

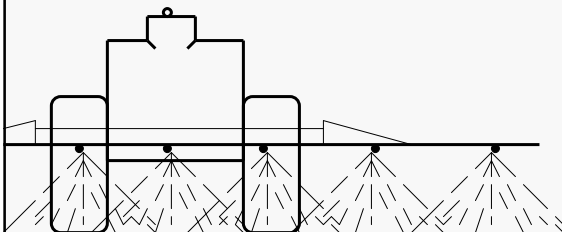
TECNOLOGÍA DE APLICACIÓN DE PLAGUICIDAS

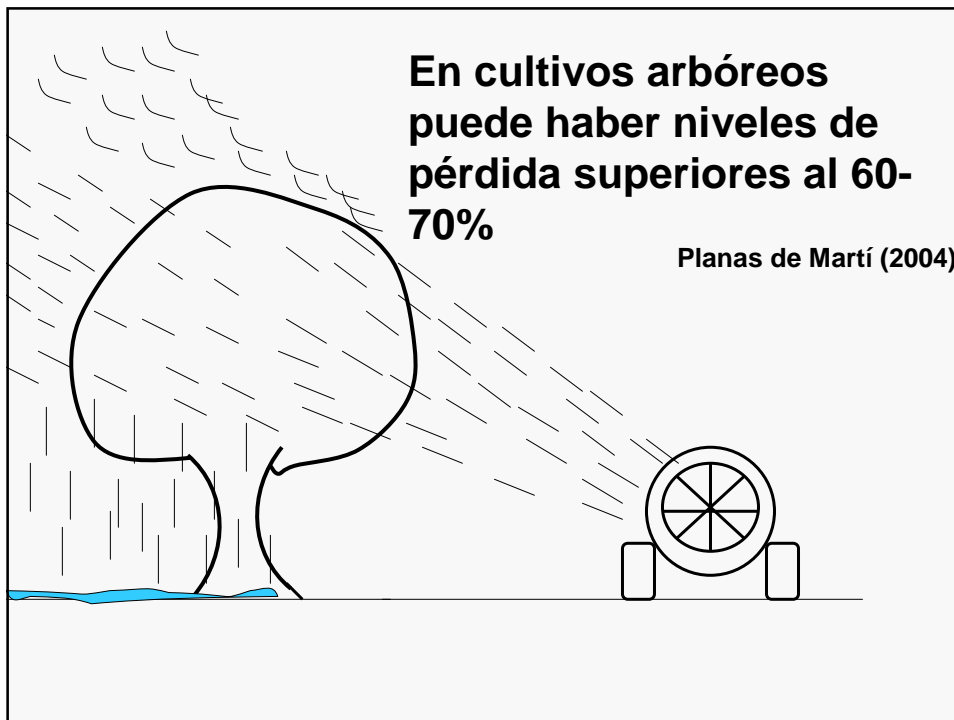
- Historia moderna de la protección de plantas: 100 años
- Década del '40: importante salto en síntesis y producción de insecticidas sintéticos orgánicos.
- Día a día incorporación de nuevas moléculas en el mercado
 - ❖ mayor selectividad
 - ❖ mayor potencia biológica
 - ❖ menor peligrosidad mamíferos y 1/2 ambiente
 - ❖ disponibilidad en todas partes del mundo

- Esta realidad no se acompasa con el desarrollo en tecnología y maquinaria de aplicación.
- Himel (1982) indica: la pulverización en los cultivos es el proceso industrial más ineficiente.
- Hislop (1993): se deben reconocer progresos alcanzados y los que se lograrán en seguridad y eficiencia de aplicación.

En aplicaciones a cultivos de porte bajo, las pérdidas de producto se sitúan en torno al 10%

Planas de Martí (2004)





**¿ Cuáles son los objetivos de la
aplicación de plaguicidas ?**

- **Aplicar** el producto en la dosis exacta
en el lugar preciso
en el momento adecuado

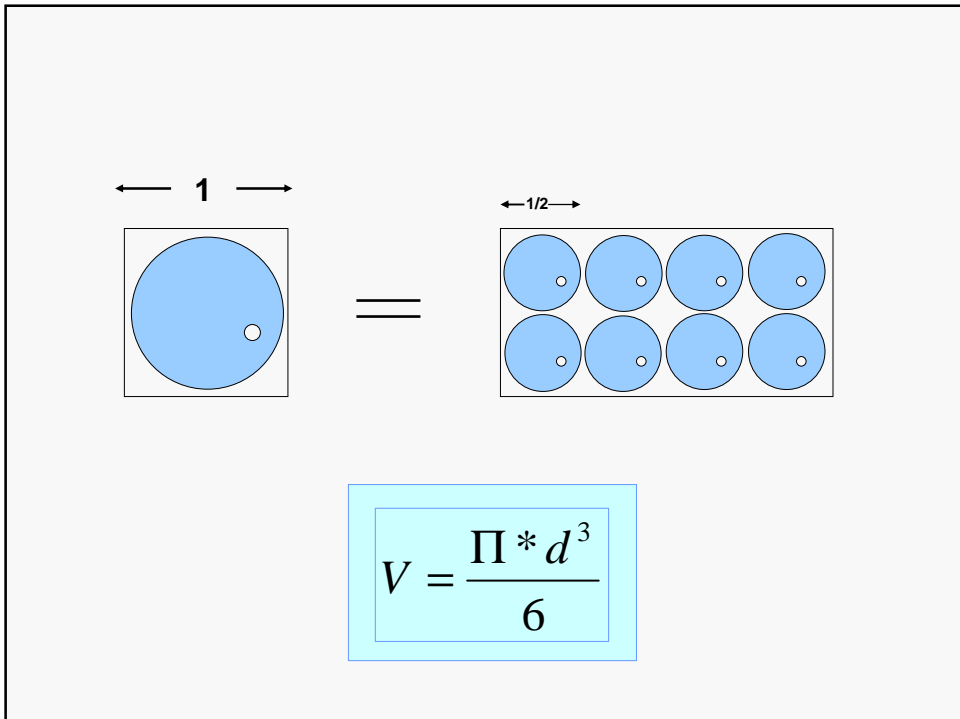
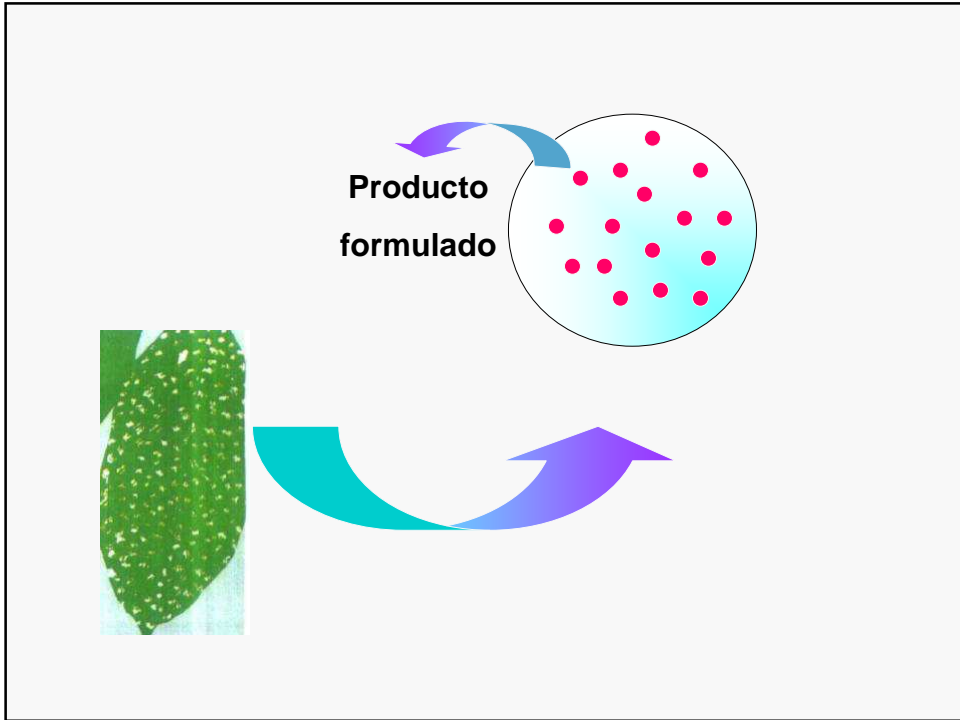
- **Reducir** las pérdidas de producto
depositado fuera del objetivo

Cómo llega el producto al lugar preciso ?

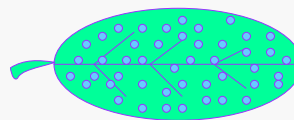
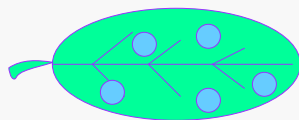
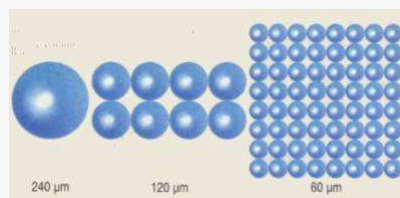
Mediante la gota pulverizada

- * **COBERTURA** (Nº de gotas / cm²)

- * **TAMAÑO DE LA GOTA**
 - Deriva
 - Evaporación
 - Penetración



Para un mismo volumen de líquido, a medida que disminuye el tamaño de gota, se obtiene mayor número de gotas y una mejor cobertura

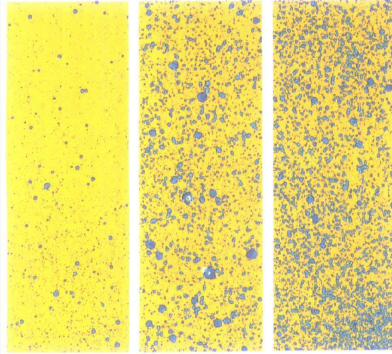


COBERTURA*

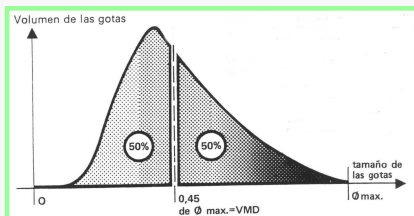
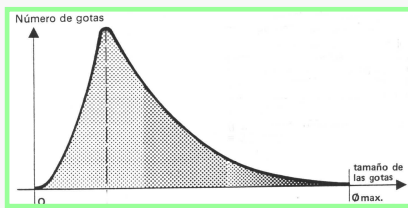
PRODUCTO	ACCION	Nº gotas/cm²
HERBICIDAS	CONTACTO	30 - 40
	SISTÉMICO	20 - 30
INSECTICIDAS y FUNGICIDAS	CONTACTO	50 - 70
	SISTÉMICO	20 - 30

*Valores orientativos

TARJETAS HIDROSENSIBLES



TAMAÑO DE GOTA



- Curva de espectro de gotas
- Diámetro Medio Volumétrico (DMV)
- Diámetro Medio Numérico (DMN)

Homogeneidad de la población de gotas (span)

$$CH = VMD / NMD$$

Boquillas	span
De turbulencia	1.8 - 5.0
De abanico	2.0 - 8.0
Deflectoras	1.0 - 3.0
Centrífugas	1.2 - 1.6

(Valores orientativos)

TAMAÑO DE GOTA - DERIVA

TAMAÑO DE GOTA (μ)	VELOCIDAD TERMINAL (m/s)¹	TIEMPO DE CAÍDA²
20	0.012	4.2 minutos
100	0.279	10.9 segundos
500	2.139	1.6 segundos

1: Velocidad constante cayendo en aire sin movimiento

2: Caída desde 3 metros sin movimiento de aire

TAMAÑO DE GOTA - DERIVA

TAMAÑO DE GOTA (μ)	DISTANCIA TRANSPORTADA HORIZONTALMENTE (m)
20	388
100	14.6
500	2.1

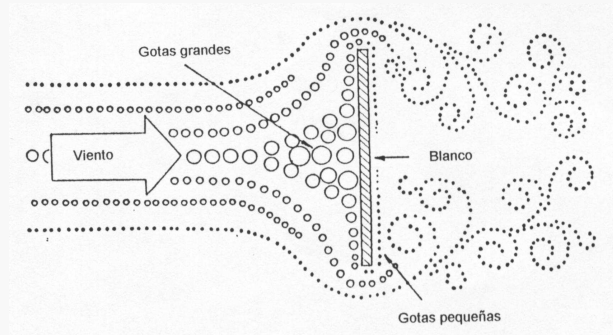
Aplicación a 3 metros de altura

Viento: 1.34 m/s moviéndose en forma paralela al terreno

TAMAÑO DE GOTA - EVAPORACIÓN

	CONDICIONES AMBIENTALES			
	Temperatura: 20°C HR: 80%		Temperatura: 30°C HR: 50%	
Tamaño inicial (μ)	Tiempo extinción (segundos)	Distancia de caída (metros)	Tiempo extinción (segundos)	Distancia de caída (metros)
50	14	0.5	4	0.15
100	57	8.5	16	2.4
200	227	136.4	65	39

PENETRACIÓN EN EL FOLLAJE



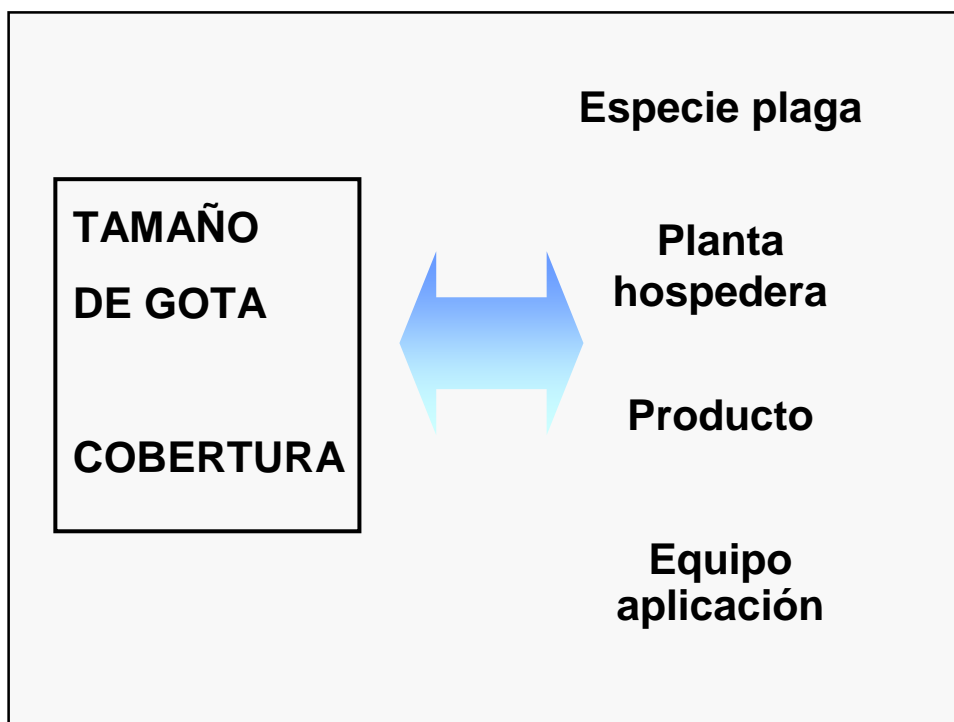
TAMAÑO DE GOTA



- MENOS GOTAS (MENOR COBERTURA)
- MENOR PENETRACIÓN
- MENOS DERIVA
- MENOS EVAPORACIÓN



- MAS GOTAS
- MAYOR PENETRACIÓN
- MAS DERIVA
- MAS EVAPORACIÓN



RELACIÓN TAMAÑO DE GOTA – COBERTURA
(Pulverización teórica: 1 litro/ hectárea)

DIÁMETRO DE LA GOTA (μ)	NÚMERO DE GOTAS POR cm²
10	10099
50	153
200	2.4
1000	0.019

**RELACIÓN VOLUMEN APLICADO,
COBERTURA Y TAMAÑO DE GOTA**

Volúmen (lts./há.)	Nº gotas/cm ²		
	500 μ	400 μ	200 μ
1000	153	300	2400
500	80	150	1250
100	15	30	240
50	8	15	120

**VOLÚMENES APLICADOS EN DIFERENTES CULTIVOS
(litros/há.)**

VOLÚMENES	CULTIVOS	FRUTALES
ALTO VOLUMEN	>600	>1000
MEDIO VOLUMEN	200 – 600	500 – 1000
BAJO VOLUMEN	50 – 200	200 – 500
MUY BAJO VOLUMEN	5 - 50	50 – 200
ULTRA BAJO VOLUMEN	<5	<50

VOLUMEN DE APLICACIÓN

APLICACIONES DILUIDAS O “A PUNTO DE GOTEO”

Se consigue el mojado total del árbol

Punto de goteo: aplicación que se realiza hasta poco antes que la pulverización comience a escurrir desde la punta de las hojas.

- **APLICACIONES CONCENTRADAS**

Se usa menos agua que en una aplicación diluida, por las características del equipo de aplicación empleado.

DOSIS Y CONCENTRACIÓN DE PRODUCTO

DOSIS: lts. ó kg de producto/há.
CONCENTRACIÓN: cc ó gr de producto/100lts

Ejemplo:

10 lts/árbol ----- 400 árboles ----- 4000 lt/há.

Concentración de producto = 0.5 % → 500 cc/100 lts de agua

En 4000 lts → 20 lts de producto/há (dosis)

Reducción de volumen a 2000 lt/há → DOSIS ??

El volumen por árbol o por há se reduce a la mitad

- La concentración se debe incrementar 2 veces por 100 lts de agua



1 lt producto/ 100 lts de agua

- Cuando se reduce el volumen por há se puede reducir la dosis

Ejemplo:

a) Aplicación diluida o de alto volumen: 2000 L/Ha.

Recomendación de etiqueta: 120 g de producto/100 L

Dosis/Ha en aplicación diluida:

$$\begin{array}{l}
 100 \text{ L} \text{ ----- } 120 \text{ g} \\
 2000 \text{ L} \text{ ----- } X \\
 X = \frac{2000 \times 120}{100} = 2,4 \text{ Kg prod./Ha}
 \end{array}$$

b) Aplicación real (con atomizadora) = 1200 L/Ha.

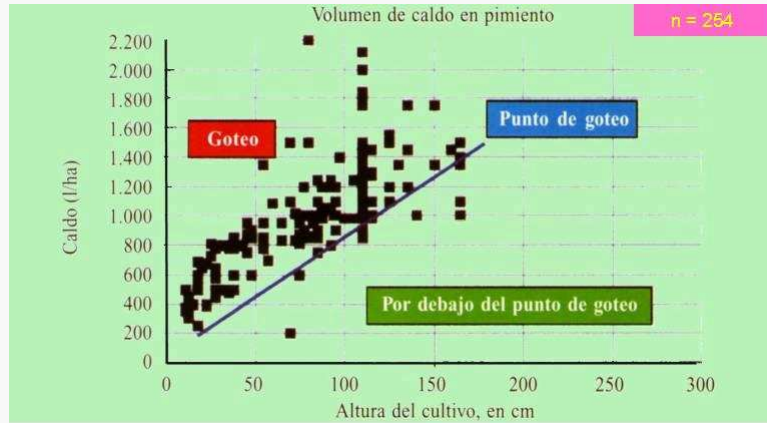
$$\frac{\text{Aplicación diluida}}{\text{Aplicación real}} = \frac{2000 \text{ L/Ha}}{1200 \text{ L/Ha}} = 1.67 \text{ FACTOR DE CONCENTRACIÓN}$$

Nueva concentración = 120 g x 1,67 = 200 g/100 L

$$\begin{array}{l}
 100 \text{ L} \text{ ----- } 200 \text{ g} \\
 1200 \text{ L} \text{ ----- } 2,4 \text{ Kg prod./Ha}
 \end{array}$$

Pulverización adaptada al cultivo

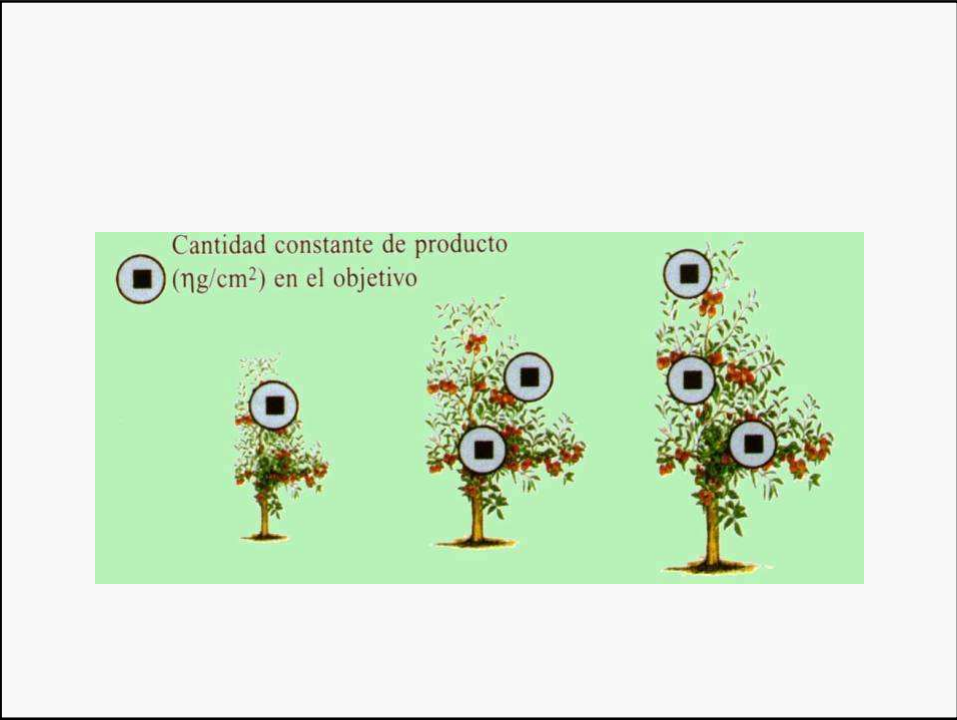
(Felber H.,1997)



Cantidad constante de producto en el objetivo



Altura de la planta	20 cm	50 cm	100 cm	180 cm.
Cantidad de caldo: (hasta punto de goteo)	270 l/ha	500 l/ha	900 l/ha	1600 l/ha
Dosis	108 g/ha	200 g/ha	360 g/ha	640 g/ha
% de la dosis completa	17%	31%	56%	100%



Byers et al. (1971) propusieron el concepto de T.R.V. (Tree Row Volume) Para determinar el volumen de agua necesario, según la característica de cada monte frutal en una **aplicación diluída** (a punto de goteo)

Monte "standard":

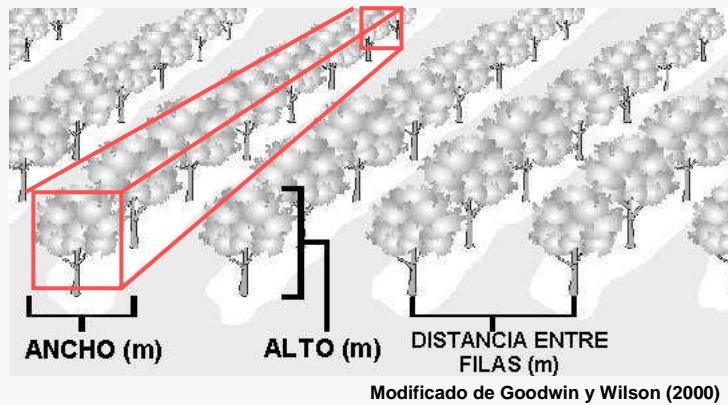
- Alto: 6,1 m
- Ancho: 7,0 m
- Dist.entre filas: 10,7 m

Gasto: 3740 L/ha (400 gal/acre)

1 L de agua cubre **10,67 m³** de follaje

0,093 L de agua cubre 1 m³ de follaje

Para el cálculo de TRV se asume que el volumen ocupado por el follaje en cada fila de monte tiene forma de paralelepípedo.



$$\text{TRV} = \frac{H \text{ (m)} \cdot E \text{ (m)} \cdot 10000 \text{ (m}^2\text{)}}{A \text{ (m)}} \text{ m}^3 \text{ de follaje/ha}$$

H = altura del árbol
 E = ancho del árbol
 A = Distancia entre filas

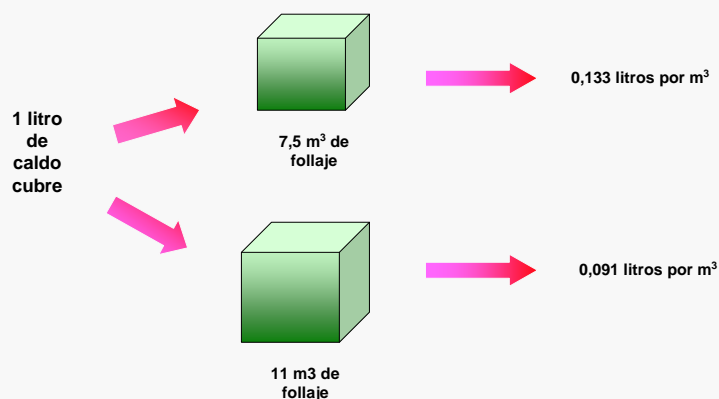
$$\text{TRV} = \frac{6,1 \text{ m} \cdot 7,0 \text{ m} \times 10000}{10,7 \text{ m}} = 39906 \text{ m}^3$$

$$L/\text{ha} = \text{TRV (m}^3/\text{ha)} \cdot V \text{ (L/m}^3\text{)} \cdot i$$

V = volumen de líquido para cubrir 1 m³ de follaje
 i = índice de ajuste de densidad foliar

$$L/\text{ha} = 39906 \cdot 0,0937 = 3740$$

T.R.V.



INDICE DE AJUSTE DE DENSIDAD FOLIAR

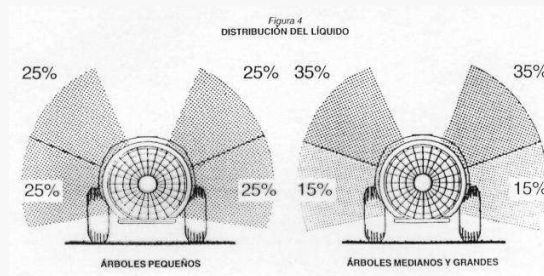
I	DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL
0.70	Extremadamente abierto, la luz penetra a través de todo el árbol, o árboles jóvenes.
0.75	Muy abierto, buena penetración de luz, dardos vigorosos dentro de la copa.
0.80	Bien podado, adecuada luz en la planta, dardos vigorosos en toda la copa. Muchos espacios libres en el follaje que permite la entrada de luz.
0.85	Moderadamente bien podado, población razonable de dardos en la copa. Follaje no permite la entrada de luz en los dos tercios inferiores del árbol.
0.90	Podado minimamente. Dardos dentro de la copa débiles por falta de luz. Muy pocos espacios para que penetre la luz.
0.95	Poco o nada podado. Dardos muertos o muy débiles en la copa. Muy poca luz visible a través del árbol.
1.00	No podado. Sin penetración de luz en la copa. Árboles de más de 6.1 m de altura.

El cálculo de volumen hasta punto de goteo también se puede realizar en forma práctica

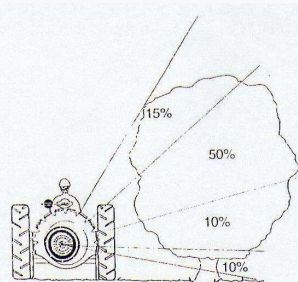


Distribución de las boquillas

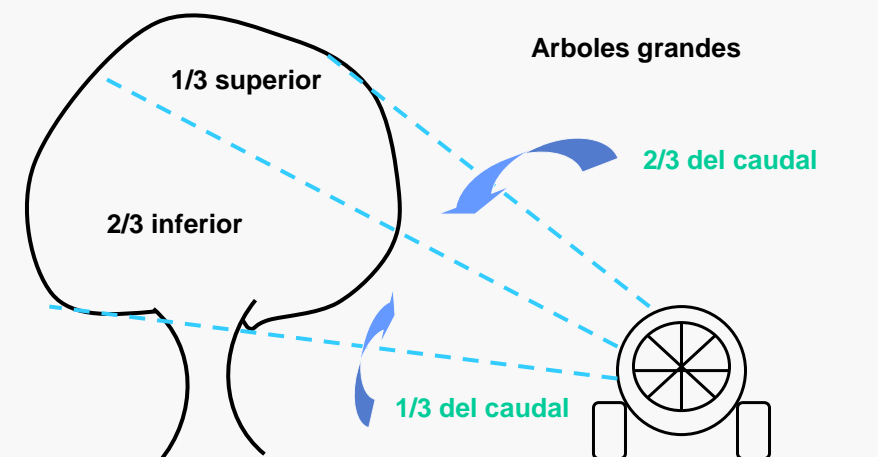




El reparto de la cantidad de producto es función directa de las características de formación del árbol. Asimismo, la selección correcta de las boquillas influirá de forma directa en esta distribución.

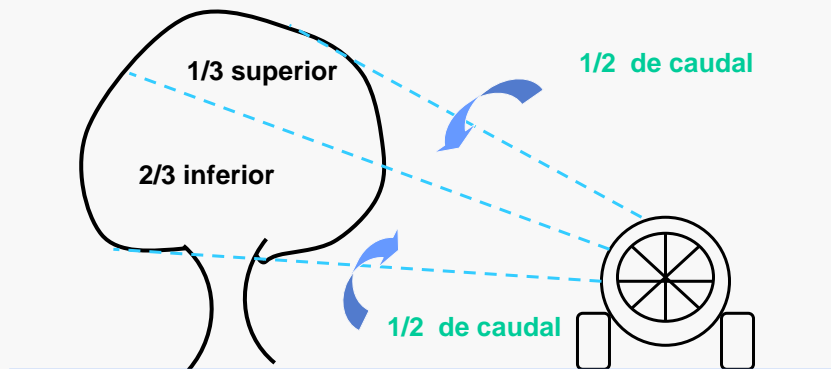


Disposición de las boquillas para distribución de caldo en el árbol



Disposición de las boquillas para distribución de caldo en el árbol

Arboles medianos y pequeños



Otros parámetros que intervienen en una aplicación

Propios del equipo

- Tamaño de las gotas
- Caudal de aire
- Velocidad de avance
- Volumen de aplicación

Condiciones meteorológicas

- Velocidad del viento
- Temperatura
- Humedad relativa

De la plantación

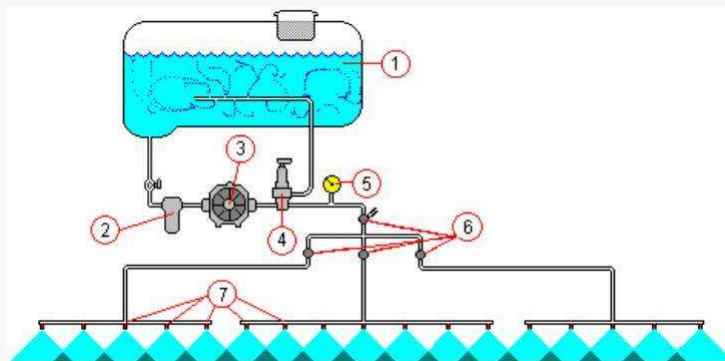
- Sistema de conducción
- Dimensión de los árboles
- Densidad foliar

CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE ASPERSIÓN

De acuerdo al mecanismo de formación de gota:

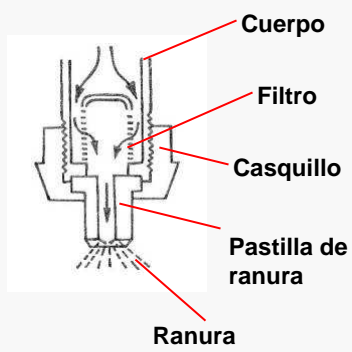
- ENERGÍA HIDRÁULICA → PULVERIZADORAS
- ENERGÍA HIDRÁULICA + CORRIENTE DE AIRE → ATOMIZADORAS
O
TURBO-PULVERIZADORAS
- CORRIENTE DE AIRE → ATOMIZADORAS NEUMÁTICAS
- ENERGÍA CENTRÍFUGA → MICRONAIR
→ ULVA
→ HERBI
→ OTRAS
- ENERGÍA TÉRMICA → NEBULIZADORAS
- ENERGÍA ELECTRODINÁMICA → ELECTRODYN

Esquema básico de una pulverizadora

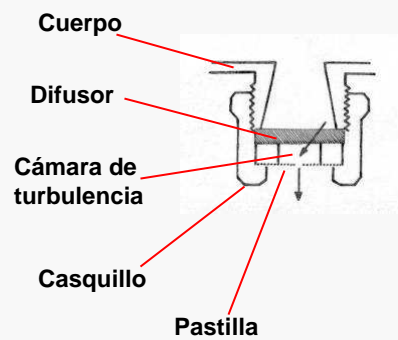




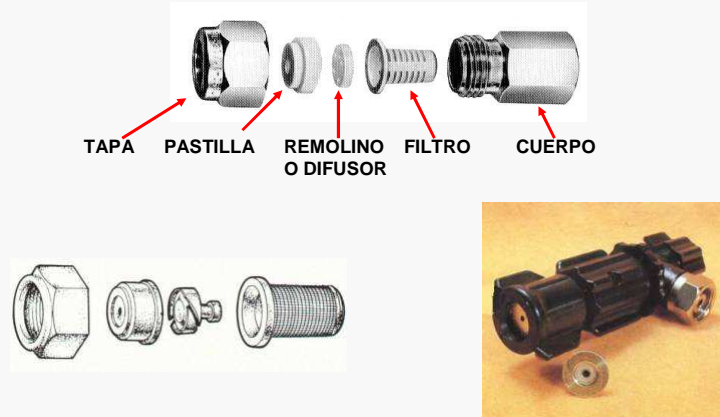
BOQUILLA ABANICO PLANO



BOQUILLA DE CONO



BOQUILLAS COMUNMENTE USADAS EN ATOMIZADORAS



Boquillas con remolino de ranuras laterales: CONO HUECO



Boquillas con remolino con orificio central: CONO LLENO



PASTILLA Ó PASTILLA + DIFUSOR

DEFINE:



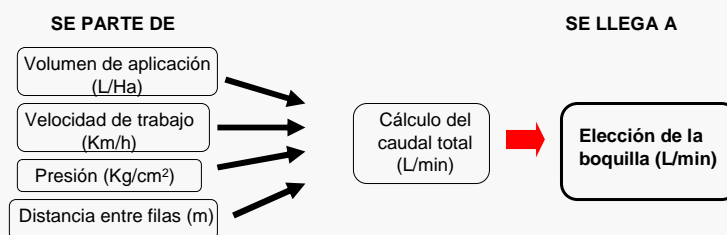
- CAUDAL (lts/min)
- TAMAÑO DE GOTA
- ÁNGULO DE ASPERSIÓN
- PERFIL DE DISTRIBUCIÓN

CÁMARA DE TURBULENCIA

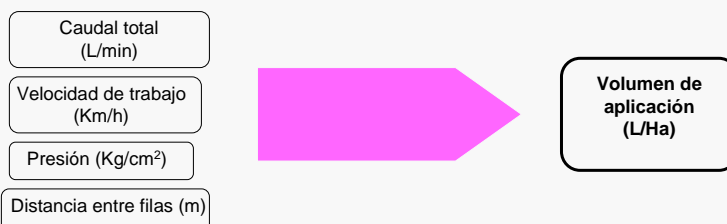
- Poco profunda
 - * Cono de ángulo amplio
 - * Disminuye tamaño de gota
 - * Menor caudal
- Más profunda
 - * Cono de ángulo angosto
 - * Aumenta tamaño de gota
 - * Mayor caudal

CALIBRACIÓN DEL EQUIPO

A) Cuando se dispone de varios juegos de boquillas para elegir



B) Cuando se quiere chequear el juego de boquillas disponible



En cualquier caso se debe analizar posteriormente la cobertura y distribución en el árbol