

## INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS



### SISTEMA DE APLICACIÓN INNOVATIVO EN TOMATES BAJO INVERNADERO

Operación, mantención y calibración del equipo

**Editores**  
**Jorge Riquelme S.**  
**Carlos Bustos M.**

Ministerio de Agricultura  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
Centro Regional de Investigación Raihuén  
Villa Alegre, 2016.

## INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS



### SISTEMA DE APLICACIÓN INNOVATIVO EN TOMATES BAJO INVERNADERO

Operación, mantención y calibración del equipo

#### Editores

Jorge Riquelme S.  
Carlos Bustos M.

Ministerio de Agricultura  
Instituto de Investigaciones Agropecuarias  
Centro Regional de Investigación Raihuén.  
Villa Alegre, 2016.

**Autores y coautores de capítulos:**

Jorge Riquelme S.

Ingeniero agrónomo, Magister en Ingeniería Agrícola, Dr.

Carlos Bustos M.

Ingeniero agrónomo, Diplomado en riego.

Director Regional INIA

Rodrigo Avilés Rodríguez

Boletín INIA N° 334

Cita bibliográfica correcta:

Riquelme S. Jorge y Bustos M. Carlos (editores). 2016. "Sistema de aplicación innovativo en tomates bajo invernadero. Operación, mantención y calibre del equipo". Boletín INIA N°334. 45 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Villa Alegre, Chile.

Permitida su reproducción total o parcial citando la fuente y los editores.

**Diseño y Diagramación:** Marketing & Comunicación.

**Impresión:** Imprenta Gutenberg.

**Cantidad de ejemplares:** 200.

Villa Alegre, julio de 2016.

## ÍNDICE

|                                                                                                     |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>PRÓLOGO</b>                                                                                      | <b>7</b>  |
| <b>1. Introducción al uso seguro del tractor y su mantención en la operación de un pulverizador</b> | <b>9</b>  |
| <b>2. Uso del pulverizador</b>                                                                      | <b>2</b>  |
| 2.1. Funcionamiento del sistema hidráulico                                                          | 18        |
| 2.2. Funcionamiento del sistema neumático                                                           | 20        |
| <b>3. Preparación de las mezclas de aplicación</b>                                                  | <b>22</b> |
| <b>4. Ejemplos de dosificación</b>                                                                  | <b>26</b> |
| <b>5. Tipos de Invernaderos para la instalación del sistema de aplicación</b>                       | <b>30</b> |
| <b>6. Notas</b>                                                                                     | <b>36</b> |

## PRÓLOGO

Las aplicaciones de plaguicidas generalmente en la producción hortícola bajo producción en invernaderos se efectúan en su mayoría con equipos de mochila, o con pitones acoplados a mangueras, sostenida por un operador que debe recorrer todo el interior del invernadero durante la aplicación. Por otra parte, las altas temperaturas y humedad relativa que tienen que soportar mientras trabajan en el interior del invernadero dificulta la labor que deben realizar.

Este boletín es producto del trabajo del Proyecto “Control semiautomatizado de plagas y enfermedades en invernaderos de tomate para la reducción de los plaguicidas y protección de la salud humana”, que el Instituto de Investigaciones Agropecuarias – INIA a través de su Centro Regional de Investigación Raihuen ejecutó por dos años en la Región del Maule en asociación con la empresa SAE Ltda. y que contó con el financiamiento de la Fundación para la Innovación Agraria – FIA.

La innovadora solución desarrollada y validada en el Proyecto permite efectuar aplicaciones en el interior del invernadero, a través de un sistema de tuberías que contienen boquillas especiales que se distribuyen en forma homogéneas sobre las plantas y bajo el techo del invernadero. Esta tecnología permitirá asegurar, a quienes lo pueden implementar, contar con un sistema más eficiente y seguro para quienes realizan las labores de aplicación de agroquímicos.

Este boletín busca divulgar la operación del equipo aplicador integrado a un tractor; conocer las medidas de seguridad y la instalación apropiada del sistema de aplicación dentro de las naves del conjunto de módulos de invernaderos que se manejan en la localidad de Colín, de manera de lograr que los productores se puedan apropiar del sistema.

Rodrigo Avilés R.  
Director Regional de INIA Raihuén

## 1. INTRODUCCIÓN AL USO SEGURO DEL TRACTOR Y SU MANTENCIÓN EN LA OPERACIÓN DE UN PULVERIZADOR

El tractor que se puede utilizar para la operación del equipo puede ser de tracción simple o tracción asistida con una potencia igual o superior a 80 HP.

El operador debe tener claro el funcionamiento básico del tractor. Partiendo por el motor, elemento básico del tractor, que suministra la energía para todas las funciones del tractor.

La mayoría de los tractores en la actualidad utilizan un Ciclo Diesel, donde el motor es encendido por temperatura debido a la compresión del aire. Utiliza como combustible el petróleo. Ingresas solo aire por la válvula de admisión. En vez de una bujía existe un inyector que pulveriza petróleo al final de la carrera de compresión. Hay que tener presente que se requieren 12.000 litros de aire, para la combustión de 1 litro de combustible.

El motor del tractor para su funcionamiento apropiado requiere del apoyo de varios sistemas. Uno de ellos es el sistema de admisión y escape. El sistema de admisión consta del prefiltro, filtro, múltiple de admisión hasta que llega a la válvula de admisión. De la válvula de escape sale el múltiple de escape el silenciador y el tubo de escape que elimina los gases generados por la combustión al ambiente.

El prefiltro puede ser un tazón transparente ubicado sobre el capot del tractor o una malla filtrante ubicada en la parte frontal del tractor que impide que ingresen partículas mayores de polvo al filtro propiamente tal.

El filtro puede ser de dos tipos: seco o húmedo. El filtro seco corresponde a un cartucho de material celulítico que se ubica en el interior de una carcasa hermética que lo contiene, este filtro debe ser limpiado frecuentemente sacudiéndolo y golpeándole suavemente con la mano. El filtro húmedo consta de un tazón que contiene aceite hasta un cierto nivel, el aire sucio se mezcla con el aceite el cual asciende a través de una rejilla de acero donde el aceite junto con el polvo queda atrapado y desciende nuevamente hasta el fondo del tazón, cada semana se debe votar el aceite y reemplazar por uno nuevo.

Del grado de limpieza del filtro del aire depende en gran medida que se realice una mezcla correcta entre el aire y combustible en el cilindro.

El aumento del consumo se produce por el mal quemado del combustible. Cuando este es excesivo se pueden apreciar humos negros en la salida del escape.

El filtro deberá limpiarse cuando esté sucio, si es necesario, y, en todo caso, antes de las horas de funcionamiento que diga el "Manual de Operaciones". Cuando el tractor trabaja en ambientes con mucho polvo, el filtro se limpiará en periodos muy cortos de tiempo.

Un filtro de aire sucio en un 10%, limita la cantidad de aire que pasa al motor provocando un incremento del consumo del 7%. Si el filtro pasa a un nivel de suciedad del 20% los consumos aumentan por encima del 22%.

El sistema de combustible del tractor consta del estanque, los filtros, la bomba inyectora y los inyectores propiamente tal.

El filtro del combustible es el elemento de filtrado y limpieza del mismo. Cuando está sucio, el filtro no permite que pase el combustible que el tractor demanda para realizar el trabajo; entonces el tractor fallará o se parará.

La avería que ocasiona el paso de petróleo sin filtrar es muy perjudicial, por tanto hay que cambiar el filtro cuando lo indique el "Manual de operaciones".

Los tractores con más de 12 años deben cambiar el filtro primario cada 150 horas y el filtro secundario a las 300 horas. Para los tractores modernos el filtro primario entre 350 a 500 horas y el filtro secundario entre 600 a 1000 horas.

El motor de un tractor de 110 HP, que quema mal el combustible, incrementa su consumo entre un 10 y un 15%. La bomba introduce el petróleo a presión en los inyectores y estos lo pulverizan en finas gotitas y lo reparten uniformemente en el cilindro, para que se mezcle con el aire y se queme en su totalidad. La precisión de estos elementos es muy importante en el ahorro de combustible.

Es recomendable después de cada jornada de trabajo dejar lleno el estanque de combustible como lo indica la **figura 1**.

1. AIRE HUMEDO CALIENTE REEMPLAZA EL PETROLEO USADO DEL TANQUE DE COMBUSTIBLE



2. AL ENFRIARSE EL AIRE LA HUMEDAD SE CONDENSA EN LAS PAREDES DEL TANQUE Y DESCENDE AL COMBUSTIBLE



3. SI SE LLENA EL TANQUE DESUÉS DE DETENER LA MÁQUINA, NO HAY ESPACIO PARA EL AIRE HUMEDO



**Figura 1.** Recomendación de llenado del estanque de combustible por la noche.

El sistema de lubricación del motor cumple con cuatro funciones: lubrica, sella, refrigera y limpia.

Los motores que queman mal el combustible producen mayor cantidad de humo y dejan escapar mayor cantidad de gases contaminantes a la atmósfera.

La correcta utilización de los aceites y lubricantes en el tractor tienen gran correlación con el consumo de combustible y vida útil del tractor.

Siempre deberán utilizarse los lubricantes que tengan las características específicas recomendadas por el fabricante.

La misión del aceite es mantener una película entre los elementos para evitar el rozamiento, el calentamiento, los desgastes y así reducir las pérdidas de energía. Un consumo excesivo de aceite provoca humo en el tubo de escape de color azulado, siendo un dato significativo del estado en que se encuentra el motor.

La mayoría de los tractores poseen un sistema de enfriamiento por agua, el cual consta de un estanque con radiador, la tapa del estanque, el termostato, las camisas del motor por donde circula el refrigerante, la bomba de agua y un ventilador que hace circular el aire a través del radiador.

El sistema eléctrico de un tractor diesel consta de un alternador que carga el acumulador o batería y permite guardar energía eléctrica. Un motor de arranque que transforma la energía eléctrica en energía mecánica y hace girar el volante del motor mediante un piñón que actúa sobre la corona que rodea el volante, generando el inicio de la compresión del aire, para que este se caliente y encienda el combustible proporcionado por el correspondiente inyector.

La mayoría de los tractores agrícolas consumen entre un 10 y un 20% más de lo necesario, debido a un mal mantenimiento del tractor.

El mantenimiento de un tractor debe hacerse a lo largo de toda su vida útil, no solamente cuando es nuevo o está en garantía.

El mantenimiento debe ajustarse al "Manual de operaciones" del fabricante del tractor, especialmente en lo que al motor se refiere. En el Manual vienen especificadas todas las revisiones periódicas que deben realizarse. Es necesario LEERLO en profundidad antes de poner en marcha el tractor y CONSULTARLO, cuando se realicen reparaciones, regulaciones o quiera resolver alguna duda.

Los tractores agrícolas consumen de un 10 a un 25% más de combustible cuando no se ha realizado un correcto mantenimiento del motor, por la suciedad del filtro del aire e inyectores y la incorrecta regulación de la bomba de inyección.

### **ES MUY IMPORTANTE:**

- Mantener la limpieza del filtro del aire y del combustible.
- Controlar y regular el circuito de combustible.
- Utilizar lubricantes apropiados

Existen cosas que hay que hacer diariamente como:

Revisar el nivel del aceite del motor antes de poner en marcha el motor

Limpia el prefiltro y el filtro de aire

Revisar el nivel del refrigerante

Llenar el estanque de combustible al final del día

Y otras que se deben hacer semanalmente, una vez al mes, cada semestre y una vez por año como lo indica la **figura 2**.

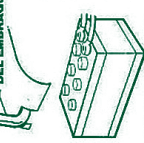
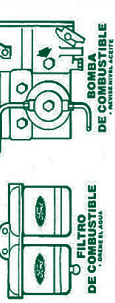
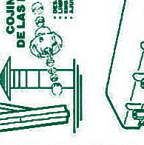
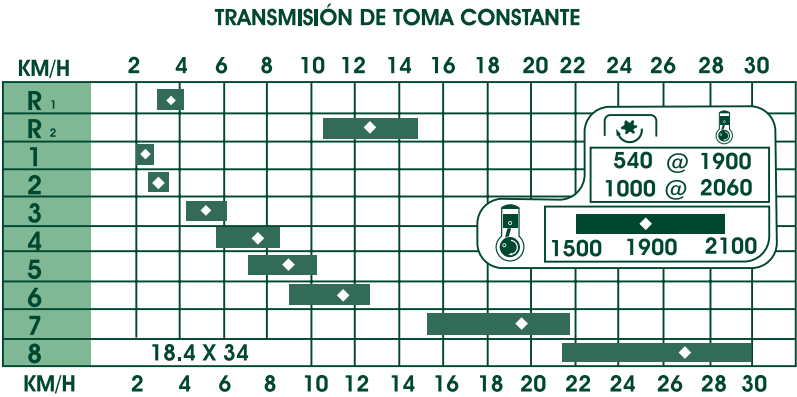
| DIARIO / 10 HRS.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | SEMANAL / 50 HRS.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | MENSUAL / 150 HRS.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 6 MESES / 600 HRS.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 12 MESES / 1200 HRS.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <p>REVISE NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR</p> <p>SERIE 3 ACEITE MOTOR</p>  <p>LIMPIE PRE-FILTRADOR Y FILTRO DEL ACEITE</p>  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE</p>  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE</p>  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE</p> |  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR</p>  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR</p>  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR</p>  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR</p>  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR</p> |  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR</p>  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR</p>  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR</p>  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR</p>  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR</p> |  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR</p>  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR</p>  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR</p>  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR</p>  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR</p> |  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR</p>  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR</p>  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR</p>  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR</p>  <p>REVISAR NIVEL DEL ACEITE DEL MOTOR</p> |

Figura 2. Recomendación de mantenimiento a realizar en el tractor durante una temporada.

Algunos tractores poseen dos cambios para modificar las marchas y otros hasta una tercera palanca, no todos poseen cambios sincronizados, por lo tanto hay que detener el tractor para efectuar el cambio. Por otro lado los tractores pueden iniciar su avance desde cualquier marcha, por ello hay que seleccionar previamente la marcha en función de la labor que ejecuta el tractor.

La velocidad de toma de fuerza en rpm, depende de las revoluciones del motor, por lo tanto para un tractor como el de la **figura 3**, entregara 540 rpm en TDF cuando el motor funcione a 1900.



**Figura 3.** Relación de marchas del tractor en función de las rpm del motor.

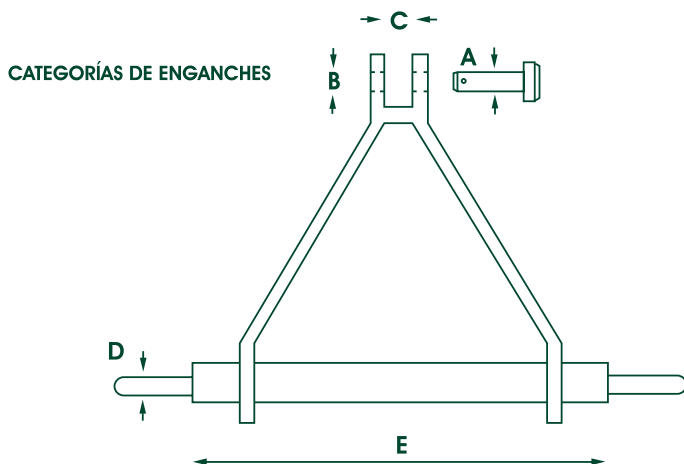
Existen dos alternativas actualmente para el funcionamiento del TDF. Uno que a la velocidad nominal del tractor, funciona a 540 rpm. Y otro que a la velocidad nominal funciona a 1000 rpm. Se diferencian en que el primero tiene un eje de 6 dientes en cambio el otro tiene 21 dientes.

La potencia del TDF se trasmite a otras máquinas como la bomba del pulverizador mediante una junta denominada Cardanica, esta junta debe estar protegida por una carcasa y además poseer en sus extremos unas cadenas que deben quedar sujetas a elementos no móviles del tractor y la máquina.

El tractor en la parte posterior posee un sistema de enganche denominado de tres puntos. Dos brazos elevadores en la parte inferior y un tercero ubicado en la parte superior en el centro de la ubicación de los inferiores.

Una vez enganchado el pulverizador se deben ajustar los topes o cadenas para evitar que el pulverizador se mueva de lado a lado, lo que podría provocar el volcamiento del tractor al efectuar un giro rápido.

Los tractores se encuentran homologados y dependiendo de su tamaño y potencia pueden poseer diferentes categorías de enganche variando con esto el diámetro de los pasadores y orificios de los puntos de enganche, **Figura 4**.



| CARACTERÍSTICA                              | 1       |         | 2       |         | 3       |         | 4       |         |
|---------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                             | min. mm | max. mm | min. mm | max. mm | min. mm | max. mm | min. mm | max. mm |
| A Diámetro perno pasador de acople superior | 18,8    | 19,1    | 25,1    | 25,4    | 31,5    | 31,8    | 44,2    | 45      |
| B Diámetro agujero acople superior          | 19,3    | 19,6    | 25,6    | 25,9    | 32      | 21,3    | 45,2    | 45,5    |
| C Espacio libre acople superior             | 44,5    | -       | 52,3    | -       | 52,3    | -       | 65      | -       |
| D Diámetro del perno acople inferior        | 21,8    | 22,1    | 28,2    | 25,5    | 36,6    | 49,8    | 49,8    | 50,8    |
| E Distancia entre pernos inferiores         | 681     | 684,3   | 822,5   | 825,5   | 963,7   | 966,7   | 1165    | 1168    |

**Figura 4.** Categorías de enganche de la maquinaria.

Al enganchar el pulverizador en los tres puntos del tractor se debe verificar si existe el lastre adecuado en la parte frontal del tractor ya que al cargarlo con agua este incrementará su peso en la parte posterior, disminuyendo la relación de peso en la parte anterior, lo que podría provocar el volcamiento del tractor.

Los aspectos de seguridad en el uso de la maquinaria deben ser tomados en cuenta, por ejemplo un estudio realizado en California, Estados Unidos, mostró que de 90 muertos, víctimas de accidentes agrícolas, el 47% se debió a causa de los tractores y equipos agrícolas.

A nivel mundial el principal accidente fatal relacionado con tractores son los volcamientos (54%). La principal causa de los accidentes con tractores son la falta de conocimiento y la falta de atención.

A nivel mundial se ha considerado la utilización de unos parches amarillos que consta de un triángulo del mismo color y que se pega cerca de los elementos más peligrosos del tractor para avisar el peligro que corre. Estos parches no hay que sacarlos y si se deterioran deben ser remplazados recurriendo al representante del equipo, esto podría salvar una vida.

El operador no debe consumir alcohol ni drogas que pueden cambiar el estado de alerta y coordinación. Si se siente enfermo no se suba a la máquina. Cuidado con los niños, ni sobre, ni cerca del tractor.

Evite trabajar cerca de zanjas, excavaciones o pozos. Reduzca la velocidad al girar, superar pendientes o atravesar superficies no uniformes, resbaladizas o fangosas.

Manténgase alejado de terrenos inclinados accidentados para operar con seguridad.

Preste atención al recorrido especialmente al final del campo, en carretera o cerca de árboles. No permita que nadie suba al tractor o al apero, a menos que esté previsto un asiento aprobado para el pasajero.

Utilice ropa de protección y dispositivos de seguridad: Casco, protección de oídos, guantes, overol, zapatos de seguridad.

Utilice señales de mano como las que se muestran en la figura 5, para hacer indicaciones al operador.

|                                                                                                                 |                                                                                                                  |                                                                                                               |                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>SEÑALES DE MANO</b></p> <p>Se usan cuando el ruido o distancia no permiten la comunicación oral común</p> |  <p>ARRANCAR EL MOTOR</p>       |  <p>DETENER EL MOTOR</p>     |  <p>ACELERAR LA VELOCIDAD</p> |
|  <p>REDUCIR LA VELOCIDAD</p>  |  <p>LEVANTAR EL IMPLEMENTO</p> |  <p>BAJAR EL IMPLEMENTO</p> |  <p>ACERCARSE</p>            |
|  <p>ACERCARSE SEGUIRME</p>   |  <p>QUEDA ESTA DISTANCIA</p>  |  <p>DETENERSE</p>          |  <p>DESPEJAR - SALIR</p>    |

**Figura 5.** Señales de mano para avisar al operador.

## 2. USO DEL PULVERIZADOR

El pulverizador se trata de un sistema de aplicación externo al invernadero, que envía un flujo a presión que se conecta mediante una manguera de enganche rápido a un sistema de distribución con aspersores tipo microjet, que generan gotas finas, y que se encuentran instalados en el interior del invernadero en la parte superior.

El principio de funcionamiento es en base a agua y aire comprimido, primero se inyecta el aire en el sistema a 2,5 bar e inmediatamente se libera el agua a una presión de 3 bar. Cuando se ha completado el volumen de agua a aplicar, el que va a depender del TRV exigido por las plantas, y que se lee en el caudalímetro; se continúa aplicando solo aire, se abre la válvula de expulsión del líquido en las tuberías y se recoge en un bidón el líquido remanente.

Se trata de una operación segura sin intervención de personas en el interior del invernadero.

El pulverizador cuenta con los siguientes elementos: (Figura 6)

### ELEMENTOS DEL PULVERIZADOR

- 1.- Estanque de acero para el aire comprimido
- 2.- Manómetro de líquido
- 3.- Regulador de presión de líquido
- 4.- Válvula líquido
- 5.- Cuenta litro digital
- 6.- Conexión manguera principal
- 7.- Estanque agua limpia para lavado de manos
- 8.- Estanque de polietileno de 500 litros
- 9.- Manómetros de aire
- 10.- Regulador de presión de aire
- 11.- Compresor de aire
- 12.- Válvula de retrolavado
- 13.- Filtro de aspiración de líquido principal
- 14.- Estanque de retrolavado
- 15.- Chasis principal

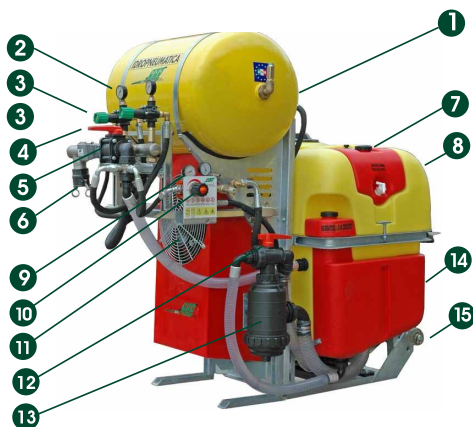


Figura 6. Elementos del pulverizador

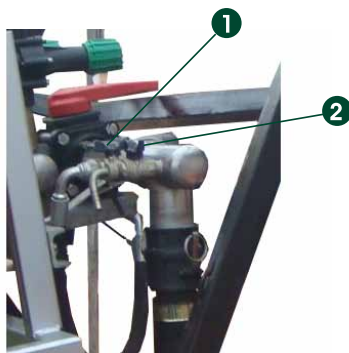
En la **figura 7** se observa el resto de los elementos:

## ELEMENTOS DEL PULVERIZADOR

- 1.- Tapa estanque
- 2.- Medidor de volúmen estanque
- 3.- Punto de enganche N°3, Categoría 2
- 4.- Bomba hidráulica
- 5.- Punto de enganche N°1, Categoría 1
- 6.- Punto de enganche N°1, Categoría 2



- 1.- Válvula de aire sistema de aplicación
- 2.- Válvula de aire escape



**Figura 7.** Otros elementos del pulverizador.

## 2.1. Funcionamiento del sistema hidráulico

El estanque de polietileno posee una abertura de gran tamaño para facilitar su rápido llenado y mantención, con una tapa que lo cierra herméticamente y con una válvula que permite el ingreso de aire mientras el estanque se vacía, sin generar entonces un vacío e impidiendo que el líquido se derrame salpicando el estanque.

Un filtro de canastillo de mallaje 50 mesh, ubicado en la abertura de llenado, impide el ingreso de partículas de mayor diámetro que pueden afectar la bomba o el sistema de inyección de líquido del sistema de aplicación.

Adicional al estanque principal de color amarillo, existen dos estanques de color rojo: uno pequeño, que puede contener 10 litros de agua potable para el lavado de manos del operador y uno mayor de 50 litros, para efectuar el retrolavado del estanque principal, la bomba y el filtro principal del equipo al final de las aplicaciones.

Existe un tapón de vaciado del estanque, que con una llave de bola permite descargar en forma segura restos de productos de la aplicación. Esto facilita la descarga del estanque después del retrolavado en un sumidero construido especialmente para aminorar el impacto sobre el medio ambiente del sobrante de las aplicaciones.

La bomba Pistón membrana LT.300 aspira el líquido desde el estanque y lo hace pasar por el filtro principal de 80 mesh, luego impulsa el líquido hacia la unidad reguladora de presión.

La unidad reguladora de presión está compuesta por los reguladores de color verde los que al girarlos hacia la derecha restringen el flujo de líquido hacia el estanque y envían más caudal de líquido hacia el sistema de aplicación, la idea es que ambos manómetros indiquen 3 bar de presión (43,5 lb/pulg<sup>2</sup> (PSI)). Si al efectuar la primera aplicación los manómetros indican una presión mayor, hay que girar los reguladores hacia la izquierda por el contrario, si los manómetros indican una presión inferior hay que girar los reguladores hacia la derecha hasta conseguir que ambos manómetros indiquen la presión de 3 bar, para que esto funcione hay que abrir la válvula de aplicación de color rojo dejándola horizontal hacia la izquierda (Figura 8).



Figura 8. Reguladores de presión



Figura 9. Caudalímetro

En esta posición, la válvula deja fluir el líquido, a presión con destino al sistema de aplicación ubicado en el interior del invernadero. El líquido pasa previamente por un caudalímetro, figura 9), que registra el volumen de líquido que se está aplicando. Para que el equipo funcione se debe conectar a un enchufe del sistema eléctrico del tractor o directamente en los bornes de la batería.

Una vez que el equipo esté conectado a la batería del tractor la pantalla del medidor de caudal mostrara la cifra: "3000".Para poder medir con precisión el caudal es necesario configurarlo en la función totalizado y llevar a cero la cuenta del caudalímetro, esta operación se realiza presionando la tecla "TOT" que se encuentra en la parte inferior de la pantalla del caudalímetro manteniéndola presionada hasta que la pantalla indica "0".

Los volúmenes a aplicar dependerán del estado biológico de las plantas, a partir de septiembre podrían alcanzar a 450 litros/ha y a mediados de noviembre ya podrían llegar a 800 litros/ha. (figura 10).

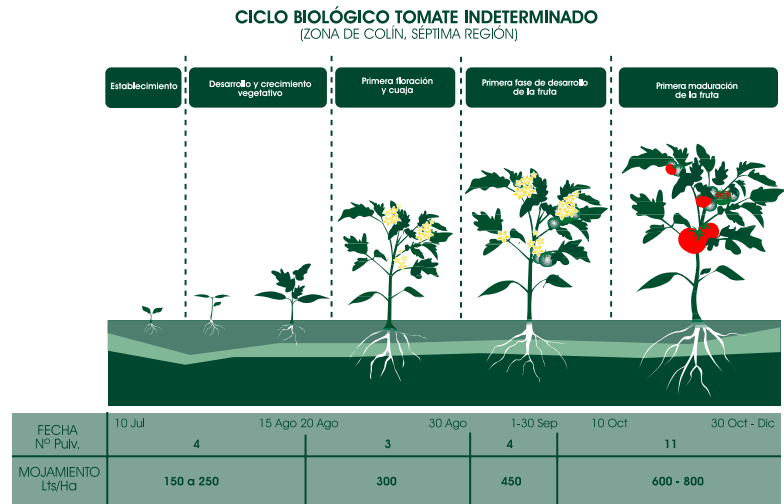


Figura 10. Ciclo biológico de tomates indeterminados en Colín, Maule.

De esta manera si se requiere aplicar un volumen de 500 litros/ha en un módulo que consta de 3 naves de 6 metros de ancho por 40 metros de largo. La superficie del módulo será igual a:  $3 * 6 \text{ m} * 40\text{m} = 720 \text{ m}^2$

Si tenemos que efectuar una aplicación equivalente a 500 litros en una há (10000 m<sup>2</sup>).

Entonces el volumen a aplicar será igual a  $(500 \text{ lt} * 720 \text{ m}^2) / 10000 \text{ m}^2 = 36 \text{ Litros}$  Pero hay que considerar que al abrir la válvula de salida al final de la aplicación se recibirán 15 litros en el bidón de recogida, más 0,4 litros que quedan de remanente en la manguera de aplicación, de esta manera para que el sistema aplique 36 litros netos en el interior del invernadero se requiere que el caudalímetro registre 51,4 litros.

Luego la válvula quedara abierta y el sistema aplicando solo aire hasta completar 2 minutos 10 segundos desde el inicio de la aplicación.

Para cargar el aire en el estanque, que tiene una capacidad de 272 Litros, el compresor de aire debe funcionar a 540 rpm. Aunque el compresor puede alcanzar una presión de 15 bar, ha sido ajustado de fábrica para que el estanque alcance una presión de hasta 10 bar, para ello se abre una válvula de alivio que evita que la presión del estanque suba sobre ese valor.

Quando funciona el compresor, el manómetro de la derecha indica la presión del estanque del aire y la aguja se eleva hasta los diez bares, en ese momento automáticamente se abre la válvula de alivio y se mantiene la presión del estanque en diez bares.

Con el manómetro de la izquierda y el regulador con la tapa naranja se ajusta la presión de aplicación del aire. Que de acuerdo a nuestra experiencia debe ser de 2,5 bares. Del momento que se abre la válvula de entrega de aire se puede sostener esta presión por 2 minutos y 10 segundos con el tractor funcionando.

En el lado derecho del equipo se encuentran las válvulas de entrega del aire. (Figura 12)



**Figura 12:** Válvulas del sistema de aplicación de aire.

Mientras se efectúa la aplicación, la válvula de más afuera debe mantenerse cerrada.

Una vez que se alcanzó la presión de 10 bares, en el estanque de aire se abre la válvula de entrega de aire e inmediatamente se abre también la válvula de entrega de líquido por 15 segundos, luego se cierra la válvula del líquido y la entrega de aire continúa funcionando. Transcurrido 20 segundos de la aplicación del último emisor, el operador de la válvula final la abrirá para descargar el resto del líquido que se encuentra en el interior de las tuberías. La aplicación de aire continuará funcionando hasta completar 2 minutos 10 segundos desde el inicio de la aplicación. Entonces se cierra la válvula de entrega de aire y se abre la válvula más externa para aliviar la presión dentro del sistema.

### 3. PREPARACIÓN DE LAS MEZCLAS DE APLICACIÓN:

Es de vital importancia considerar aspectos mínimos de seguridad, que nos permitan mantener la protección del operador y un correcto aislamiento de los productos químicos de la población.

El manejo seguro de plaguicidas tiene por objetivo disminuir los riesgos y peligros a los que pueden estar expuestos trabajadores agrícolas o habitantes de zonas cercanas a la contaminación de terrenos o aguas.

En nuestro país el servicio agrícola y ganadero, SAG, organismo dependiente del ministerio de agricultura, es la entidad encargada por ley de reglamentar y controlar los diversos aspectos que tienen relación con la fabricación y/o formulación, importación, distribución, venta y aplicación de plaguicidas de uso agrícola. Esta legislación se encuentra en el Decreto ley N° 3.557.

Antes de comenzar el procedimiento de dosificación y preparación de la mezcla es importante que siempre siga los siguientes puntos:

#### **¡Lea siempre la etiqueta!**

Existen cuatro ocasiones en las que debe leer la etiqueta de un plaguicida.

**Antes de comprar un plaguicida:** Lea la etiqueta antes de comprar un plaguicida para asegurarse de que el producto está autorizado para usarlo en lo que usted necesita. Este uso debe estar especificado en la etiqueta. Si una aplicación del producto no aparece en la etiqueta, es ilegal e impropia la aplicación de ese producto. Sepa cuál es el tipo de formulación y cómo se prepara y aplica. La información en la etiqueta le dirá cuánto producto necesita comprar para su aplicación. También le dirá cuándo debe ser aplicado (Ej.: temprano en la temporada).

**Antes de usar un plaguicida:** Lea la etiqueta para saber si existen restricciones para su uso (Ej.: tóxico para las abejas); restricciones de las horas de aplicación (Ej.: no aplicar en horas de calor); qué equipo de protección personal debe usar para mezclar y aplicar el producto y cuáles son los pasos de primeros auxilios a seguir en caso de ocurrir un accidente.

**Antes de almacenar un plaguicida:** Lea la etiqueta para conocer las recomendaciones de almacenamiento (Ej.: en su envase original, bien cerrado, etiquetado, en un lugar fresco, seco y bajo llave).

**Antes de eliminar los envases vacíos de un plaguicida:** Lea la etiqueta para saber cómo eliminar los envases de manera segura (Ej.: Una vez vaciado el contenido del envase, enjuáguelo tres veces, vertiendo el residuo al estanque de la maquinaria de aplicación).

## Utilice siempre los equipos de protección personal

Usted puede reducir los riesgos asociados al uso y manejo de plaguicidas usando un equipo de protección. Este equipo comprende trajes de mangas largas, pantalones largos, delantales o pecheras, guantes, botas y capuchones. Además se debe considerar el uso de elementos de protección como máscaras, antiparras (anteojos de protección), y respiradores, si la etiqueta así lo indica.

Para aislar el cuerpo de los peligros asociados al uso y manejo de plaguicidas se deben usar trajes de protección. En climas calurosos, el usar trajes de protección puede resultar incómodo y molesto debido al intenso calor. Por lo tanto, es necesario seleccionar los trajes adecuados al clima, que sean cómodos, y que a la vez brinden la protección necesaria durante las labores agrícolas.

Es imprescindible que los trajes de protección estén en buenas condiciones. No deben presentar roturas o partes gastadas por donde el plaguicida pueda contaminar la piel. Es necesario inspeccionarlos continuamente y reemplazarlos, según sea el caso.

Estos trajes deben lavarse después de cada uso, ya que el lavado inmediato reduce las posibilidades de que el aplicador u otras personas se expongan a los residuos. Se debe eliminar todo el residuo de plaguicida mediante el lavado a la intemperie, con una manguera y un cepillo, en un área donde los residuos que escurran no causen problemas. Cuelgue la ropa impermeable para que se seque; si la ropa se cuelga a la luz solar directa, vuelva la parte interior hacia afuera para prevenir el deterioro del material por los rayos solares y para ayudar a desactivar cualquier residuo de plaguicida que quede en el interior de la ropa. Mantenga estas ropas separadas de otras para prevenir la contaminación. El aplicador debe cambiarse la ropa contaminada por ropa limpia en el lugar de trabajo.

La ropa ligera que se use bajo el traje de protección, tales como camisas, pantalones y ropa interior, debe lavarse separadamente de la ropa del resto de la familia.

### Botas y Guantes

Para la protección de los pies y las piernas se recomienda el uso de botas de caucho sin forro interior, ya que este absorbe los plaguicidas, colocándose siempre los pantalones del traje protector por fuera de las botas para evitar que el producto caiga dentro de ellas. Si se usan botas, éstas deben cubrir las pantorrillas y tienen que ser de goma, ya que estas protegen contra una gran variedad de plaguicidas. Para la protección de las manos se recomienda el uso de guantes de puño largo hasta el codo sin forro interior. Estos deben ir bajo la manga para evitar que el plaguicida escurra por dentro de ellas. Además, el guante debe enrollarse en el borde para evitar escurrimiento hacia el brazo desde los dedos (**figura 13**).



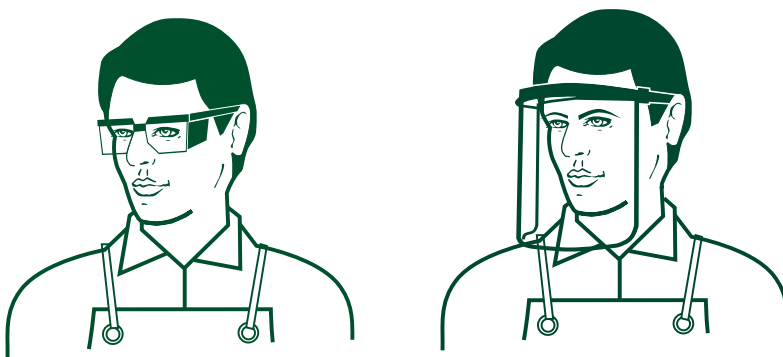
**Figura 13:** Guantes y botas forma de usarlos.

Después de su uso y antes de quitárselos, las botas y guantes deben ser enjuagados con agua corriente para eliminar los residuos de plaguicidas. Inmediatamente después deben ser lavados usando una solución de detergente y un cepillo suave; luego enjuague con agua limpia.

Después de secos, guarde las botas y los guantes en recipientes plásticos para mantenerlos limpios y prevenir su deterioro.

#### **Antiparras (anteojos) y Máscaras de Protección**

Para la protección de los ojos y de la cara se recomienda usar antiparras o anteojos o usar máscaras faciales que protegen tanto los ojos como la cara (**Figura 14**). Una simple mascarilla facial hecha de material transparente protegerá cómodamente los ojos y el rostro, en climas calurosos. Estas mascarillas protegen de salpicaduras y no tienden a empañarse como los anteojos. Los anteojos de protección son otra forma de protección visual, pero son menos cómodos, especialmente en climas húmedos.



**Figura 14.** Anteojos y máscaras faciales.

Tenga cuidado al lavar las máscaras y antiparras para evitar que se rayen los cristales. Sumérlas en agua tibia jabonosa y si es necesario elimine los residuos de plaguicida con un paño húmedo o un cepillo suave. Enjuague bien con agua limpia y seque al aire. Revíselas para ver si tienen excesivas ralladuras, grietas o pérdidas de elasticidad en las correas de goma para la sujeción a la cabeza. Los cristales rayados pueden ser sustituidos de muchas maneras sin necesidad de reemplazar la máscara completa.

Almacene las máscaras y antiparras secas en bolsas de papel o envases plásticos para mantenerlas limpias. Respiradores (máscaras)

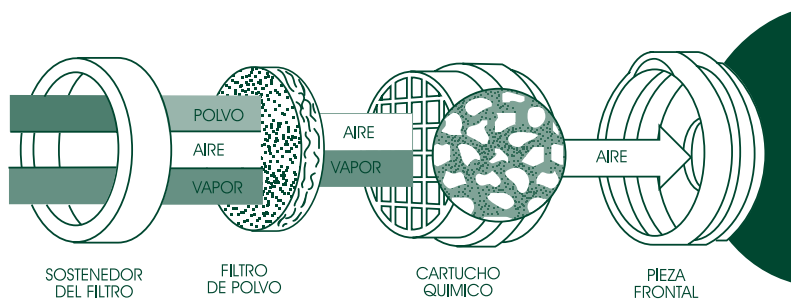
Un respirador es una unidad que protege la boca, la nariz y los ojos de la nube de plaguicidas, de pequeñas partículas y de vapores. Los respiradores protegen de la exposición a la inhalación previniendo que estos materiales lleguen a los pulmones. Las mascarillas comunes (desechables) para proteger del polvo no protegen de la inhalación de plaguicidas. Estas sólo sirven cuando se aplican plaguicidas en polvo o en gránulos.

Hay varios tipos de respiradores, los que se pueden dividir en dos grandes grupos: purificadores de aire con filtros o respiradores con suministro de aire. Cada uno es específico para diferentes propósitos. Recuerde que cualquier respirador que Ud. seleccione deberá estar certificado. Los respiradores vienen en diferentes medidas para ajustarse a diferentes formas y tamaños de caras. Cuando se compra un respirador se debe pensar en la persona que lo va a usar para así asegurar el ajuste.

El filtro de polvo elimina tanto el polvo como partículas mayores y el cartucho químico de carbón activado elimina los vapores (**Figura 15**).

Las precauciones en las etiquetas de los plaguicidas le dirán a Ud. cuándo debe usar un respirador y qué tipo usar. Por ejemplo, usar un respirador con filtro al aplicar plaguicidas si se va a estar expuesto a las gotas del pulverizado o a vapores; o usar un respirador con equipo de suministro de aire si va a aplicar plaguicidas en un área cerrada, tal como un invernadero. Use siempre el respirador si la etiqueta así lo indica.

#### LOS CARTUCHOS DE PLAGUICIDAS CONSTAN DE DOS ETAPAS



**Figura 15:** Filtro de dos etapas.

Se deben usar respiradores con el filtro adecuado para el plaguicida que se va a utilizar. Es importante recordar que la duración del filtro es limitada y que debe ser reemplazado apenas pase algún olor o sabor a plaguicida y que se deben seguir las recomendaciones del fabricante.

Por la imposibilidad de ajuste, personas con bigotes y barbas incipientes o crecidas no pueden aplicar plaguicidas en los casos de necesitar respiradores.

Recuerde que al inicio de cada temporada agrícola se deben chequear el estado de las máscaras y la condición de los filtros. Ante dudas respecto de la caducidad de los filtros, siempre es conveniente cambiarlos por filtros nuevos.

Para la dosificación de productos es necesario contar un set de herramientas, las que deben ser destinadas al USO EXCLUSIVO de este propósito. Estas herramientas son:

- Balanza calibrada en gramos
- Contenedores de polipropileno
- Cuchara de polipropileno
- Vaso calibrado en cc (vidrio)
- Bidones de polipropileno
- Balde de 20 litros
- Embudo
- Bolsa para la basura
- Corchetera, clips, bandas elásticas para cerrar bolsas.

En lo que se refiere al lugar, espacio fisco o dependencia donde se lleva a cabo el procedimiento de dosificación, este debe contar con buena ventilación, una mesa con una cubierta lavable, disponibilidad de agua potable, además de estar aislado de lugares donde se manipulen alimentos.

Hay que tener presente que el negocio agrícola es una industria como cualquier otra, donde personas ajenas a la explotación se exponen a accidentes por falta de conocimiento, es por esta razón que hay que extremar los cuidados con los niños y explicar que los patios de maniobras y las instalaciones no son lugares para jugar.

#### **4. EJEMPLOS DE DOSIFICACIÓN:**

Para una correcta dosificación de los productos fitosanitarios es importante considerar

a) Volumen de agua aplicar

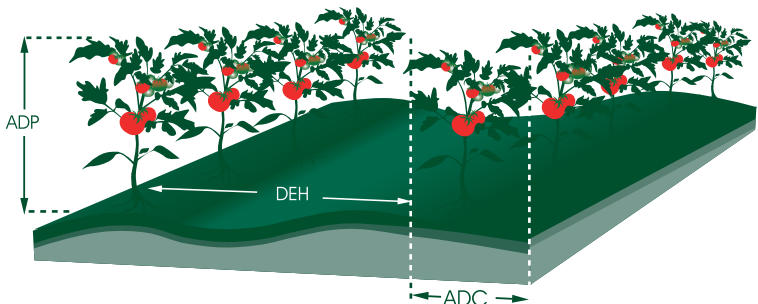
b) Leer en la etiqueta la dosis recomendada para el control y la disolución del producto (cantidad de producto por litro de agua).

En primer lugar debemos considerar lo siguiente:

**Revisión del volumen de líquido a utilizar**

Calcular el volumen de aplicación por hectárea mediante la determinación del TRV:

El volumen de aplicación debe estar acorde a la densidad y cantidad de follaje existente en el predio, es decir, mientras más frondosas sean las plantas, mayor debe ser el volumen de aplicación, por lo tanto se debe calcular el volumen de vegetación existente al momento del tratamiento. Para calcular el volumen de vegetación en una hectárea debemos conocer: La altura de las plantas (ADP), el ancho de copa (ADC) y la distancia entre las hileras (DEH). El volumen de vegetación en una hectárea es llamado TRV, sigla en inglés Tree Row Volume (**figura 16**).



**Figura 16:** Mediciones a realizar en un huerto para determinar el volumen de vegetación (TRV).  
(Fuente: Modificado de Kansas StateUniversity)

Si consideramos que en un cultivo de tomates bajo plástico, durante los meses de Noviembre y diciembre, las plantas alcanzan una altura de 2,00 metros aproximadamente y un ancho promedio de 80 centímetros, con una distancia entre hilera de 2,00 metros

$$TRV = \frac{ADP \text{ (m)} * ADC \text{ (m)} * 10.000 \text{ (m}^2\text{/ha)}}{DEH \text{ (m)}} = \frac{2,00 * 0,8 * 10.000}{2,00} = 8.000$$

- Donde: TRV = Volumen de vegetación (m³/ha)  
ADP = Altura de la planta (m)  
ADC = Ancho de copa (m) DEH = Distancia entre hileras (m)

|             |      |
|-------------|------|
| ADP (m)     | 2,00 |
| ADC (m)     | 0,8  |
| DEH (m)     | 2,00 |
| TRV (m³/ha) | 8.00 |

**Determinar el volumen de aplicación adecuado por hectárea de acuerdo al TRV:**

La dosis puede variar entre 10 a 120 litros por cada 1.000 m<sup>3</sup> de vegetación (**Tabla 1**). Estos volúmenes dependen del tipo de maquinaria con la cual se trabaje, así por ejemplo, los equipos centrífugos se caracterizan por aplicaciones de ultra bajo volumen, no así los hidroneumáticos que pueden aplicar volúmenes desde bajos a muy altos. También estos volúmenes se ven afectados por la densidad del cultivo, es por ello que para el control de plagas en cultivos de follaje denso se utilizan volúmenes altos y muy altos (100 a 120 L/1.000 m<sup>3</sup> de vegetación), y volúmenes medios (70 a 90 L/1.000 m<sup>3</sup> de vegetación) para aplicación de foliares y otros tratamientos. En cultivos, cuando se realizan aplicaciones con escaso follaje (floración, inicio de brotación) se utilizan volúmenes de 50 a 60 L/1.000 m<sup>3</sup> de vegetación, llegando a pleno follaje con dosis de 70 a 80 L/1.000 m<sup>3</sup> de vegetación.

En el caso de tomate bajo plásticos aplicaremos un volumen de pulverización medio, que corresponde a un índice de volumen de 70 litros por cada 1.000 m<sup>3</sup> de volumen de vegetación.

Tabla 1: Volúmenes de líquido a utilizar por cada 1000 m<sup>3</sup> de vegetación

| VOLUMEN DE PULVERIZACIÓN | Índice de volumen (L/1.000 m <sup>3</sup> ) = D |
|--------------------------|-------------------------------------------------|
| Muy Alto                 | 120                                             |
| Alto                     | 100                                             |
| Medio                    | 70                                              |
| Bajo                     | 50                                              |
| Muy Bajo                 | 30                                              |
| Ultra Bajo               | 10                                              |

Por tanto, para calcular el volumen adecuado de aplicación según TRV, se tiene:

$$VDA = \frac{TRV * D}{1.000} = \frac{8.000 * 70}{1.000} = 560 \text{ L/Ha}$$

Donde:

**VDA** = Volumen de líquido recomendado (L/ha)

**TRV** = Volumen de vegetación (m<sup>3</sup>/ha)

**D** = Dosis de líquido recomendado por cada 1000 m<sup>3</sup> de vegetación (L).

\* Volumen de líquido recomendado

| VOLUMEN    | DOSIS | VDA (L/ha) |
|------------|-------|------------|
| Muy Alto   | 120   | 560        |
|            | 110   |            |
| Alto       | 100   |            |
|            | 90    |            |
| Medio      | 80    |            |
|            | 70    |            |
| Bajo       | 60    |            |
|            | 50    |            |
| Muy Bajo   | 40    |            |
|            | 30    |            |
| Ultra Bajo | 20    |            |
|            | 10    |            |

Para determinar el volumen de líquido recomendado en litros en una nave de 240 m<sup>2</sup> (6 X 40 metros) en base a un VDA de 560 litros por hectárea, debemos simplemente utilizar la siguiente ecuación: 560\*240 /10.000 lo que nos da como resultado un volumen de 13, 44 litros por nave.

Una vez conocido el volumen de líquido para la aplicación, debemos revisar la información que nos entrega la etiqueta del producto a aplicar

Si la etiqueta indica una dosis por hectárea debemos determinar la cantidad por lo metros cuadrados a cubrir, por ejemplo:

Si la etiqueta indica una dosis de 1 kg (1.000 gr) por hectárea para el control de cierta plaga o enfermedad en el cultivo en cuestión, debemos considerar que en una hectárea hay 10.000 metros cuadrados y una nave promedio de 6 x 40 metros cubre una superficie de 240 metros cuadrado. Por lo tanto debemos realizar el siguiente cálculo:

$$\frac{240 \text{ (m}^2\text{)} * 1.000 \text{ (gr)}}{10.000 \text{ (m}^2\text{/ha)}} = 24 \text{ gr}$$

**Con este cálculo determinamos que para cubrir una nave necesitamos 24 gramos, los que se diluirán en los 13, 44 litros que deben aplicarse al interior del invernadero según nuestro cálculo del TRV.**

Cuando la indicación de dosificación en la etiqueta indica una dosis en cantidad de producto por litro debemos considerar nuestro cálculo del TRV, por ejemplo si la etiqueta indica una dosis de 400 gramos por cada 100 litros de agua, debemos responder la siguiente pregunta: ¿cuántos gramos de producto necesito para 13,44 litros de agua? Para esto debemos resolver el siguiente cálculo:

$$\frac{400\text{gr} * 13,44\text{L}}{100\text{L}} = 53,76\text{gr}$$

**Con este cálculo determinamos que para 13,44 litros debemos incorporar 53,76 gramos.**

## 5. TIPOS DE INVERNADEROS PARA LA INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE APLICACIÓN

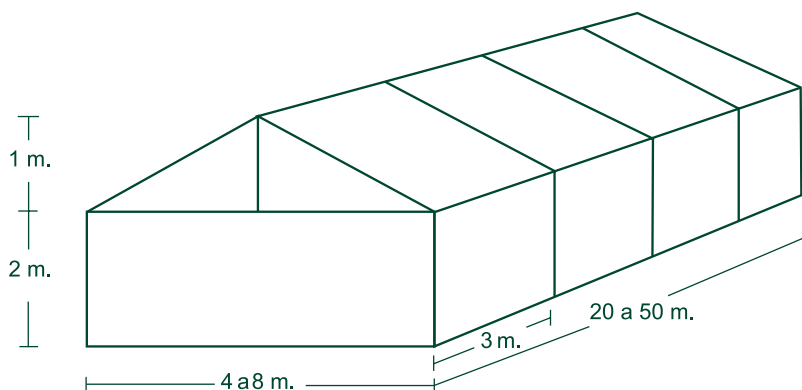
Un factor de éxito económico que se ha transformado en una preocupación constante y un desafío permanente para cualquier agricultor es la obtención de mayores precios de venta de sus productos. Factor relacionado básicamente con dos aspectos: acceso al mercado en periodos de baja oferta, o fuera de temporada, y una mayor calidad de los productos cosechados.

Al respecto, la obtención de productos vegetales fuera de temporada se logra con el cultivo bajo invernadero. Esta es una herramienta muy útil para producir hortalizas fuera de temporada, consiguiendo mayor precocidad, dado que se acortan los ciclos vegetativos de las plantas. También permite aumentar los rendimientos y mejorar la calidad de los cultivos mediante una atmósfera interior artificial y controlada, en circunstancias en que dichas especies al aire libre no serían posibles dadas las bajas temperaturas del medio externo (Carrasco y Mora: INIA 2015).

Existen varios tipos de estructuras para la construcción de invernaderos (capilla, túnel, entre otros), y diversos materiales para su construcción, tales como: metal, madera, PVC, hormigón, etc. Por otra parte, también existen variadas alternativas para la cubierta, pudiendo ser de plástico polietileno, vidrio, policarbonato, y otros. Los más comunes son de madera, sin embargo, la vida útil de estas estructuras es de una duración de 5 años a 6 años, con mantenciones cada 2 años.

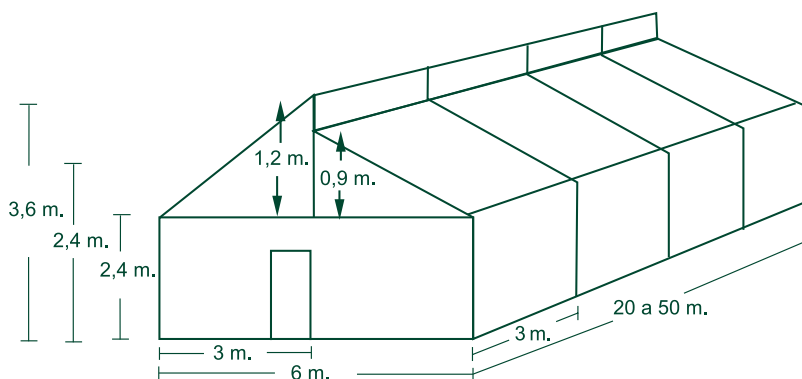
En la localidad de Colín, ubicada al sur poniente de la ciudad de Talca, región del Maule, se distinguen dos tipos de estructura de invernaderos. La primera es característica de la zona de Quillota, cuyo uso se ha extendido hacia otras áreas manteniendo su forma, pero con variación en sus dimensiones, aunque guardando relación con los materiales de construcción utilizados. Es así como al predominar las estructuras construidas en madera cuyas piezas tienen un largo de 3,2 m, es frecuente encontrar naves de 6 a 7 m de ancho, las que se disponen una al lado de la otra, sin más limitación que el ancho del potrero o la disposición del productor para tener unidades productivas de tipo modular a fin de tener mejor control de labores y producción.

El hecho de estar las naves unidas en sus costados, hace que tenga menos ventilación y para ello se utilizan aberturas frontales (anterior y posterior) para el ingreso de aire exterior. Esto, junto a la reducida altura: 2 a 2,5 m a la canaleta y 3 m la altura máxima de la cumbre, hace que los invernaderos no puedan ser muy largos porque generarían problemas de acumulación de calor y humedad en el centro de ellos, encontrándose naves de 20 a 50 m de largo (**figura 17**).



**Figura 17.** Invernadero tipo capilla a dos aguas.

La segunda alternativa de construcción de invernadero menos usada en Colón corresponde al tipo capilla de dos aguas con Lucarna, la que facilita la ventilación de los invernaderos incorporando un ingreso cenital de aire al interior de la nave (figura 18).



**Figura 18.** Invernadero tipo capilla a dos aguas con Lucarna.

Una de las diferencias constructivas entre ambos tipos de invernaderos corresponde a la ausencia de largueros transversales al interior de la nave de los invernaderos sin lucarna, siendo reemplazado por un alambre acerado tensado el que proporciona la estabilidad al módulo.

Esta diferencia es de vital importancia al momento de instalar el sistema de aspersores en las naves, ya que esto determinará el tipo de sujeción de la tubería al interior del invernadero.

**Accesibilidad:**

Es importante tener presente, previo al diseño del sistema, los lugares por donde transitará la maquinaria en el interior del predio, identificando los sectores donde el equipo se conectará al sistema de forma segura y con facilidad para la ejecución de las maniobras.

**Materiales y herramientas**

Los materiales a utilizar varían según el tipo de tubería.

**Tubería**

Tubería de polietileno lineal (PEBD) de uso agrícola también conocido como “plansa” o “planza”. Este material es resistente a la radiación UV, flexible y liviana, su presión nominal de trabajo es de 60 m.s.a. (85 psi ó 6 bar), es resistente a la corrosión.

La tubería utilizada corresponde a la de diámetro nominal de ½ pulgada en rollo de 100 metros.

**Emisores**

Estos corresponde a rociadores modelo 4191 de Tavit (origen Israel). Estos emisores fueron diseñados para disminuir la temperatura y crear condiciones micro climáticas en invernaderos, gallineros, establos y tambos. Y para riego en una línea sobre una franja de plantas.

El rociador va unido a una válvula anti drenante o anti goteo (NDV) para la apertura y cierre simultaneo de los emisores, deteniendo el drenaje o goteo de agua al momento del cierre.

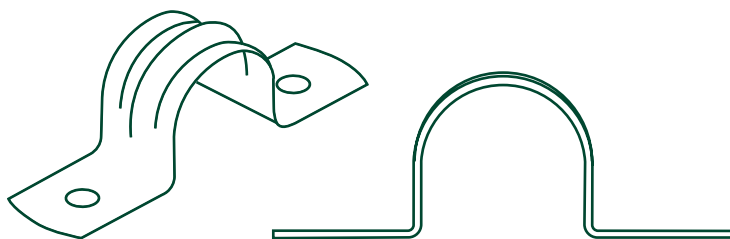
El emisor seleccionado para el sistema de pulverización corresponde al de 35 litros por hora a una presión de 2 bar (0,58 litros por minuto), la presión de trabajo recomendada por el fabricante es de 1,0 a 3,5 bar (29 a 51 psi).

En sus características técnicas destacan una estructura sólida y resistente, un filtro de boquilla incorporado (INF); la que protege la boquilla contra residuos y obstrucciones. Los emisores generan gotas de 0,15 mm 3 bar solo con agua (6 micro pulgadas a 43 psi). El tamaño de la gota disminuye a medida que aumenta la presión.

Al utilizar aire comprimido disminuye aún más el tamaño de la gota , debido a la capacidad que tiene el aire para romper el líquido en gotas más pequeñas, superior a la capacidad que tiene el sistema hidráulico por sí solo.

Elementos de sujeción o fijaciones:

Abrazaderas cincadas de 16mm. (**Figura 19**)

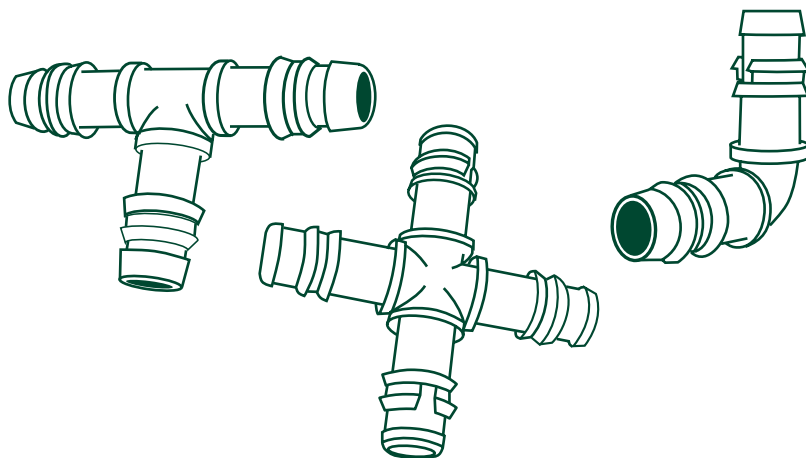


**Figura 19.** Abrazaderas cincadas de 16 mm.

Este elemento permite que la tubería no se desplace ni rote producto de la tensión a la que es sometida por los cambios de temperaturas al interior del invernadero. Cada abrazadera debe ser atornillada a la tabla procurando que la línea de tubería y la orientación del emisor se mantengas en su posición correspondiente.

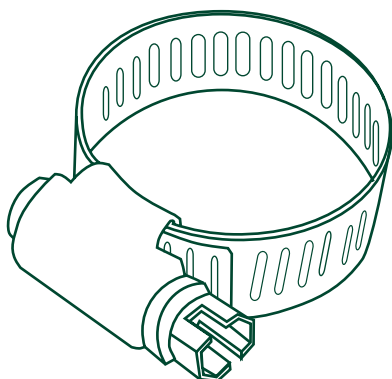
### Uniones

La líneas de polietileno deben unirse unas con otras para cerrar el circuito de forma segura, de manera tal que no existan fugas en el sistema, para este propósito se utilizan fitting de tipo espiga de polietileno de ½ pulgada en distintas configuraciones (codo, cruceta y tee). (**Figura 20**).



**Figura 19.** Imagen de uniones de PEBD

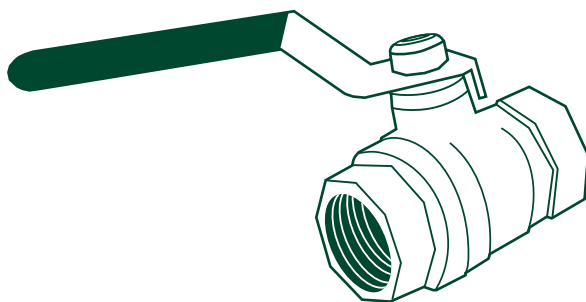
Para asegurar las uniones es estrictamente pertinente instalar en cada entrada y salida del fitting una abrazadera b/8,5mm de 10-13 en cada sección espigada. (Figura 21)



**Figura 21.** Abrazadera b/8,5 mm.

#### **Válvulas:**

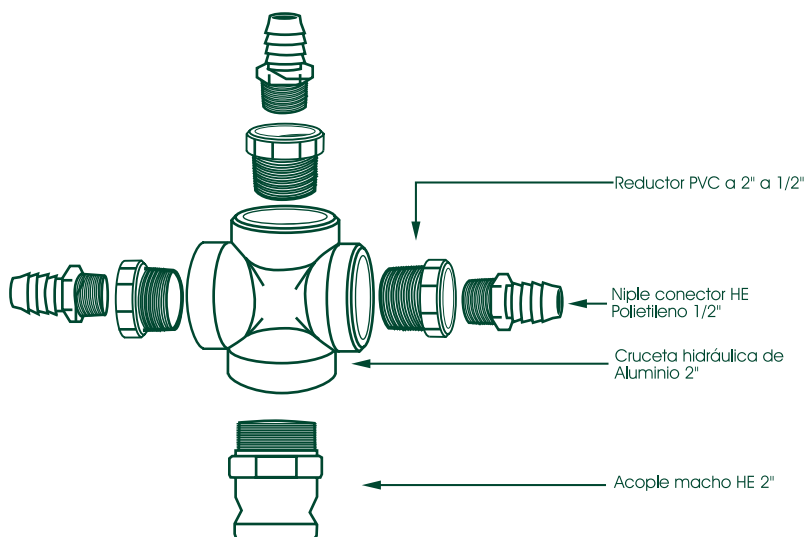
Con el objetivo de recuperar los residuos que permanezcan al interior de la tubería al termino de la aplicación, el sistema debe contar con una válvula al final del circuito, esta puede ser una válvula de bola de ½ pulgada. (Figura 22)



**Figura 22.** Válvula de bola de ½ pulgada.

#### **Conexión:**

Este elemento corresponde a la sección donde nacen y se distribuyen todas las líneas de aspersores al interior del invernadero, además es en este mismo punto donde se conecta el equipo pulverizador que alimenta todo el circuito. (Figura23)



**Figura 23.** Conexión del equipo pulverizador al sistema

Este elemento está conformado por una cruceta de aluminio de 2 pulgadas, 3 reductores de de 2" a 1/2 "Hl., 1 acople rápido macho rosca macho de 2 pulgadas, 1 tapón para acople macho de 2 pulgadas.

Es recomendable que al momento de montar esta pieza se utilice cinta de teflón para una unión hermética entre cada una.

