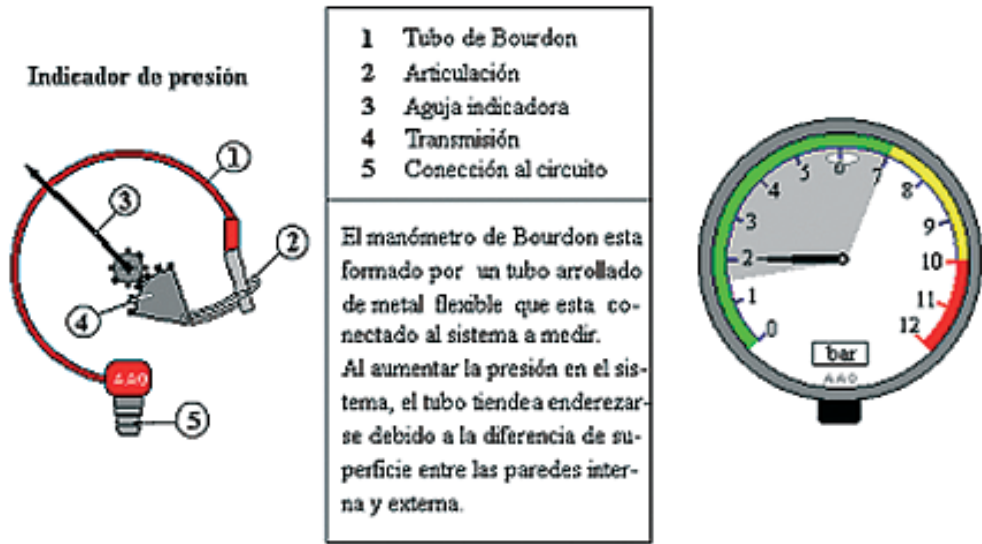
FIGURA IV.27: Ubicación de la válvula reguladora de presión en el circuito

En la figura IV.27 se observa la ubicación de la válvula reguladora en el circuito hidráulico y se indican las zonas de baja y alta presión.

**Manómetro:**

El manómetro mide la presión del líquido en el punto del circuito donde está conectado. Si, tal como se viera anteriormente, el sistema esta bien dimen-

sionado, el valor del manómetro debe representar a la presión existente en todo el circuito hidráulico a partir de la bomba.



**FIGURA IV.28:** Esquema del manómetro de Bourdon y vista del cuadrante.

Es muy importante que la escala del manómetro este acorde con la presión que se mide. En la figura IV.28 (derecha) se observa que la presión medida es de 2 bar (200 kPa) y el fondo de escala es de 12 bar. En esta situación medio bar es de fácil lectura.

Si el fondo de escala fuese 120 bar, la fracción indicada pasaría desapercibida.

Las oscilaciones de la aguja del manómetro, también perjudican la precisión de la lectura. Para reducir esta tendencia de oscilación natural de la presión, en los sistemas accionados por bombas de pistón o diafragma, se usan manómetros en baño de glicerina, la cual cumple la función de amortiguación.

**Conversión de Unidades de Presión**

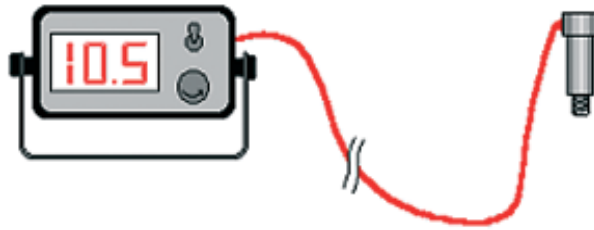
lb/pulg<sup>2</sup> y PSI son dos maneras de expresar libra por pulgada cuadrada.

	Equivale a
1 bar	1,019 kg/cm <sup>2</sup>
1 kg/cm <sup>2</sup>	0,9806 bar
1 kg/cm <sup>2</sup>	14,222 lb/pulg <sup>2</sup>
1 lb/pulg <sup>2</sup>	0,0703 kg/cm <sup>2</sup>

**Manómetro Electrónico:**

Un sistema mas cómodo y efectivo para medir la presión del sistema es la utilización de un transductor de presión, el cual consiste en un sensor ubi-

cado en cualquier parte del circuito y conectado a un panel digital fijado en un lugar de fácil visualización para el operador.



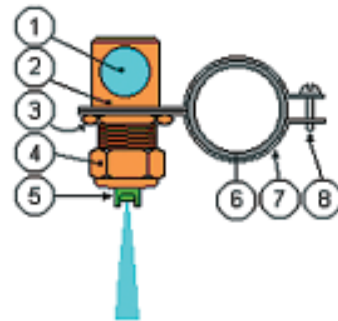
**FIGURA IV.29:** Esquema de un transductor de presión.

Un *Transductor* es un dispositivo que tiene la misión de recibir energía mecánica, eléctrica u otra y suministrar energía de otra naturaleza, pero dependiente del sistema que la generó.

Así en el caso que describimos, el transductor recibe energía mecánica (presión) y suministra una corriente eléctrica proporcional que es digitalizada en un panel.

### Picos:

Los picos de una máquina pulverizadora son un conjunto de piezas que tienen la función de alojar y posicionar las pastillas sobre el barral o botalón.



*Referencias:* 1) Entrada de líquido. 2) Cuerpo del pico. 3) Contra tuerca para fijar en la abrazadera. 4) Tapa de pico. 5) Pastilla pulverizadora. 6) Barra porta picos. 7) Abrazadera. 8) Tornillo de abrazadera.

**FIGURA IV.30:** Corte de un pico metálico.

### Picos Metálicos:



**FIGURA IV.31:** Vista de un pico metálico.

En la figura IV.31 se observan los racords, donde se conectan las mangueras que suministran el líquido. También se puede ver en la cavidad donde se monta el filtro del pico, un roscado interno donde pueden montarse caños de bajada para pulverizaciones localizadas

**Picos Plásticos:**

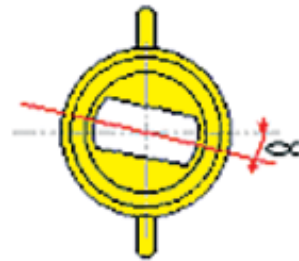
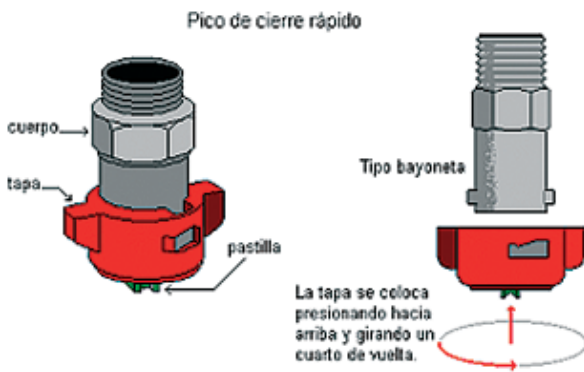
El empleo de material plástico permitió el desarrollo de picos con mejores características constructivas y funcionales. Desde un punto de vista constructivo, el sistema de fabricación (inyección) posibilita formas más elaboradas con

costos de producción menores. Desde lo funcional, la incorporación de cierres rápidos, el posicionamiento automático de la pastilla, la mayor fiabilidad del control antigotéico, etc. facilitan la calibración de la máquina.

*Pico con tapa de cierre rápido.*

Los inconvenientes que presentan los picos metálicos son la dificultad del cierre hermético de la tapa (metal – metal) y el posicionamiento de la pastilla respecto del barral. El cuerpo plástico incorporó al pico tapas de cierre rápido tipo ba-

yoneta, con un orificio para el alojamiento de gran parte de las pastillas de abanico plano, que posibilita posicionarlas de modo tal que los extremos de los abanicos no choquen entre sí al superponerlos en las aplicaciones de cobertura total.



**FIGURA IV.32:** Esquema de un pico plástico tipo bayoneta.

**FIGURA IV.33:** Posicionamiento de la pastilla en un pico plástico tipo bayoneta.

La figura IV. 33 indica la posición lograda por la pastilla al utilizar un pico

tipo bayoneta. El ángulo  $\alpha$  representa el cruce de la pastilla con el eje del botallón.



**FIGURA IV.34:** Vista de dos picos plásticos tipo bayoneta

En la figura IV. 34 puede observarse a la izquierda un pico bayoneta con records para manguera y abrazadera de caño de sección cuadrada para botalón

seco y a la derecha, un pico para montaje sobre el mismo caño que conduce el líquido impulsado por la bomba (botalón húmedo).

*Válvula de Retención de Diafragma. Antigoteo :*

Cuando el operador corta la alimentación de la pulverización, (Ej. en las cabeceras de los lotes para realizar una maniobra de conducción) lo hace desde una válvula de comando. Como existe una cierta distancia entre la misma y el pico, la presión del líquido que se encuentra en ese tramo irá disminuyendo a medida que el líquido fluya hasta desagotar la cañería. Cuando la presión cae por debajo de 0,5 bar, comienza el goteo pues el fenómeno de pulverización en las pastillas desaparece. El goteo de los picos de un botalón es un efecto indeseado.

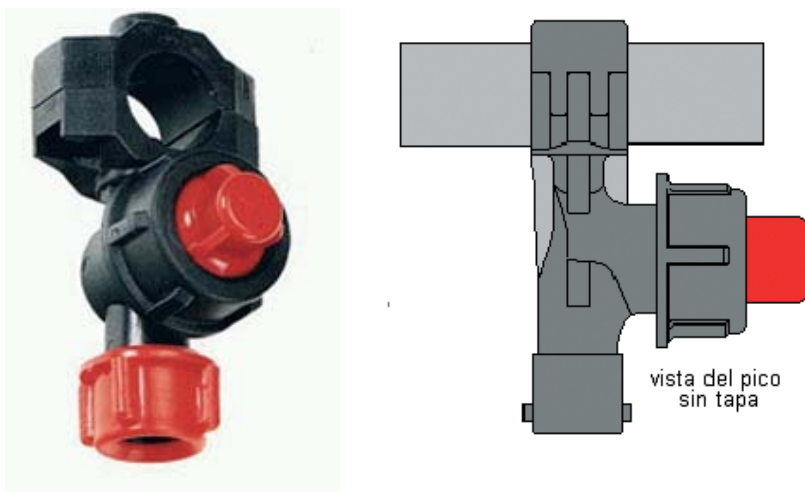
Para solucionar este problema, es necesario colocar algún dispositivo, que,

ante una reducción importante de la presión, cierre automáticamente el circuito.

Existen dos alternativas de uso en máquinas pulverizadoras:

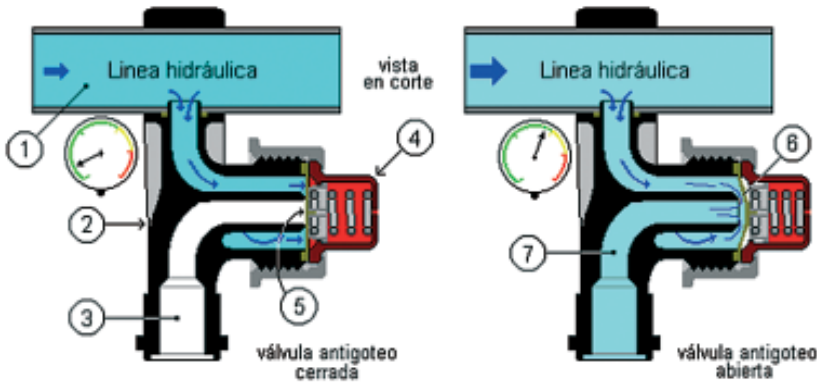
- a) válvula antigoteo de diafragma incorporada al cuerpo del pico.
- b) filtro de pico con válvula antigoteo incorporada (se verá más adelante en la sección “filtros de pico”)

Este tipo de válvulas se emplearon originalmente en aplicaciones aéreas y luego se difundieron a todos los picos de pulverización. La apertura del diafragma esta calibrada, según el fabricante entre 0,5 y 0,7 bar.



**FIGURA IV.35:** Vista y esquema de un pico plástico con válvula antigoteo





**FIGURA IV.36:** Corte de un pico plástico con válvula antigoteo

*Referencias:* 1) Caño de alimentación. 2) Cuerpo del pico. 3) Alojamiento del filtro de pastilla. 4) Cápsula de presión. 5) diafragma cerrado. 6) diafragma abierto por aumento de presión de línea. 7) Conducto a la pastilla.

En el esquema de la derecha (figura IV.36) puede observarse el pasaje del líquido a través de la válvula antigoteo durante el trabajo, ya que la presión hidráulica del circuito vence la resistencia del resorte y mantiene abierto el dia-

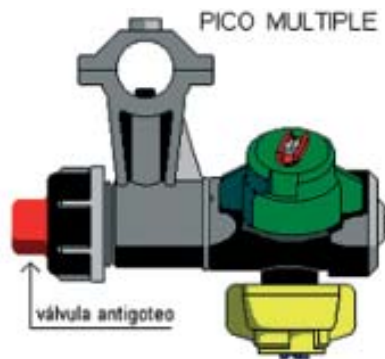
fragma.

Cuando la presión del sistema se reduce, ante el cierre de la válvula de comando, el resorte oprime el diafragma impidiendo el pasaje del fluido hacia la pastilla.

**Picos Múltiples:**

Es posible instalar sobre un barral o botalón, picos de dos, tres y hasta cinco salidas. Con la rotación del cuerpo móvil, es posible habilitar sólo una de ellas.

Este tipo de picos múltiples tiene la ventaja de permitir, en forma rápida y sencilla, la puesta en funcionamiento de la pastilla más adecuada para la pulverización.



**FIGURA IV.37:** Vista y esquema de un pico múltiple con válvula antigoteo



## Despiece de Pico Múltiple

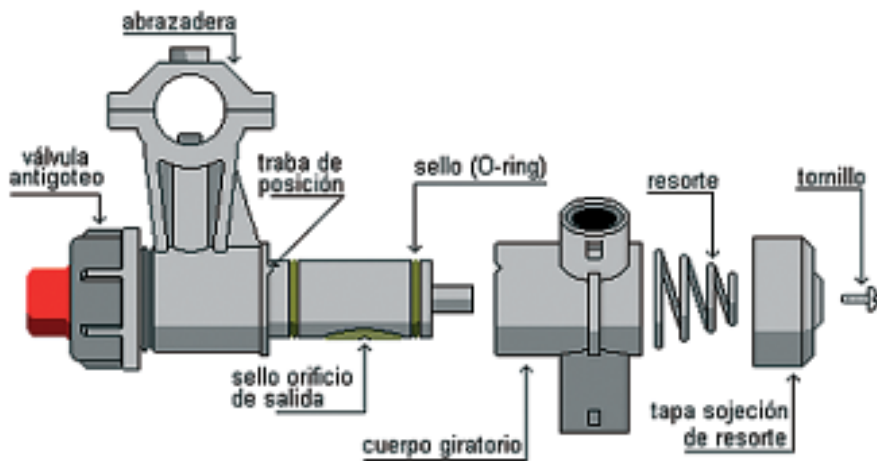


FIGURA IV.38: Despiece de un pico múltiple con válvula antigoteo

Los picos múltiples resultan particularmente útiles para los aplicadores profesionales (contratistas).

En ocasiones, al pulverizar sobre cultivos de escarda que presentan un grado de desarrollo importante, puede ser

apropiado el empleo de tubos de bajada y picos articulados para poder dirigir la pulverización desde varios ángulos sobre las plantas y obtener una buena penetración y elevada cobertura sobre el canopeo.

## Pulverización dirigida

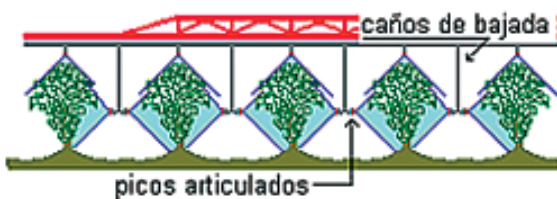
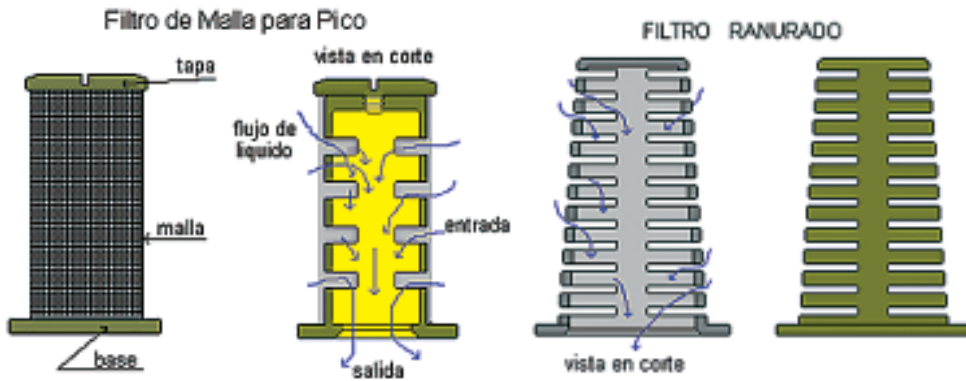


FIGURA IV.39: Esquema de una aplicación con tubos de bajada y vista de un pico múltiple articulado orientable (derecha)

*Filtros de Pico:*

Todos los picos poseen receptáculo para el alojamiento de un filtro, última barrera para la retención de partículas que puedan obstruir el orificio calibrado de la pastilla.

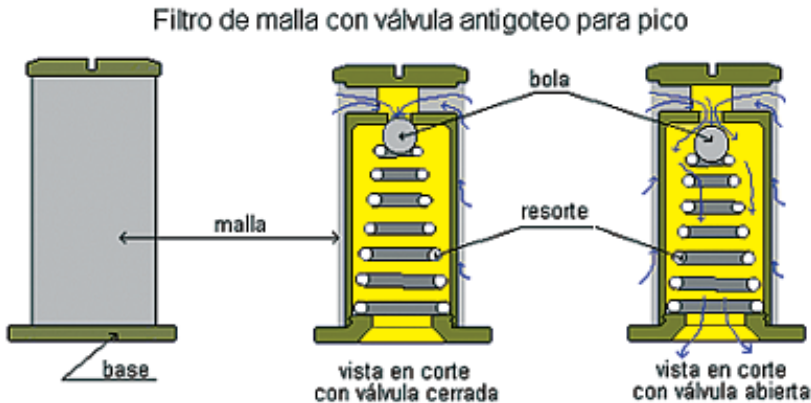
Es común que el fabricante de pastillas aconseje a través del catálogo, el tipo de filtro y el número de malla en función del caudal del pico.



**FIGURA IV.40:** filtro de malla de acero inoxidable (izquierda) y filtro ranurado (derecha).

La figura IV.40 muestra un filtro de malla de acero inoxidable para pico, con un cuerpo metálico o plástico que le da forma. En la misma figura se observa un

filtro con ranuras transversales y paralelas, que permiten el flujo del líquido y la retención de sólidos de determinado tamaño. Este tipo de filtro se utiliza cuando el producto químico a aplicar es un polvo no soluble (mojable).



**FIGURA IV.40:** filtro de malla de acero con cuerpo con válvula antigoteo

Los cuerpos de los filtros de picos pueden tener incorporado un sistema antigoteo, compuesto por una bola y un resorte calibrado, que cierra el paso cuando la presión del sistema es inferior a 0,5 bar. Este sistema antigoteo es un

diseño anterior al sistema de diafragma incorporado en el cuerpo del pico y es menos confiable debido a que, en ocasiones, la bola queda pegada en su asiento por efecto de los residuos de los agroquímicos.

### Válvula de Retención

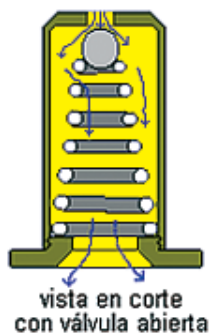


FIGURA IV.41: Válvula de retención

Cuando la pastilla posea gran caudal y se opte por no colocar el filtro, puede utilizarse una válvula de retención como la que se ilustra en la figura IV.41, con el objeto de mantener la condición de antigoteo

### Barral o Botalón

Es una estructura metálica dispuesta de forma paralela al terreno y transversal a la dirección de avance. Sobre la misma se dispone los picos pulverizadores a espacios regulares (distancia

comunes 35 y 50 cm) y su longitud define el ancho de trabajo, oscilando entre 10 y 16 metros para máquinas montadas y entre 16 y 30 metros para equipos de arrastre o autopropulsados.



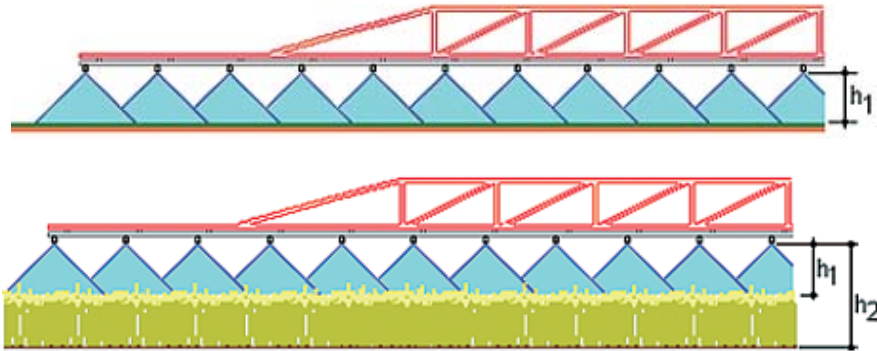
FIGURA IV.42: Plegado del botalón para el transporte de la máquina

Debido a su extensión, para la posición de transporte, los botalones o barrales deben plegarse. Esta acción se

puede realizar en dos o tres tramos por lateral y el mecanismo que permite el cambio de posición puede ser manual,

hidráulico o combinado. La altura del botalón debe ser regulable para ajustar la distancia entre los picos y el ob-

jetivo, que generalmente está aconsejada en los catálogos de los fabricantes de las pastillas.



**FIGURA IV.43:** Distintas alturas de trabajo.

*Referencias:* h1 distancia al objetivo. h2: altura respecto del suelo.

La figura IV. 43 indica la necesidad de modificar la altura con respecto al piso, pero manteniendo la distancia con respecto al objetivo.

El mecanismo que permite la modificación de la altura del barral de una máquina moderna es hidráulico y su configuración puede ser deslizante o a través de un paralelo deformable

En la figura IV.44 se observan un sistema de levante deslizante para regular la altura del botalón y un sistema de paralelogramo deformable accionado por un cilindro hidráulico.

### Estabilidad del botalón

El desplazamiento de la máquina a través del cultivo a una velocidad que puede variar entre 7 y 25 km/h, según el modelo y el estado del terreno, transmite al equipo sacudidas y vibraciones



**FIGURA IV.44:** Distintas formas de regular la altura de trabajo. Deslizante (arriba)  
Paralelogramo deformable (abajo)

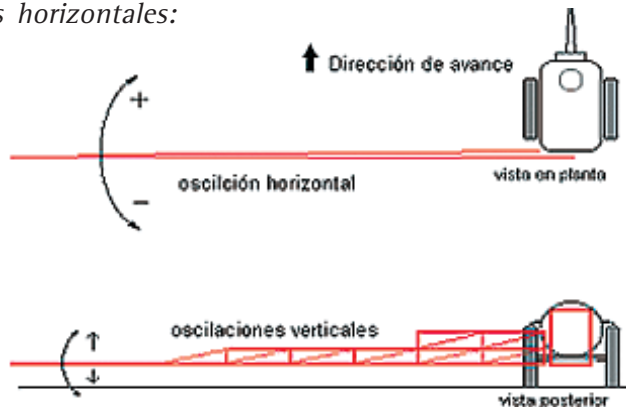
que deben ser amortiguadas en el mayor grado posible a fin de evitar que afecten la estabilidad del botalón.

Entre los factores primordiales que definen la calidad de una máquina pulverizadora se encuentran el diseño eficiente del sistema de suspensión y del equilibrio del botalón.

Debido a su gran longitud, pequeñas oscilaciones en los puntos de apoyo en el centro del botalón, resultan en grandes movimientos en los extremos. Es decir que, a lo largo del barral, los movimientos se amplifican notablemente.

Pueden distinguirse dos tipos de oscilaciones: horizontales y verticales

#### *Oscilaciones horizontales:*

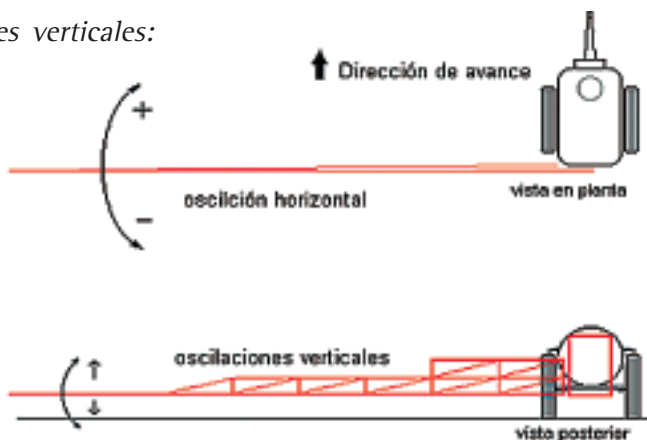


**FIGURA IV.45:** Oscilación horizontal del botalón.

Producen disturbios por el cambio de velocidad en la trayectoria de avance. Si la sacudida impulsa al botalón hacia adelante, la velocidad de ese movimiento se sumará a la propia de la máquina. La reacción posterior hace que luego se

desplace hacia atrás, con lo cual su velocidad será menor en ese sector que en el resto de la máquina. De esta manera existen aceleraciones y desaceleraciones que alteran la correcta distribución de la pulverización.

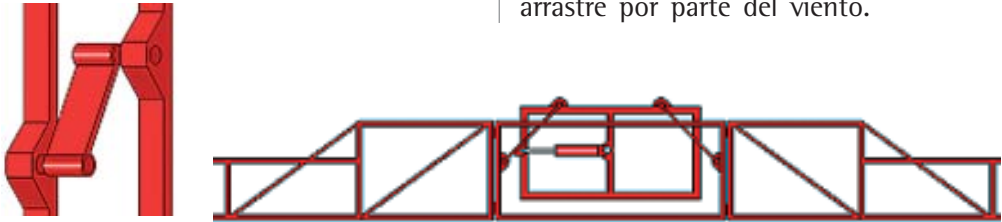
#### *Oscilaciones verticales:*



**FIGURA IV.46:** Oscilación vertical del botalón.

Cuando el barral se inclina, en uno de sus extremos la altura de pulverización se reduce mientras que, simultáneamente, en el otro extremo se incrementa en la misma magnitud. En el primer

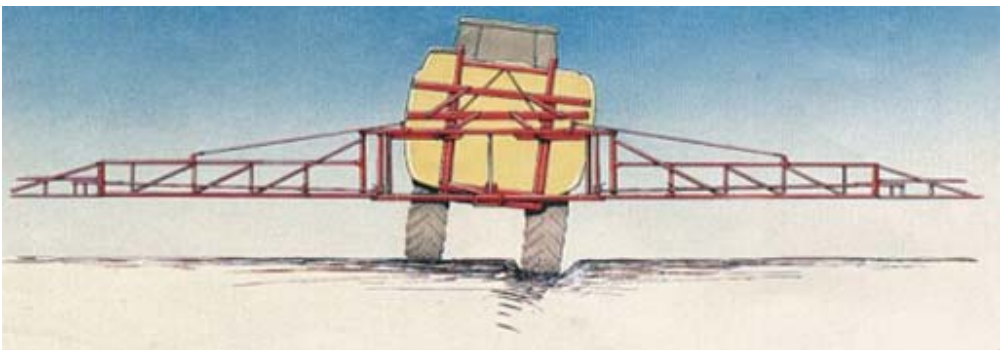
caso el solapamiento de los picos se torna insuficiente, por lo cual quedarán sectores sin tratar. En el segundo, la excesiva altura adquirida por el extremo opuesto del botalón, expone a las gotas a un mayor riesgo de evaporación y arrastre por parte del viento.



**FIGURA IV.47:** Detalle de las bieletas (izquierda) y montaje de las mismas en el botalón (derecha)

Existen varios sistemas para mejorar la estabilidad del botalón: El principio de funcionamiento más utilizado se basa en un mecanismo pendular. El barral se apoya sobre un punto virtual de pivotamiento en la pro-

longación del eje de simetría de las bieletas, que constituyen el péndulo. El sistema es controlado por resortes y amortiguadores hidráulicos o frenos, que reducen las vibraciones y balanceos.



**FIGURA IV.47:** Efecto del sistema de equilibrio del botalón.

## Túnel de viento

El túnel de viento sobre el botalón de una máquina pulverizadora origina una cortina de aire entre el barral y el suelo, protegiendo del viento a los chorros de líquido pulverizado que se dirigen al cultivo.

Otro efecto asociado, es que la corriente de aire que emite la manga o túnel remueve el follaje del cultivo, permitiendo una buena penetración de la pulverización en la masa foliar, que incluso llega a depositarse en el envés de las hojas.





**FIGURA IV.48:** Máquina pulverizadora autopropulsada con botalón delantero plegado y túnel de viento incorporado

El aire necesario para la generación de la cortina de aire, proviene de una o dos turbinas axiales y es transportado por una manga construida de tela impermeable que se infla con la corriente producida. La misma es de sección variable con el objeto de mantener la presión y velocidad del aire de

forma constante. El diámetro es mayor en el centro de la maquina y decrece a medida que se acerca a los extremos.

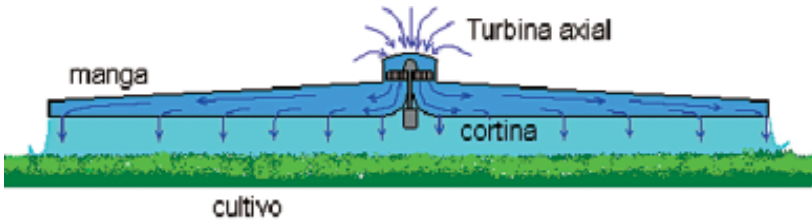
Una placa metálica ubicada a lo largo y por debajo de la manga, con agujeros sucesivos, hace de difusora del aire y da forma a la cortina



**FIGURA IV.49:** Representación esquemática del efecto del túnel de viento y vista del sistema.

El caudal de aire necesario por cada metro de ancho de la manga es de  $2000 \text{ m}^3/\text{h}$  y con una presión suficiente para mantener una velocidad de salida por el difusor de  $120 \text{ km/h}$ , para que la cortina de aire perpendicular al

suelo sea lo suficientemente resistente al viento horizontal. El conjunto manga difusor puede tener regulación hacia delante o atrás, con el objeto de tener alternativas de manejo en la aplicación.



**FIGURA IV.50:** Representación esquemática del flujo de aire en el túnel de viento.

### Marcador de espuma

Cuando se realiza una labor de labranza, el operador distingue con claridad cual es el borde de la pasada anterior para continuar con su trabajo. En tareas de siembra la maquina con ayuda de un marcador traza un pequeño surco, para referenciarse en la próxima carrera y mantener la distancia adecuada con la pasada anterior. En pulve-

rizaciones terrestres, la línea de referencia para la próxima carrera se realiza con la ayuda de un marcador de espuma. El mismo va dejando copos de espuma sobre el borde de la trayectoria, a espacios regulares, para indicar al operador cual es el límite de la faja que la máquina debe cubrir con la pulverización en la próxima pasada.



**FIGURA IV.50:** Marcador de espuma.

El equipo que produce la espuma, esta formado por un compresor accionado por un motor eléctrico, cuyo émbolo se destaca por poseer un gran diámetro comparado con su reducida carrera. El aire comprimido a 1 bar aproximadamente, se reparte en dos vías:

a) la que se dirige hacia el tanque del sistema, que contiene agua y deter-

gente al 12%, obliga al líquido a circular hacia los difusores.

b) el resto del aire es derivado hacia los difusores.

El circuito se divide en un ramal derecho y otro izquierdo y su funcionamiento es alternativo. Cuando desde panel de comando, el operador elige la marcación de un lateral, acciona el compresor y deriva el aire y la solución ha-



cia el extremo seleccionado a través de electro válvulas.

Al difusor llega la solución (agua detergente) y aire presurizado, la mezcla de los fluidos se realiza sobre un cartucho de material esponjoso, en el cual se produce la espuma.

La vida útil de la espuma depositada en el campo, depende de la densidad de la espuma y de las condiciones atmosféricas. Existe la posibilidad de colorear la espuma con tintura fluorescente, para su visualización en trabajos nocturnos.

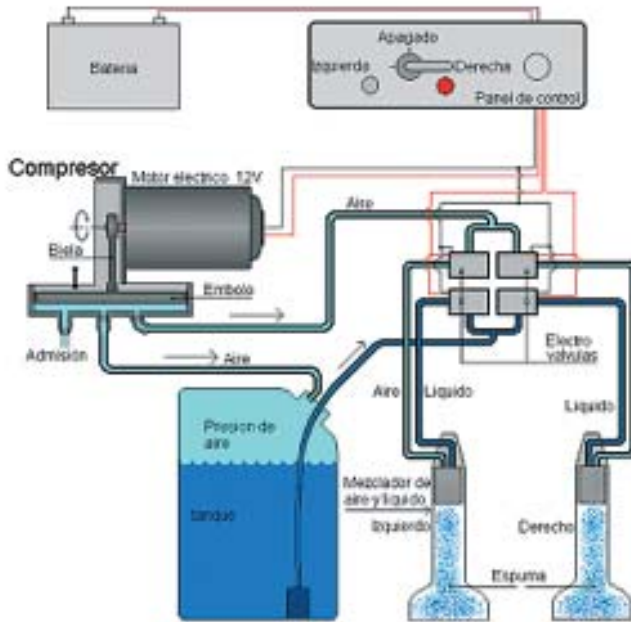


FIGURA IV.51: Esquema del circuito de un marcador de espuma.

### Posicionamiento y Guía de Conducción

Varios son los diseños de posicionamiento y guía de trayectoria de una máquina en su desplazamiento por el campo. Todos utilizan señales GPS (Sistema de Posicionamiento Global) para indicar

la posición y la trayectoria del vehículo.

Un monitor en el puesto de conducción, a través de señales luminosas indica la desviación del rumbo para su manejo y corrección.

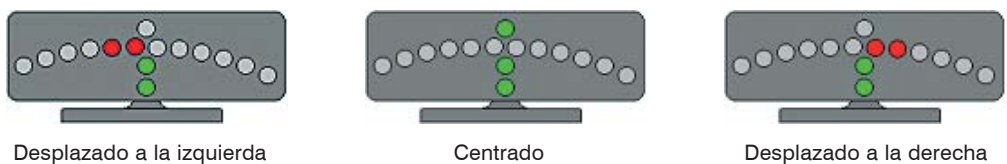


FIGURA IV.52: Esquema de la indicación de posicionamiento al operador de la máquina

Al ingreso en el lote de trabajo, el operador determina la línea base realizando el recorrido o bien referenciando el punto de ingreso y de salida de la primera carrera, determinando de esta manera una línea recta.

El equipo toma la línea base como referencia y comienza a guiar en pasadas paralelas y espaciadas por el an-

cho de labor de la máquina, que previamente se ingresa en su configuración.

El sistema permite interrumpir el trabajo en cualquier parte del campo, ya sea para reabastecimiento del depósito o por cualquier otra razón, para reiniciar el trabajo en el preciso lugar donde se interrumpió

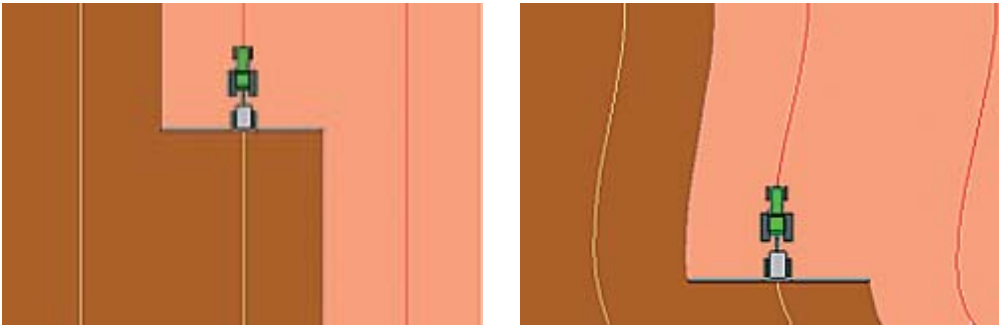


FIGURA IV.52: Esquema de guiado según la forma de trabajo en campo.

Además de la guía de conducción, los equipos brindan información respecto a la superficie trabajada (ha),

tiempo empleado (h), pulverización aplicada por unidad de superficie (L/ha).

## Comandos de Pulverización a distancia

Atendiendo factores de seguridad en el desarrollo de tareas de aplicación de agroquímicos y al manejo de

la máquina, se instalan en el circuito hidráulico de pulverización, actuadores comandados eléctricamente.

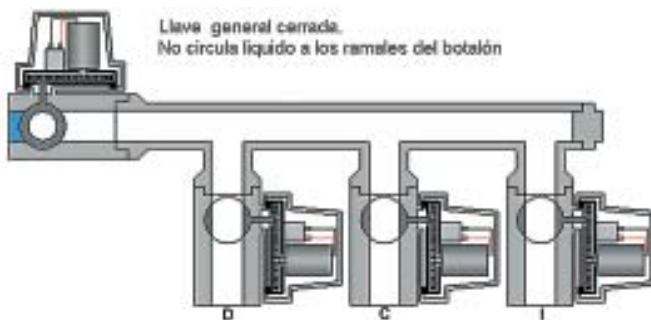
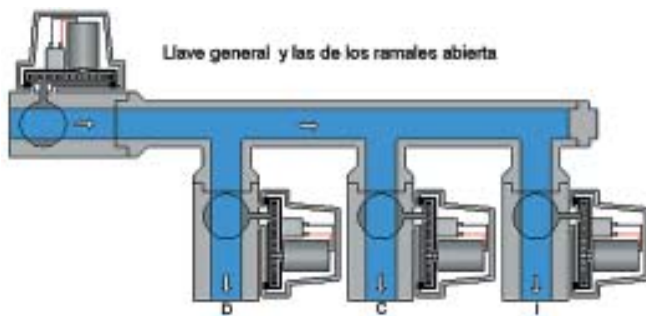


FIGURA IV.53: Esquema de las válvulas de comando accionadas eléctricamente.

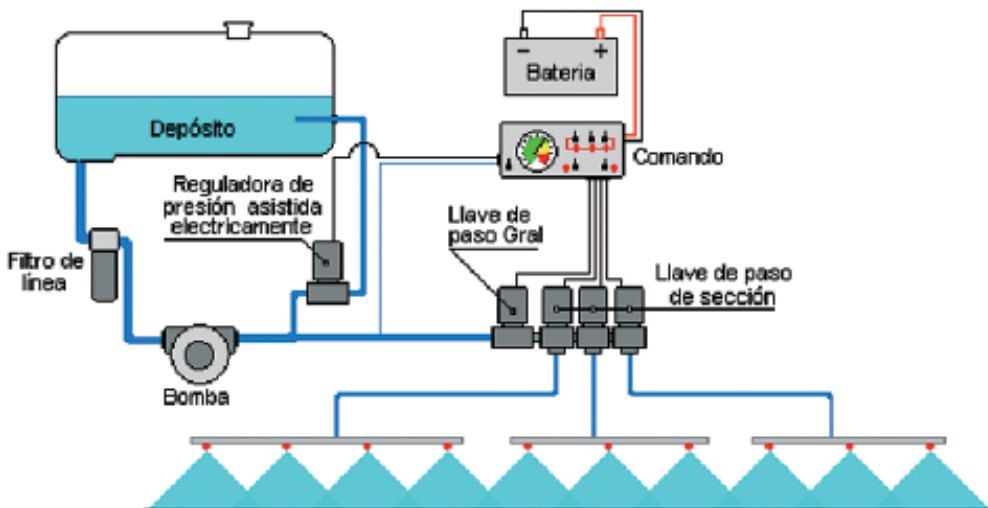
Los actuadores comandados a distancia son básicamente, la válvula reguladora de presión y las llaves de comando. El movimiento necesario para el funcionamiento es generado por un motor eléctrico incorporado en cada unidad.



**FIGURA IV.53:** Esquema de las válvulas de comando accionadas eléctricamente.

De esta manera el operador sólo acciona un pulsador para abrir o cerrar el circuito de pulverización, controla los tramos del botalón y regula la presión del sistema.

El panel de control se ubica en la zona ergonómica de trabajo, mejorando la seguridad, eficiencia y confort del operador.



**FIGURA IV.54:** Circuito con comando a distancia.

### Regulación automática de pulverización

Un equipo regulador electrónico (computadora) administra la distribución de líquido pulverizado, según los requerimientos previamente ingresados en la configuración del regulador. Los

datos de funcionamiento son suministrados por sensores, para que la memoria integrada en el regulador, controle las variables de acuerdo al programa de aplicación programada.

El equipo también entrega al usuario a través de la pantalla del panel de control y de un registro impreso, datos propios de la aplicación como: Cantidad de líquido asperjado por hectárea (L/ha), superficie trabajada (ha), tiempo empleado (h), autonomía (ha); etc.

La utilidad principal de este sistema, es que permite aplicar una tasa de pulverización previamente programada con una tolerancia de +/- 2 %.

Los sensores que asisten al regulador automático son: *Transductor de presión*: envía una señal eléctrica proporcional a la presión del sistema; *Caudalímetro*, coteja el flujo suministrado a las líneas de pulverización.; *Velocímetro*, un radar que envía señales y recibe los rebotes de la misma en el suelo, midiendo la velocidad real de avance de la máquina.; *Indicador del volumen de líquido en el depósito*.

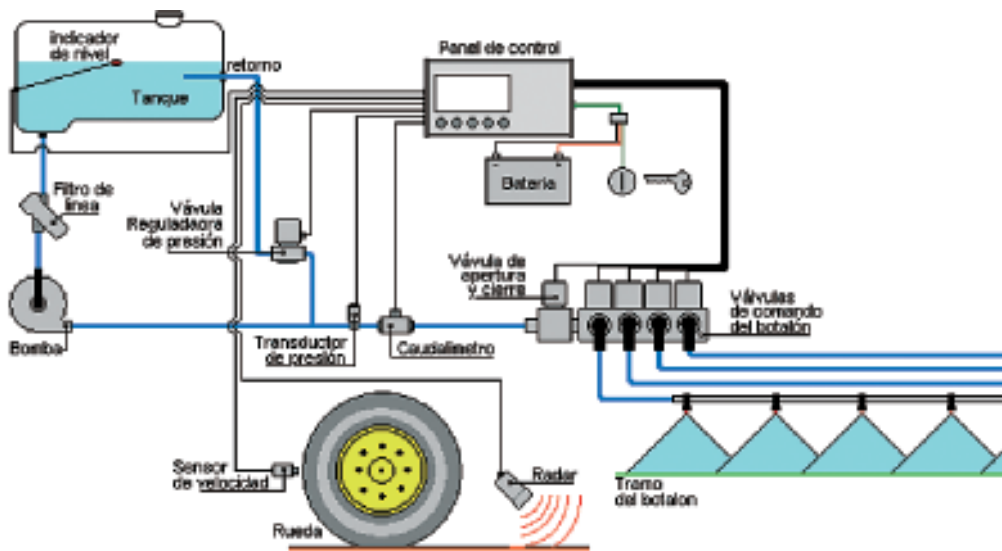


FIGURA IV.55: Circuito comandado por un procesador.

El sistema controla la válvula reguladora de presión, para modificar el caudal entregado a las líneas de pulverización, ante una variación de la velocidad de avance de la máquina pulverizadora.

El funcionamiento puede mostrarse a través de un ejemplo numérico:

El botalón de la máquina posee 40 picos, distanciados por 0,50 m con pastillas 11002 ( entrega 0,79 L/min a 3 bar de presión) y se planifica aplicar 60 L/ha.

1. para entregar el volumen planificado, se debe desarrollar una velocidad de avance real de:

$$\text{Velocidad} = \frac{0,79 \frac{\text{L}}{\text{min}} \times 600 \frac{\text{min}}{\text{h}} \times \frac{\text{km}}{\text{ha}}}{60 \frac{\text{L}}{\text{ha}} \times 0,50 \text{ m}} = 15,8 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

2. Si se produce un aumento de la velocidad de avance, disminuirá la cantidad de líquido pulverizado por hectárea, según lo preestablecido. Tomemos como ejemplo que la velocidad

aumenta a 17 km/h. ¿Cuál será el nuevo caudal de campo?

$$Q = \frac{0,79 \frac{\text{L}}{\text{min}} \times 600 \frac{\text{min km m}}{\text{h ha}}}{17 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times 0,50 \text{ m}} = 55,8 \frac{\text{L}}{\text{ha}}$$

El aumento de la velocidad a 17 km/h, produjo una disminución del líquido pulverizado por hectárea, en el orden del 7 %.

3. El sistema debe aumentar el caudal de cada pico para compensar el aumento de velocidad de avance y mantener constante el caudal de campo Q (L/ha).

#### Regulación de la Presión:

La memoria del regulador automático, corrige la presión del sistema de pulverización, controlando el pasaje de líquido a través de la válvula, modificando la posición de la bola o mariposa de la válvula.

Un motor eléctrico alimentado con 12 v, es el que provee del movimiento necesario para la regulación, ayudado por un par de engranajes que aumenta el par motor para realizar el giro del actuador. El ciclo de apertura y cierre se realiza en un tiempo de 0,6 a 0,9 seg.

El comando central coteja a través del transductor, la presión del sistema para que el nuevo caudal determinado

El procesador del sistema determina un aumento de la presión en la alimentación del botalón a 3,47 bar, aumentando el caudal de pastilla a 0,85 L/ha y manteniendo el caudal de campo en 60 L/ha.

De forma similar opera si la velocidad hubiera disminuido. En esta situación reduciría la presión del sistema y consecuentemente el caudal de los picos a fin de restaurar los 60 L/ha.

La amplitud de regulación estaría dada por el rango de trabajo de las pastillas utilizadas.

en función de la variación de velocidad sea el calculado.

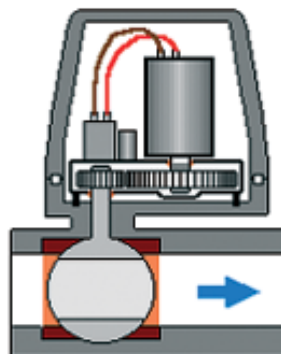


FIGURA IV. 56: Esquema del regulador de presión caudal.

#### Caudalímetro:

El caudalímetro está formado por un par de alabes montados sobre dos soportes formando un rotor, y ocupando

el interior de un tubo, de tal manera que el desplazamiento del fluido cuando atraviesa el instrumento hace girar

al rotor. La velocidad de rotación es proporcional a la velocidad del fluido, que multiplicado por la sección del tubo, determina el caudal que lo atraviesa.

De la misma manera que la central del sistema chequea la presión, también lo hace con el caudal de alimentación del botalón por medio del caudalímetro.

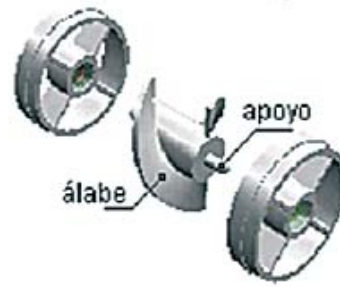


FIGURA IV. 57: Esquema del caudalímetro

# Anexo CAPÍTULO IV

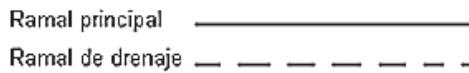
## Símbolos Hidráulicos.

El objetivo de este anexo es dejar indicados los símbolos de los componentes mas usados en un circuito hidráulico de una máquina pulverizadora agrícola.

El origen de los símbolos normalizados es el Comité Europeo de Transmisión Oleohidráulica y Neumática.

La normalización completa de todos los componentes, es mucho mas extensa y compleja que los expresado en este anexo y solo se extrajeron los símbolos básicos y fáciles de dibujar. Su uso facilita el entendimiento técnico de los circuitos.

Conductos o ramales. (el grosor de las líneas no altera el significado)



Filtros



de malla



con drenaje manual



con drenaje automático

Acumulador



general



cargado con resorte



con gas



con peso

Bomba



bomba hidráulica



compresor

Motor

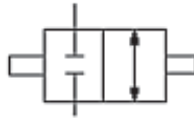


motor hidráulico

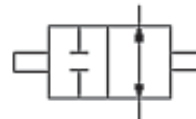
Válvula de dos vías



simplificada

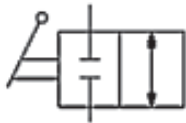


cerrada

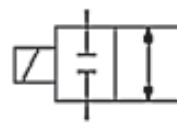


abierta

Comando de válvulas



a palanca



eléctrico (solenoid)

Válvula de 4 vías

(comando de un cilindro de doble efecto)



cerrada



actuando izquierda



actuando derecha

Fuente de Energía

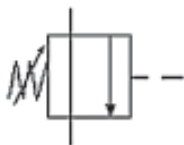


motor eléctrico

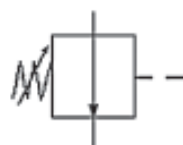


motor combustión interna

Válvula reguladora de presión



normalmente cerrada



normalmente abierta (la de una pulverizadora)



---

Instrumentos



manómetro



termómetro

---

Tanque



---

Válvula reguladora de caudal



---

Toberas



hidráulica (pastilla)



neumática

---

Cilindros



de simple efecto



de doble efecto









## Diseño y eficiencia para su campo

En base a estos conceptos construimos el nuevo Pulverizador de arrastre OMBU. Porque solo una herramienta confiable le garantiza una correcta aplicación. Porque sabemos que el campo de hoy necesita de una marca que le brinde respuestas.



FINANCIAMOS NUESTRA CALIDAD  
0 800 888 OMBU (6628)

Productos fabricados bajo



Sistema de gestión de la calidad  
ISO 9001 - 2008

Máquinas agrícolas & Remolques

**OMBU**

¡¡¡¡¡¡¡¡¡¡¡¡¡¡¡¡

Laboratorio Quimeco se especializa en la elaboración y distribución de productos de calidad comprobada, que tienen como objetivo contribuir a una aplicación mucho más efectiva.

A la hora de realizar pulverización con plaguicidas, tome una decisión inteligente: confíe en Laboratorio Quimeco.

Pulverización **Inteligente**

**QUIMECO**  
www.quimeco.com.ar



Coadyuvante Organosilicónico



Controlador de Plaguicidas Líquido



Adhesivo Adhensivo en Seco



Corrector de Aguas



Coadyuvante Organosilicónico para Gifuzato



Fertilizante Foliar



Insecticida y Fertilizante Foliar



# FERRIAGRO

Ruta Prov. 50 - Km. 1026 - CP 5582  
Tel./Fax: (02623) 421124 - Nextel: 483\*4080 / 483\*4079  
Alto Verde - Gral. San Martín - Mendoza  
E-mail: [produciragro@yahoo.com.ar](mailto:produciragro@yahoo.com.ar)

**geosistemas**

## BANDERILLERO SATELITAL OUTBACK ÚNICO CON MAPEADOR EN TIEMPO REAL



- Exclusiva guía de conducción para orientación y apartamiento
- Recepción de señal sin interferencias
- Piloto Automático (opcional)
- Guiado en rectas y curvas / cálculo de superficies / punto de retorno / aviso de cabeceras

Precisión y solidez avalados por más de mil usuarios en Argentina.  
Fácil manejo.

Sin instalaciones fijas, transportable de una herramienta a otra.

Garantizado y Distribuido para todo el país por:

**geosistemas**  
líder en tecnología GPS



# CAPÍTULO V

## Aplicación de plaguicidas







# Aplicación de plaguicidas

## Formas de aplicación

Existen básicamente tres formas posibles de aplicación

- *En cobertura total*
- *En banda*
- *Aplicaciones dirigidas*

Es posible destacar que una condición fundamental, para que los tratamientos resulten efectivos, es respetar la dosis y los caudales de campo recomendados por el laboratorio fabricante del fitoterápico.

El problema que se plantea a continuación, es la correcta combinación de variables (caudal de pastilla, separación entre picos y velocidad de avance) a fin de colocar sobre el blanco la dosis correcta con un apropiado volumen de caldo por hectárea.



FIGURA V. 1 Máquina pulverizadora aplicando en cobertura total

## Cobertura Total

Se utilizarán pastillas cuya distribución sea un abanico plano. Los aspectos a considerar son:

1. elección de la pastilla
2. uniformidad de caudal entregado por los picos
3. correcta distribución de los picos
4. correcta superposición de los abanicos

### 1. Elección de la pastilla

Los datos necesarios para efectuar una correcta elección de la misma son:

- a) ancho de labor de la pastilla en m
- b) Caudal de Campo (Q) en L/min
- c) Velocidad de avance en km/h

El ancho de labor de una pastilla, en cobertura total, es la distancia que existe entre los picos

**Nota:** La diferencia entre pico y pastilla. Es que el primero es la pieza que está conectada al ramal de conducción del líquido sobre el botalón y aloja además de la pastilla, el filtro de pico y opcionalmente una válvula antigoteo.

La dosis a emplear y el caudal de campo (volumen aplicado por ha) se define con el asesoramiento profesional o por el marbete del plaguicida a utilizar.

La velocidad de avance en el cálculo, es la que efectivamente posee el equipo, con el tractor en una determinada marcha y a un régimen del motor, tal que la

toma de potencia gire a régimen normalizado (540 ó 1000 v/min).

Se desarrolla un ejemplo considerando una separación de 0,35 m entre picos, un caudal de campo de 150 L/ha y una velocidad de avance de 13 km/h.

El razonamiento es el siguiente:

*Si el ancho de labor del pico es de 0,35 m.*

¿Qué distancia deberá avanzar para cubrir una superficie de 10.000 m<sup>2</sup> (1 ha).

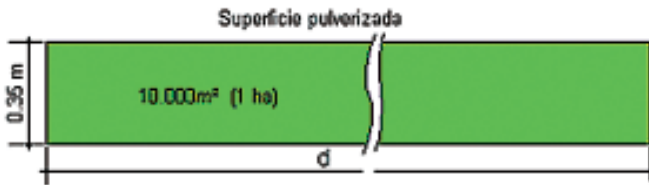


FIGURA V.2 Esquema para la interpretación del problema.

$$\begin{aligned} \text{Superficie} &= d \times 0,35 \text{ m} \\ 10.000 \text{ m}^2 &= d \times 0,35 \text{ m} \end{aligned}$$

entonces:

$$d = \frac{10.000 \text{ m}^2}{0,35 \text{ m}} = 28571,4 \text{ m}$$

Con un solo pico, se deberá recorrer 28.571,4 m para cubrir una hectárea.

La pregunta es ¿cuanto tiempo de-

mandará pulverizar esa superficie? El tiempo es función de la velocidad de avance.

La relación es la siguiente:

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{Espacio}}{\text{Tiempo}}$$

Entonces:

$$\text{Tiempo} = \frac{\text{Espacio}}{\text{Velocidad}} \quad (1)$$

A fin de simplificar las unidades, se transformará  $\frac{\text{km}}{\text{h}}$  a  $\frac{\text{m}}{\text{min}}$

$$\text{Vel} = 13 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times 1000 \frac{\text{m}}{\text{km}} \times \frac{1\text{h}}{60\text{min}} = 216,67 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Reemplazando en (1)

$$\text{Tiempo} = \frac{28.571 \text{ m}}{216,67 \frac{\text{m}}{\text{min}}}$$

$$\text{Tiempo} = 131,86 \text{ min}$$

En este tiempo deberá aplicarse 150 L de caldo. Entonces el caudal necesario por pastilla será:

$$\text{Caudal del pico (q)} = \frac{150 \text{ L}}{131,86 \text{ m}} = 1,14 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

El caudal de la pastilla debe ser de 1,14 L/min, para que a una velocidad de avance de 13 km/h, se aplique un volumen de 150 L/ha.

El ejemplo anterior se desarrolló considerando un solo pico, a continuación se hará lo mismo pero agregando un pico más, a 0,35 m, a fin de establecer el efecto del número de picos sobre el caudal de la pastilla y el caudal de campo.

$$\text{Ancho de labor} = 2 \text{ picos a } 0,35 \text{ m} = 0,7 \text{ m}$$

Distancia a recorrer para cubrir una hectárea:

$$d = \frac{10.000 \text{ m}^2}{0,7 \text{ m}} = 14.286 \text{ m}$$

Tiempo necesario para cubrir una hectárea:

$$\text{Tiempo} = \frac{14.286 \text{ m}}{216,67 \frac{\text{m}}{\text{min}}} = 65,93 \text{ min}$$

Caudal de la máquina:

$$X = \frac{150 \text{ L}}{65,93 \text{ min}} = 2,28 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

Caudal de las pastillas:

$$X = \frac{2,28 \frac{\text{L}}{\text{min}}}{2 \text{ pastillas}} = 1,14 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

Entonces: El caudal necesario de la pastilla, para lograr aplicar cierto volumen de líquido por hectárea (Caudal de campo), es independiente de la cantidad de picos que posea el barral de la

pulverizadora. A mayor cantidad de picos, aumentará la Capacidad de Trabajo (ha/h), y si no se modifican el resto de las variables, el caudal de campo será constante.

**Nota:** Las unidades se escriben con letra minúscula (min; m; ha; etc), y con mayúscula las que tienen como origen el nombre de una personalidad ( W – Watt; Pa – Pascal; N – Newton; etc.). La excepción a esta regla es el litro (L), ya que (l) se puede confundir con el número 1.

A continuación se analizará el efecto de modificar la velocidad de avance, se supone ahora que la misma es de 15 km.

Transformando las unidades a m/min se obtiene:

$$\text{Vel} = 15 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times 1000 \frac{\text{m}}{\text{km}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 250 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

Volviendo al ejemplo original, el tiempo empleado en recorrer 28.571 m será:

$$\text{Tiempo} = \frac{28.571 \text{ m}}{250 \frac{\text{m}}{\text{min}}} = 114,28 \text{ min}$$

El volumen aplicado por hectárea es ahora:

$$\text{Caudal de Campo (Q)} = \frac{114,28 \text{ min}}{\text{ha}} \times \frac{1,14 \text{ L}}{\text{min}} = 130,28 \frac{\text{L}}{\text{ha}}$$

$$Q = 130,28 \frac{\text{L}}{\text{ha}}$$

Entonces: A igualdad de todas las demás variables, un aumento en la velocidad, provoca una disminución del

volumen aplicado por hectárea. En forma recíproca, al disminuir la velocidad de avance aumenta el caudal de campo.

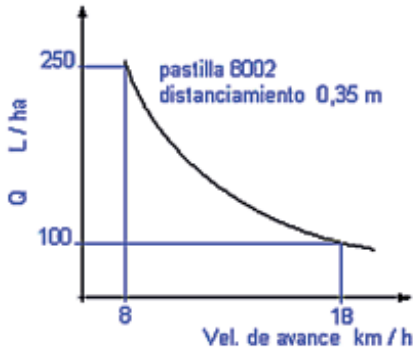


FIGURA V. 3 El gráfico muestra como varia el caudal de campo en función de la velocidad de avance.

Resta ahora observar que sucede si se modifica la distancia entre picos. Tomando los datos del primer ejemplo, pero con una separación entre picos de 0,5 m se tiene:

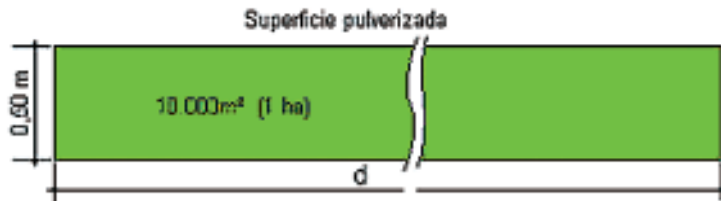


FIGURA V. 4 Esquema para la interpretación del problema

Distancia a recorrer para cubrir una hectárea:

$$d = \frac{10.000 \text{ m}^2}{0,5 \text{ m}} = 20.000 \text{ m}$$

Tiempo necesario para recorrer d:

$$\text{Tiempo} = \frac{20.000 \text{ m}}{216,67 \frac{\text{m}}{\text{min}}} = 92,31 \text{ min}$$

Volumen aplicado por hectárea:

$$\begin{aligned} \text{Caudal de Campo} &= 92,31 \frac{\text{min}}{\text{ha}} \times 1,14 \frac{\text{L}}{\text{min}} = \\ Q &= 105,23 \frac{\text{L}}{\text{ha}} \end{aligned}$$

Entonces: Manteniendo constante todas las demás variables, aumentando la separación entre picos, disminuye el volumen aplicado por hectárea y viceversa.

Resumiendo lo analizado, puede concluirse que :

El caudal de campo es directamente proporcional al caudal entregado por el pico, e inversamente proporcional a la velocidad de avance y la separación entre picos.

Matemáticamente:

$$Q \left(\frac{L}{ha}\right) = \frac{q \left(\frac{L}{min}\right) \times 600 \left(\frac{min \cdot km}{h \cdot ha}\right)}{Vel \left(\frac{km}{h}\right) \times d(m)}$$

Donde:

- Q = Caudal de campo (L/ha)
- q = Caudal de un pico (L/min)
- d = Distancia entre picos (m)
- v = Velocidad de avance (Km/h)
- 600 = Cte. para adecuar unidades (min km m/ h ha)

**Nota:** Importante, 600 solo se utiliza si cada factor se expresa en las unidades indicadas.

Continuando con el ejemplo, luego de haber determinado que el caudal de la pastilla debe ser de 1,14 L / min, para que el caudal de campo (Q) sea de 150 L/min, cuando la separación entre los

picos es de 0,35 m y la velocidad de avance es de 13 km / h, debe buscarse dentro de las posibilidades que ofrece el mercado, a fin de adquirir la pastilla mas adecuada según nuestras necesidades

Tabla de caudales normalizados para pastillas de abanico plano.

Tipo y color de pastilla	Presión bar	Volumen L/min	Tipo y color de pastilla	Presión bar	Volumen L/min
110-01	2	0,32	110-03	2	0,95
	2,5	0,36		2,5	1,06
	3	0,39		3	1,17
	3,5	0,42		3,5	1,26
	4	0,45		4	1,35
110-015	2	0,48	110-04	2	1,26
	2,5	0,53		2,5	1,42
	3	0,59		3	1,55
	3,5	0,63		3,5	1,68
	4	0,68		4	1,8
110-02	2	0,63	110-05	2	1,57
	2,5	0,71		2,5	1,77
	3	0,78		3	1,94
	3,5	0,85		3,5	2,1
	4	0,9		4	2,25

**TABLA V. 1** Tabla de caudales normalizados.

La tabla, representa la posibilidad de elección. Puede adoptarse por una pastilla 110-03 que trabaje entre una presión de 2,5 y 3 bar o, una 110-04 a una presión entre 1,5 y 2 bar.

Siempre que existan alternativas, deberá elegirse la pastilla que trabaje en rangos intermedios de presión, pues en los límites inferiores y superiores, algunas de las características de las mismas

pueden verse afectadas.

En consecuencia, la más apropiada es la 110-03.

Puede observarse que en la tabla, el caudal 1,14 L/min no figura, pero debe alcanzarse a una presión superior a 2.5 bar e inferior a 3 bar. El valor exacto puede ser calculado, pues existe la siguiente relación entre la presión y el caudal.

$$\frac{q_1}{\sqrt{p_1}} = \frac{q_2}{\sqrt{p_2}}$$

La pastilla 110-03 para una presión de 2,5 bar entrega un caudal de 1,06 L/min.

El caudal necesario es de 1,14 L/min. La presión de trabajo será entonces:

q1	1.06 L/min	a p1	2,5 bar (datos de tabla)
q2	1,14 L/min (necesario)	a p2	(a calcular)

reemplazando:

$$\frac{1,06 \frac{\text{L}}{\text{min}}}{\sqrt{2,5 \text{ bar}}} = \frac{1,14 \frac{\text{L}}{\text{min}}}{\sqrt{p_2}}$$

Entonces :

$$p_2 = \left( \frac{1,14 \frac{\text{L}}{\text{min}}}{1,06 \frac{\text{L}}{\text{min}}} \right)^2 \times 2,5 \text{ bar} = 2,9 \text{ bar}$$

### Uniformidad del caudal entregado por los picos:

Se describe a continuación un ensayo que se realiza en forma estática, antes de salir al campo y con agua limpia.

Una vez colocada las pastillas elegidas en los picos, se pone en funcionamiento la máquina, con la toma de potencia girando a régimen normalizado (540 ó 1000

v/min). Mediante el accionamiento de la válvula reguladora de presión, se ajusta que la misma sea de 2,9 bar.

Luego, se recoge el volumen de agua entregada por cada pico en un mismo periodo de tiempo. Con ello se establece el caudal de los mismos.



**FIGURA V. 5** Operador observando el caudal del pico

Sumando los volúmenes recogidos de todos los picos en tiempos iguales, y dividiendo por el número de picos, se obtiene el caudal promedio. Para este ejemplo, el mismo debe ser 1,14 L/min.

Se fija un margen de tolerancia, que en forma orientativa, podría ser de +/- 10%. En consecuencia, el caudal individual de los picos, no debería exceder de 1,25 L/min ni ser inferior a 1,03 L/min.

Pico	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Caudal	1,16	1,13	1,12	1,14	1,16	1,21	1,22	1,16	1,22	1,19	1,26	1,11	1,1	1,09

Sumatoria 16,3  
 Promedio 1,16  
 Limite máx. 1,25  
 Limite min. 1,03

**TABLA V. 2** Tabla de control de pastilla de un mismo barral

La tabla muestra un ejemplo de un barral de 14 picos y el análisis de los caudales, donde el pico N° 11 es el que esta-

ría fuera de condiciones, si adoptamos como tolerancia el +/- 10 %. La pastilla del mismo deberá ser reemplazada.

**Distribución de los picos**



**FIGURA V. 6** Observación de un chorro de abanico plano de funcionamiento normal.

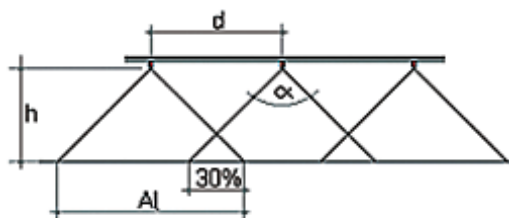


*Análisis visual de los chorros:* Si la lámina o abanico pulverizado presenta rayas o filetes de líquido, estamos en

presencia de una pastilla defectuosa, aun entregando el caudal correcto. En este caso reemplazar la pastilla.

### Superposición de los chorros

La combinación de la distancia entre picos y la altura de los mismos con respecto al objetivo, definen la superposición de los chorros de abanico plano en cobertura total. La superposición se expresa en %, adoptándose normalmente 30%.



$$d(m) = h(m) \times \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \times 2 \times (1 - 30\%)$$

$$d(m) = h(m) \times \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \times 1,4$$

$$h(m) = \frac{d(m)}{\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \times 1,4}$$

### Control de uniformidad de pulverización



FIGURA V. 7 Banco de ensayo portátil.

Para realizar un control eficiente de la uniformidad de la distribución a lo ancho del botalón, se hace pulverizar

(estáticamente) sobre un banco colector del líquido distribuido, como muestra la figura. El análisis de la distribu-

ción se realiza comparando el volumen del líquido recogido en los recipientes ubicados en la base de los canales

Resta ahora colocar el plaguicida en el tanque. Suponiendo que tiene una

capacidad de 1000 L, y que la dosis es de 1,5 L/ha de producto formulado.

$$Q = 150 \text{ L/ha}$$

$$\text{Dosis} = 1,5 \text{ L/ha de producto}$$

$$\text{Capacidad de tanque} = 1000 \text{ L}$$

Cantidad de plaguicida al tanque

$$\text{Cant. Prod. Form. (L)} = \frac{1000 \text{ L} \times 1,5 \frac{\text{L}}{\text{ha}} \text{ de p.f.}}{150 \frac{\text{L}}{\text{ha}}} = 10 \text{ L de p.f.}$$

## Aplicaciones en Banda

Otra forma de aplicar el plaguicida es sobre las líneas de cultivo, operación que puede efectuarse en el momento de la siembra o con posterioridad a la emergencia del mismo.

Se desarrollara un ejemplo de aplicación de un herbicida pre-emergen-

te, en el momento de la siembra. La dosis es de 2 L/ha, el volumen a aplicar por hectárea tratada es de 250 L. El ancho de la banda tratada es de 0,3 m (cultivo de escarda). La velocidad de avance se estima en 8 km/h para un régimen de la toma de potencia de 540 v/min.

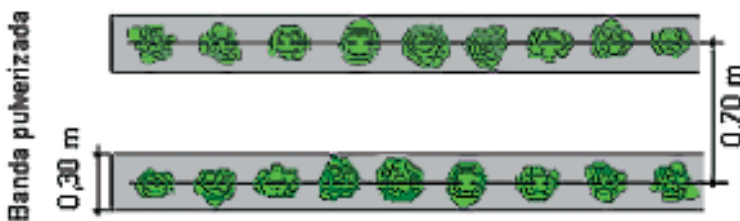


FIGURA V. 8 Esquema de la aplicación en banda sobre un cultivo de escarda

Se seleccionará un pico de abanico plano uniforme.

Caudal del pico - La distancia a recorrer para cubrir una hectárea es:

$$d = \frac{10000 \text{ m}^2}{0,3 \text{ m}} = 33333 \text{ m}$$

La velocidad de avance en m/min.

$$\text{Vel.} = 8 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times 1000 \frac{\text{m}}{\text{km}} \times \frac{1\text{h}}{60 \text{ min}} = 133,33 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

El tiempo en cubrir una hectárea es:

$$\text{Tiempo} = \frac{33.333 \frac{\text{m}}{\text{ha}}}{133,33 \frac{\text{m}}{\text{min}}} = 250 \frac{\text{min}}{\text{ha}}$$

El caudal de la pastilla:

$$q = \frac{250 \text{ L}}{250 \text{ min}} = 1 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

Tabla de caudales de pastillas de abanico uniforme (banda)					
Tipo y color de pastilla	Presión bar	Volumen L/min	Tipo y color de pastilla	Presión bar	Volumen L/min
80-01	2	0,32	80-03	2	0,95
	2,5	0,36		2,5	1,06
	3	0,39		3	1,17
80-015	2	0,48	80-04	2	1,26
	2,5	0,53		2,5	1,42
	3	0,59		3	1,55
80-02	2	0,63	80-05	2	1,57
	2,5	0,71		2,5	1,77
	3	0,78		3	1,94

**TABLA V. 3** Tabla de caudales de pastillas de abanico plano uniforme

En la tabla podemos seleccionar la pastilla adecuada. Esta es la 80-03 E para una presión de trabajo comprendida entre 2 y 2,5 bar. La presión necesaria para la misma entregue un caudal de 1 L/min, se calcula en forma similar a lo explicado para cobertura total.

Se desarrolla un ejemplo numérico: Se debe aplicar un insecticida con una dosis de 400 cm<sup>3</sup> de producto formulado por hectárea. El caudal de campo

recomendado es de 280 L/ha, La velocidad de avance estimada es de 8 km/h.

Utilizamos a tal fin picos de cono hueco, dos por surco.

Tratándose de un cultivo de escarda (en surco), tenemos las hileras separadas a 0,7 m.

Como se menciona anteriormente, existen 14.286 metros lineales de surco por hectárea, cuando los surcos están separados a 0,7 m.

La velocidad de avance en m/min es:

$$\text{Vel.} = 8 \frac{\text{km}}{\text{h}} \times 1000 \frac{\text{m}}{\text{km}} \times \frac{1\text{h}}{60\text{min}} = 133,33 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

El tiempo necesario para cubrir una hectárea es (pulverizando sobre un surco)

$$\text{Tiempo} = \frac{14.286 \frac{\text{m}}{\text{ha}}}{133,33 \frac{\text{m}}{\text{min}}} = 107,15 \frac{\text{min}}{\text{ha}}$$

El caudal necesario es:

$$\text{Caudal} = \frac{280 \frac{\text{L}}{\text{ha}}}{107,15 \frac{\text{min}}{\text{ha}}} = 2,61 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

Ese caudal es la suma de los picos que pulverizan la línea de cultivo. Por lo tanto el caudal de cada pastilla será:

$$\text{Caudal de pastilla} = \frac{2,61 \frac{\text{L}}{\text{min}}}{2} = 1,31 \frac{\text{L}}{\text{min}}$$

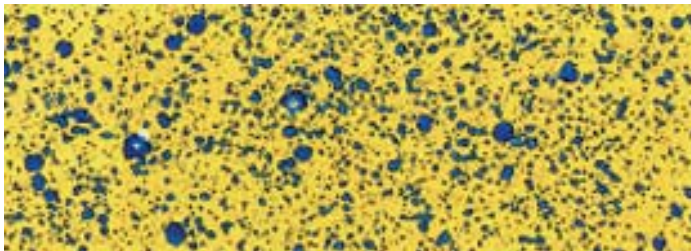
### Análisis de la cobertura en una aplicación

Dos son los parámetros en que se basa el análisis de la cobertura de la pulverización sobre la superficie objetivo.

- Tamaño de las gotas producidas
- Cantidad de gotas aplicadas por unidad de superficie (gotas/cm<sup>2</sup>)

Para el estudio de las características

mencionadas, se procede a la captura de gotas, a través de tarjetas hidrosensibles. Esta técnica consiste en colocar tarjetas dentro del cultivo, con el objeto de recoger muestras de los impactos de las gotas de pulverización en condiciones reales de trabajo.



**FIGURA V. 10** Muestra de una pulverización a través de una tarjeta hidrosensible.

Las manchas que producen las gotas sobre las superficies artificiales difieren sustancialmente de las verdaderas dimensiones de las mismas que la originaron, pero permite obtener un análisis visual sobre la homogeneidad de las gotas según las improntas en las tarjetas y la cantidad de impactos por cm<sup>2</sup>.

$$\text{Diámetro de la gota} = \frac{\text{diámetro mancha}}{\text{factor conversión}}$$

La determinación del tamaño de las gotas a través de las tarjetas, es una tarea complicada, que se soluciona con el procesado a través del escaneo (scanner) y programas de computación.

Para el técnico en aplicaciones y el productor agropecuario, la información mas importante que se puede extraer con el uso de tarjetas hidrosensibles y

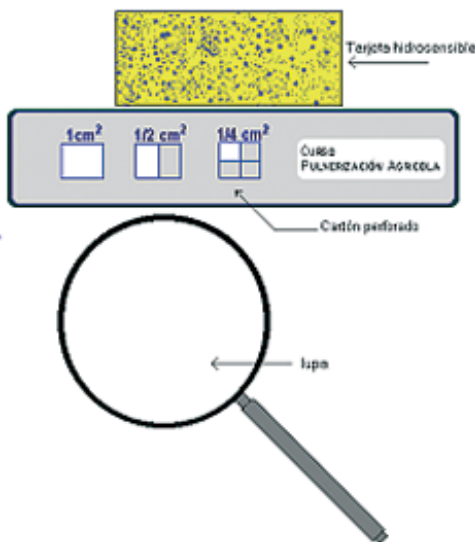
**Relación entre la mancha y la gota**

diámetro mancha en micrones	factor conver.	diámetro gota en micrones
100	1,7	59
200	1,8	109
300	1,9	155
400	2	200
500	2,1	243
600	2,1	285

**TABLA V. 4** Tabla que establece la relación entre las manchas y las gotas

con recursos sencillos, es la cantidad de impactos por cm<sup>2</sup>.

El conteo (gotas por cm<sup>2</sup>) se realiza con el recurso de una lupa o cuentahílos y un cartón que posea una ventana de una superficie conocida, para que al apoyarla sobre la tarjeta que se quiere analizar, delimite la zona de conteo.

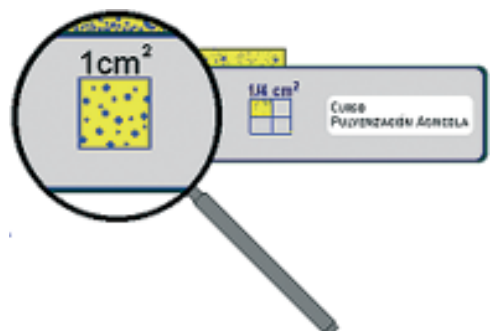


**FIGURA V. 11** Muestra los elementos necesarios para el conteo.

Elementos de medición:

- a) Lupa o cuentahílos
- b) Cartón con ventana
- c) Tarjeta hidrosensible

Forma de medición:



**FIGURA V. 12** Modo de uso del cartón y la lupa.

Tabla de referencia según el producto pulverizado y la cantidad de gotas por  $\text{cm}^2$

número de gotas por $\text{cm}^2$	producto pulverizado
20 - 30	insecticida
20 - 30	herbicida preemergente
30 - 40	herbicida de contacto postemergente
50-70	fungicida

**TABLA V. 5** Cantidad de gotas por  $\text{cm}^2$  según el tipo de fitoterápico que se utiliza

Determinación del número de gotas por  $\text{cm}^2$  por cálculo

$$(1) \quad n^{\circ} \text{ gotas} \left( \frac{\text{gotas}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{Q \left( \frac{\text{L}}{\text{ha}} \right) \otimes 0,0191 \left( \frac{\text{ha} \cdot \text{mm}^3}{\text{L} \cdot \text{cm}^2} \right)}{DV_{\bar{x}}^3 \left( \frac{\text{mm}^3}{\text{gota}} \right)}$$

La unidad del Diámetro Volumétrico Medio ( $DV_{\bar{x}}$ ) está expresada en milímetros. La ecuación (1) el n° de gotas se calcula a través del caudal de campo y el  $DV_{\bar{x}}$ .

$$(2) \quad n^{\circ} \text{ gotas} \left( \frac{\text{gotas}}{\text{cm}^2} \right) = \frac{q \left( \frac{\text{L}}{\text{min}} \right) \otimes 11,459 \left( \frac{\text{min} \cdot \text{km} \cdot \text{m} \cdot \text{cm}^2}{\text{L} \cdot \text{h} \cdot \text{mm}^3} \right)}{V \left( \frac{\text{km}}{\text{h}} \right) \otimes d(\text{m}) \otimes DV_{\bar{x}}^3 \left( \frac{\text{mm}^3}{\text{gota}} \right)}$$

La ecuación (2) el n° de gotas se calcula en función del caudal del pico de la velocidad, la separación entre picos y del  $DV_{\bar{x}}$ .

## Capacidad de Trabajo

La capacidad de trabajo de una máquina pulverizadora, es la cantidad de superficie que puede aplicar por unidad de tiempo. La misma se expresa en ha/h.

$$\text{CT} \left( \frac{\text{ha}}{\text{h}} \right) = \frac{\text{superficie (ha)}}{\text{tiempo (h)}}$$

La ecuación desarrollada:

$$\text{CT} \left( \frac{\text{ha}}{\text{h}} \right) = \text{Ancho de trabajo (m)} \times \text{Velocidad} \left( \frac{\text{km}}{\text{h}} \right) \times 0,1 \frac{\text{ha}}{\text{km m}}$$

Donde:

- Ancho de trabajo en metros, es igual a la distancia entre picos por la cantidad de picos.

Ej. 1) El ancho de trabajo de una pulverizadora que posee 48 picos distanciados entre sí por 35 cm

$$A = 0,35 \text{ m / pico} \times 48 \text{ picos} = 16,8 \text{ m}$$

- Velocidad real de trabajo, en kilómetro por hora
- 0,1 es la constante para adecuar unidades, expresada en hectárea por kilómetro metro. Solo se debe utilizar cuando el ancho de trabajo y la velocidad de avance poseen las unidades indicadas.

### *Ejemplo numérico de CT. 1*

¿Cual es la capacidad de trabajo de una máquina que posee 20 m de ancho de trabajo y avanza a 10 km / h?

$$CT = 20 \text{ m} \times 10 \text{ km / h} \times 0,1 \text{ ha / km m} = 10 \text{ ha / h}$$

El ejemplo numérico resuelve el problema sin tener en cuenta los tiempo que el equipo tarda en vueltas en cabeceras, regulaciones, reabastecimientos u otra actividad que hace que el tiempo transcurra y no realice trabajo (superficie). Para resolver esta dificultad se introduce el concepto de **eficiencia de campo**.

La eficiencia de campo es la relación entre la capacidad de trabajo real y la capacidad de trabajo teórica, se expresa en porcentaje.

$$\text{Eficiencia de Campo (\%)} = \frac{CT_{\text{Teórica}} \left( \frac{\text{ha}}{\text{h}} \right)}{CT_{\text{Real}} \left( \frac{\text{ha}}{\text{h}} \right)} \times 100$$

### *Ejemplo numérico 2*

Con que eficiencia trabajó el equipo del ejemplo numérico 1, si para trabajar 80 ha tardó 11 h

$$\begin{aligned} CT \text{ teórica} &= 10 \text{ ha / h} \\ CT \text{ real} &= 80 \text{ ha / 11 h} = 7,27 \text{ ha / h} \end{aligned}$$

$$E = 7,27 \text{ ha / h} / 10 \text{ ha / h} \times 100 = 72,7 \%$$

Se puede desarrollar un cálculo previo muy ajustado a la realización del trabajo, incluyendo la Eficiencia dentro de la ecuación de Capacidad de Trabajo.

$$CT \left( \frac{ha}{h} \right) = \text{Ancho de trabajo (m)} \times \text{Velocidad} \left( \frac{km}{h} \right) \times 0,1 \frac{ha}{km \ m} \times E (\%)$$

## Autonomía

Se define como autonomía (1) de una máquina pulverizadora, a la cantidad de superficie que puede trabajar sin reabastecer su depósito con el caldo de pulverización. La misma se expresa en hectáreas.

También podríamos adoptar como autonomía (2) al tiempo que tarda en aplicar todo el caldo de su depósito. La misma se expresa en horas.

Más frecuente, es expresar la autonomía en superficie (ha), pero también es interesante conocerla en tiempo (h), para la programación del trabajo, cuando el equipo de reabastecimiento de agua para el depósito, tiene trayectos largos.

### Determinación de la Autonomía

$$(1) \quad A (ha) = \frac{\text{Capacidad de Depósito (L)}}{\text{Caudal de Campo} \left( \frac{L}{ha} \right)}$$

### Ejemplo numérico

Capacidad del depósito = 2000 L  
Caudal de campo = 150 L / ha

$$A = 2000 \text{ L} / 150 \text{ L / ha} = 13,33 \text{ ha}$$

$$(2) \quad A (h) = \frac{\text{Capacidad de Depósito (L)}}{\text{Caudal de Campo} \left( \frac{L}{ha} \right) \times \text{Cap.Trabajo} \left( \frac{ha}{h} \right)}$$

### Ejemplo numérico

Capacidad del depósito = 2000 L  
Caudal de campo = 150 L / ha  
Capacidad de Trabajo = 12 ha / h

$$\text{Autonomía} = \frac{2000 \text{ L}}{150 \frac{L}{ha} \times 12 \frac{ha}{h}} = 1,11 \text{ h} = 1 \text{ h } 6 \text{ min}$$







# AgroSpray

**Alto Rendimiento en Pulverización**

**Formulando y Fabricando Calidad**

[www.agrospray.com.ar](http://www.agrospray.com.ar)  
[info@agrospray.com.ar](mailto:info@agrospray.com.ar)

**ARROWWS** Arrowws Argentina srl  
[www.arrowws.com.ar](http://www.arrowws.com.ar) | [info@arrowws.com.ar](mailto:info@arrowws.com.ar)

**FINANCIACION  
LEASING**

**Precisión asegurada  
con respaldo nacional**

*optimice el rendimiento de insumos y tiempos de labor.*

- Ante un problema, recambio inmediato de la unidad
- Disponibilidad inmediata de serial en todo lugar
- Permanente actualización de software en su equipo
- Sistema Antirrobo
- Planes especiales para clientes.
- Asistencia Técnica las 24 horas al **02392 15 405326**

**Banderillero Satelital Terrestre  
AGROSAT TP**



**Antena GPS**

- más rápida
- mayor precisión
- alcance superior

**AEROSAT AG  
Banderillero Satelital Aéreo**



**Único 100 % Nacional**

**SYLCOMP AG**

AGRICULTURA DE PRECISIÓN

**GARANTIA  
SYLCOMP  
1 AÑO**

Av. García Ballina 1231 - B6400EMH, Trenque Lauquen  
02392 425977 | [aylcomp@aylcomp.com.ar](http://aylcomp@aylcomp.com.ar) | [www.aylcomp.com.ar](http://www.aylcomp.com.ar)  
Directo Ventas 02392 15 521147 | [ventas@aylcomp.com.ar](http://ventas@aylcomp.com.ar)

Computadoras de Caudal > Monitores para Cosechadoras > Computadoras de Siembra



**AGROLIMPIO**

*Programa de Recolección y Disposición Final  
de los Envases Vacíos de Agroquímicos*

**[www.casafe.org](http://www.casafe.org)**  
**[www.agrolimpio.com.ar](http://www.agrolimpio.com.ar)**

# CAPÍTULO VI

## Seguridad





# Seguridad

## Requisitos de seguridad en el diseño de una máquina pulverizadora:

El desarrollo o descripción de los principales requisitos que deben ser considerados en el diseño de una máquina pulverizadora agrícola montada,

semimontada, de tracción libre y auto-propulsada, asistida o no por cortina de aire están basados en antecedentes de normas ISO, EN e IRAM.

### Botalón

(La palabra botalón, muy usada en el vocabulario de mecanización agrícola en Argentina, es de origen marinera y significa “palo largo que se saca hacia la parte exterior de una embarcación cuando conviene, para usos diversos”, otra palabra adecuada para designar este dispositivo de la máquina es “barral”).

Con el objeto de proteger al operador de una máquina que posee el botalón en la parte anterior deberá poseer cabina que impida el ingreso del producto pulverizado. El ingreso de aire al interior de la cabina debe ser filtrado adecuadamente. Situar el Punto Índice del Asiento (SIP), Norma IRAM 8053, al menos 1000 mm sobre la altura máxi-

ma de trabajo del botalón.

Cuando la altura del botalón requiera la realización de un esfuerzo del operador, el mismo no debe ser mayor que 25 kg.

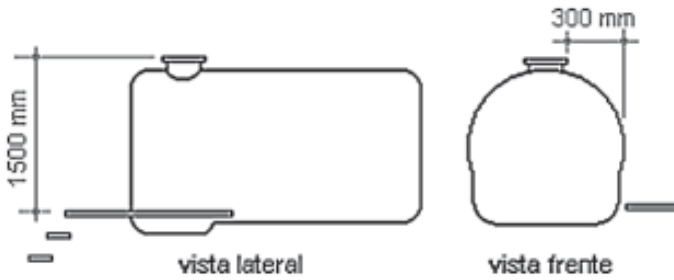
Cuando la altura del botalón se regule a través de un torno, éste deberá ser autoblocante y capaz de soportar un peso igual o mayor a 1,3 veces el peso del botalón en condiciones de trabajo. El torno deberá poder accionarse desde el suelo o desde una plataforma para tal fin.

Cuando la altura del botalón se regule en forma asistida eléctrica, hidráulica o neumáticamente, el mando de operación se deberá ubicar en el puesto del operador.

### Tanque de pulverización

El volumen real del tanque deberá superar en un 5 % el volumen nominal. El volumen residual del tanque no deberá ser superior al 3 % del volumen nominal.

Las máquinas pulverizadoras que poseen un tanque con capacidad mayor a 800 litros es recomendable que estén equipada con un equipo de transferencia para incorporar el producto químico,



evitando la introducción de forma manual a través del orificio de llenado de tanque. Si esta condición no fuera posible, el orificio de llenado deberá estar situado a una altura inferior a 1500 mm

con respecto al suelo o a la plataforma del operador. La distancia horizontal entre el borde del tanque o plano al cual tenga acceso el operador y el borde del orificio no deberá ser superior a 300 mm.

### Tanque de agua limpia

La maquina deberá estar equipada con un tanque de agua limpia par el uso del operador con una capacidad mi-

nima de 15 litros. Este tanque deberá estar totalmente aislado de los demás elementos que componen la maquina.

### Boquilla lavadora de envases

Se recomienda que las máquinas que tengan equipo de transferencia de producto al tanque principal, estén provistas de boquillas lavadoras, ya que permiten lavar mas eficientemente los

envases.

Para este dispositivo la maquina deberá contar con un tanque de agua limpia con una capacidad no menor que 50 litros.

### Mangueras

Las mangueras deben cumplir con la norma IRAM 113058.

Cuando la maquina posea cabina,

las mangueras que no transporten agua limpia no deberán situarse en el interior de la misma.

### Riesgo de incendio

Cerca del puesto de conducción de las maquinas autopropulsadas, deben disponerse de un extintor portátil de al menos 6 kg para los fuegos de clase A y B.

La velocidad de combustión de los materiales utilizados para el revestimiento interior de la cabina no debe superar los 150 mm / min, según norma ISO 3795:1989.



## Manual del operador

El manual del operador deberá contener instrucciones precisas sobre todos los aspectos de la maquina que permita efectuar una utilización y mantenimiento con total seguridad.

El manual del operador debe cumplir con la norma IRAM 8070.

Los puntos que el manual deberá atender son:

### *Datos Técnicos:*

- a) Nombre y dirección del fabricante
- b) Potencia nominal de la planta motriz, cuando la tuviera.
- c) Régimen nominal de giro de entra-

da de potencia (AEP)

- d) Presión máxima admisible del circuito de pulverización.
- e) Peso en vacío y peso total admisible

### *Procedimientos y precauciones:*

- a) el procedimiento para arranque, transporte y detención de la maquina, cuando esta es autopropulsada.
- b) Los procedimientos de puesta en funcionamiento del sistema pulverizador y sus regulaciones.
- c) Las precauciones que el operador debe tomar contra la contaminación personal y ambiental.

## Seguridad en la Manipulación y Aplicación de Agroquímicos

Procedimientos para garantizar la seguridad en la manipulación y aplicación de agroquímicos.

El Estado a través de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación del Estado, reglamenta la elaboración, fraccionamiento, distribu-

ción y comercialización de productos fitosanitarios.

Existe además, una normativa oficial para el etiquetado de los envases, donde la misma funciona como aval del producto e informando al vendedor y usuario de:

- 1- Nombre comercial del producto.
- 2- Denominación química
- 3- Usos (ej. herbicida)
- 4- Nombre y dirección del titular de la inscripción
- 5- Categoría toxicológica

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

- 6- Período de carencia
- 7- Antídotos y recomendaciones para casos de accidentes.
- 8- Direcciones y teléfonos de servicios médicos de urgencia
- 9- Advertencias y riesgos para la fauna y otros aspectos ecológicos.

*Cuando se adquiere el producto, debe verificarse que:*

- 1- el envase es original
- 2- el envase no está defectuoso o deteriorado
- 3- la fecha de vencimiento

*Cuando se transporta, debe asegurarse que:*

- 1- el envase esté debidamente cerrado
- 2- no esté junto con personas, animales y alimentos de consumo humano o animal.
- 3- Estén bien sujetas, con objeto de evitar vuelcos y/o derrames.
- 4- El vehículo esté bien ventilado durante el transporte.

*Cuando se carga y descarga mercadería asegurarse que:*

- 1- No existen en el lugar de transporte clavos, tornillo, astillas u otro elemento punzante que pueda perforar el envase.
- 2- No se golpeen o vuelquen durante el manipuleo.

## Procedimientos para garantizar la seguridad en la aplicación

Identificación de la maleza, insecto o enfermedad del cultivo, en forma precisa.

Aplicación en el momento oportuno. Es necesario para el uso eficaz de un plaguicida conocer el estado de desarrollo de la plaga, ya que existen circunstancias en las cuales no sería aconsejable la aplicación, como por ejemplo si la plaga se encuentra debajo del umbral de daño económico.

**Elección del producto.** El mismo debe cumplir además de su acción terapéutica específica con los siguientes aspectos:

- 1) La compatibilidad con otros productos en caso de mezclas.
- 2) Si es necesario el uso de coadyuvantes.
- 3) Dosis y cantidad de caldo pulverizado por hectárea.

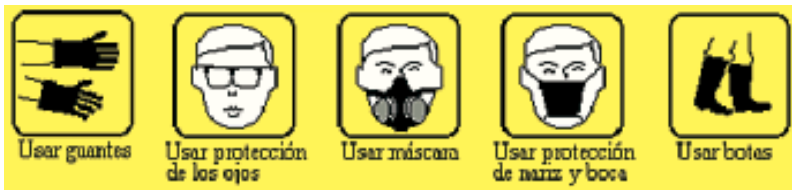
**Equipo de pulverización.** Debe considerarse que:

- 1- Está en condiciones de aplicar el volumen por hectárea recomendado.
  - a) el caudal (L/min) de los picos es homogéneo

- b) la velocidad de avance es la adecuada.
- c) La altura del botalón es la recomendada.
- 2- posee herramientas y repuestos (filtros, pastillas pulverizadoras).
- 3- No posee pérdidas de líquido
- 4- Los comandos e instrumental de control funcionen adecuadamente.

**Indumentaria y equipo del operador.** Como norma general debe usar:

- 1- Camisa de manga larga y pantalón largo.
- 2- Sombrero o gorra
- 3- Guantes de goma
- 4- Anteojos de seguridad
- 5- Barbijo (cuando sea necesario)
- 6- Máscara
- 7- Botas de goma



**Reglas de procedimiento durante la aplicación.**

- 1) No pulverizar contra el viento
- 2) No tratar con vientos con velocidades mayores a 13 km/h
- 3) No comer ni fumar durante la aplicación.
- 4) Terminar el caldo sobrante sobre el mismo lote tratado.

**Después de la aplicación.**

- 1- Lavar los elementos de protección.
- 2- Lavar el equipo pulverizador
- 3- Ducharse.



**Procedimiento en caso de intoxicación**

- 1- Retirar a la persona del lugar donde se intoxicó
- 2- Acostarlo
- 3- Lavarlo con agua limpia
- 4- No provocar el vómito

5- Solicitar la presencia de un médico o llevarlo al servicio hospitalario, es muy útil que se entregue la etiqueta del producto agroquímico con que se ha intoxicado.

#### Procedimiento en caso de derrame. En caso de accidente se debe:

- 1- alejar del lugar a personas y animales
- 2- retirar los envases sanos del lugar
- 3- tratar de colocar el envase dañado dentro de un contenedor.
- 4- Despararramar tierra, arena o aserrín sobre el producto derramado
- 5- Barrer y enterrar los desechos en un lugar donde no exista peligro de contaminación, especialmente de aguas subterráneas o superficiales



Peligroso  
para los peces  
y fuentes de agua

#### Procedimiento para el almacenamiento

- 1- colocarlo en lugares bajo llave, fuera del alcance de los niños



Guardar bajo llave  
y fuera del alcance  
de los niños

- 2- el lugar debe ser cubierto, ventilado, cerrado y el envase debe colocarse sobre tarimas.
- 3- Evitar la radiación solar sobre los envases

Los pictogramas que se ilustran en este capítulo fueron desarrollados por la *Organización para la Agricultura y la Alimentación* (FAO) de las Naciones Unidas y el *Grupo Internacional de Asociaciones Nacionales de Fabrican-*

*tes de Productos Agroquímicos* (GI-FAB). Dichas instituciones recomiendan a los gobiernos, que estos mensajes visuales se incorporen a las etiquetas de los envases de los productos agroquímicos.

#### Recomendaciones para el tratamiento de los envases vacíos

- Durante la aplicación

- 1- escurrido de los envases
- 2- triple lavado. La Cámara de Sanidad

Agropecuaria y Fertilizante (CASAFE) propone a través de la campaña de

divulgación del triple lavado, los siguientes pasos:

a) Agregar agua hasta cubrir aproximadamente  $\frac{1}{4}$  de la capacidad del envase vacío.

b) Cierre el envase y agítelo durante 30 segundos.

c) Vierta el agua del envase en el tanque de la máquina pulverizadora

d) Repita este procedimiento 3 veces

- Después de la aplicación

1- Eliminación de los envases vacíos. Según el material del envase se recomienda:

a) De papel y de plástico. Verificar que estén vacíos y limpios, luego quemarlo de a uno por vez, en un lugar abierto y alejado de viviendas, corrales y depósitos

b) De vidrio. Deberán romperlo y enterrarlo.

c) Metálicos. Deberán aplastarlo y enterrarlo.

Tiempo de espera o periodo de carencia. Es el lapso de tiempo que transcurre entre la última aplicación y la

cosecha del cultivo. La etiqueta del envase que contiene el producto establece dicho periodo. Si bien este tiempo es para todos los cultivos en general, adquiere relevancia en la producción frutihortícola.

Reingreso en los cultivos tratados. Existen productos agroquímicos que tienen establecido el tiempo en que los trabajadores deben esperar para reingresar al cultivo, ya que pueden intoxicarse con el contacto de las plantas tratadas. Si no posee periodo de espera indicado, se recomienda dejar transcurrir 24 horas, antes de su reingreso.





# Aplique Sphere en soja.

Y prepárese para recuperar 3 veces su inversión en fungicida.



Sphere. La confianza que dan los años de experiencia en soja y más de 3.000.000 de hectáreas tratadas.

Cuando uno invierte en Sphere está invirtiendo en la última tecnología para controlar enfermedades de fin de ciclo y roya. Está invirtiendo en efecto mesostémico, en el máximo espectro de control y la mayor residualidad. Y esta inversión es rentable porque vuelve en kilos de soja. Aplique Sphere. Y la soja es más negocio.

**SPHERE**

Si es Bayer, es bueno.



Bayer CropScience

SU ALIADO PARA CRECER

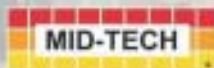


## Gustavo A. Casal y Cía S.R.L.

Distribuidor de:

**TeeJet**

Boquillas y accesorios de pulverización agrícola  
[www.teejet.com](http://www.teejet.com)



Implementos electrónicos para la pulverización  
[www.mid-tech.com](http://www.mid-tech.com)

**SHURflo**  
First in Fluid Innovation

Bombas de bajo caudal y mochilas eléctricas.  
[www.shurflo.com](http://www.shurflo.com)

Representante de:



Bombas y Accesorios para pulverización agrícola  
[www.hypropumps.com](http://www.hypropumps.com)



EN LA BATALLA CONTRA LAS PLAGAS DE LA SOJA, SYNGENTA ESTA UN ESCALON MAS ARRIBA.



**CURYOM**

NUEVO

Alternativa tecnológicamente superior para el control del Complejo de Orugas Defoliadoras en Soja.



**ENGEEO**

NUEVO

Insecticida Foliar de alta tecnología, para controlar chinches en soja.



**KARATE**

1<sup>er</sup> en TECNOLOGÍA

Único insecticida con Tecnología ZEON de microencapsulado, tiene máxima confiabilidad, residualidad y poder de volteo.



2 Nuevos productos se suman para formar la línea más completa en insecticidas.



Para mayor información comuníquese al Centro de AgroSoluciones Syngenta:  
0-800-444-4804, agro.soluciones@syngenta.com | www.syngenta.com.ar

Consiga en su DISTRIBUIDOR SYNGENTA todo lo que su SOJA necesita para rendir al máximo.

® Marca registrada de una compañía del grupo Syngenta.

**syngenta**

Mejor agricultura, mejor futuro

No desearás la Pla de tu vecino



Conocemos la pasión que provoca una Pla. Por eso, creamos una Línea Directa de Compra. Toda la calidad y fortaleza de una Pla a tu alcance, con un simple llamado telefónico. Además, el asesoramiento técnico pre venta más completo y las mejores opciones financieras. ¿Te quedan dudas? Pla responde.

PULVERIZADORAS AUTOPROPULSADAS Y DE ARRASTRE - SEMBRADORAS

LÍNEA DIRECTA DE COMPRA

0810 44 44 PLA  
7 5 2



**IPLA**  
AGROTECNOLOGÍA DE PUNTA

Santa Fe 419 / 52520CZI - Las Rosas / Santa Fe / Argentina - Tel.: 03471 451655 / Fax 03471 451618 - info@pla.com.ar / www.pla.com.ar



Nuestra  
innovación  
está allí  
para mejorar  
su calidad  
de vida.

Desde la química y para los sectores clave de la producción en Argentina, desarrollamos innovaciones que están presentes en miles de productos.

Esos aportes invisibles contribuyen a lograr éxitos visibles, que todos disfrutamos a diario.



Protegemos todos  
los cultivos.  
La soja,  
con Altea®.

BASF, la química  
innovadora que hace  
sustentable una mejor  
calidad de vida.

 **BASF**

The Chemical Company

[www.basf.com.ar](http://www.basf.com.ar)



Financiación en Pesos  
**2 años Sin Interés**  
Leasing 4 años  
Interés **9.8%** en Pesos  
Tasa Fija



Tel.: 03472 - 425894 - Líneas Rotativas - Fax: 03472 - 426103  
e-mail: [info@metalforsa.com.ar](mailto:info@metalforsa.com.ar) - <http://www.metalfor.com.ar>



Se terminó de imprimir en los talleres gráficos de  
**AMALEVI**  
Mendoza 1851/53 | 2000 Rosario | Santa Fe | Argentina  
Tel.: (54-341) 421-3900 / 8682  
e-mail: [amalevi@citynet.net.ar](mailto:amalevi@citynet.net.ar) | [www.amalevi.com](http://www.amalevi.com)