



# FACTORES DETERMINANTES DEL COMPORTAMIENTO DEL DISPERSO EN TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

**Ing. Agr. Ricardo D. Pace**

---

*Universidad Nacional de Tucumán*  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA Y ZOOTECNIA**  
Cátedra de Terapéutica Vegetal

[ricardodantepace@gmail.com](mailto:ricardodantepace@gmail.com)

**Año 2017**

# DISPERSIÓN

Operación destinada a distribuir en forma uniforme y eficiente las diferentes formulaciones de plaguicidas

# Tipos de dispersión

---

**Estado físico  
del disperso**

**Forma de  
aplicación**

---

**Sólido**

- **Espolvoreo**
- **Distribución de  
gránulos**

**Líquido**

**Pulverización**

**Gaseoso**

**Fumigación**

---

# EQUIPOS DISPERSORES

Hidráulicos

Hidroneumáticos o atomizadores

Neumáticos o nebulizadores

Centrífugos

# **PULVERIZADORAS HIDRÁULICAS**

## **ALTO VOLUMEN**

### **Pulverizadoras menores**

- Mochilas manuales

### **Pulverizadoras mayores**

- Alto volumen y alta presión para frutales

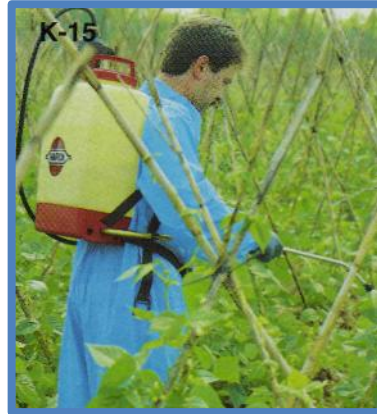
## **BAJO VOLUMEN**

- Suspendidas del tractor
- De arrastre
- Autopropulsadas
- Modulares

# **PULVERIZADORAS HIDRÁULICAS**

## **alto volumen – pulverizadoras menores**

**MOCHILAS  
MANUALES**



# PULVERIZADORAS HIDRÁULICAS

## alto volumen – pulverizadoras mayores

ALTO VOLUMEN  
Y ALTA PRESIÓN  
PARA FRUTALES



# **PULVERIZADORAS HIDRÁULICAS** **bajo volumen**

**Suspendidas del tractor**





# PULVERIZADORAS HIDRÁULICAS bajo volumen

De arrastre



# PULVERIZADORAS HIDRÁULICAS bajo volumen

Autopropulsadas





# PULVERIZADORAS HIDRÁULICAS

## bajo volumen

**Modulares**



# PULVERIZADORAS HIDRONEUMÁTICAS equipos menores

Suspendida



# **PULVERIZADORAS HIDRONEUMÁTICAS**

## **equipos mayores**



**Bajo volumen**



**Alto volumen**



# **PULVERIZADORAS NEUMÁTICAS**

## **MENORES**

- Mochila a motor**
- Suspendida**
- Termonebulizadoras**

## **MAYORES**

- Nebulizadora cardánica**
- Nebulizadora con motor**



# PULVERIZADORAS NEUMÁTICAS

## equipos menores

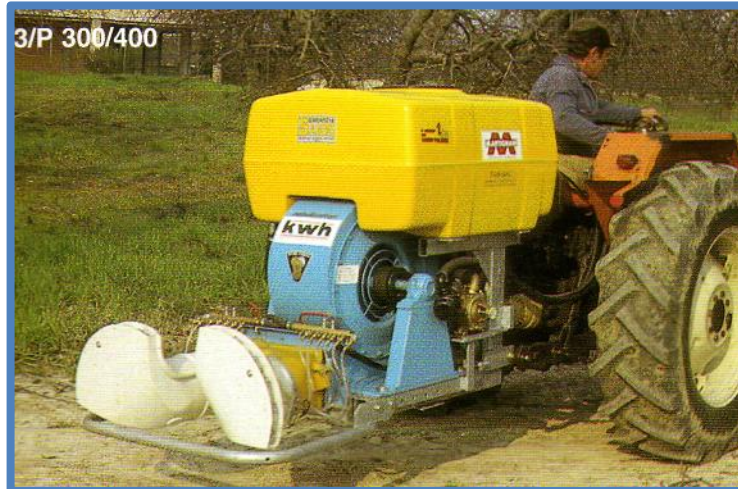
Mochila a motor



# PULVERIZADORAS NEUMÁTICAS

## equipos menores

Suspendida



# PULVERIZADORAS NEUMÁTICAS

## equipos mayores





# OBJETIVOS DE LA DISPERSIÓN

- **Control de la plaga**
- **Máximo aprovechamiento del producto formulado**
- **Máxima uniformidad en la distribución del plaguicida sobre el sustrato**
- **Evitar pérdidas por endoderiva y exoderiva**
- **Eficacia del equipo pulverizador**

La dispersión eficiente de plaguicidas requiere una amplia gama de conocimientos:

- *Medioambientales: t°C, H°R, viento, etc*
- *Biológicos: momento oportuno aplicación*
- *Físico-químicos: IA, calidad del agua*
- *Agronómicos: técnica de aplicación*
- *Mecánicos: correcta calibración*

que no actúan independientemente, sino que han de ser simultáneamente conjugados para hacer las aplicaciones con la precisión que exige la Agricultura actual.

## CONDICIONES AMBIENTALES (DURANTE Y POSTERIORES AL TRATAMIENTO FITOSANITARIO)

Diámetro de gotas	Temperatura ambiente	Humedad relativa	Período vida de gotas	Distancia de caída
μ	°C	%	segundos	metros
50	20	80	12,5	0,127
	30	50	3,5	0,032
100	20	80	50	6,7
	30	50	14	1,8
200	20	80	200	81,7
	30	50	56	21,0

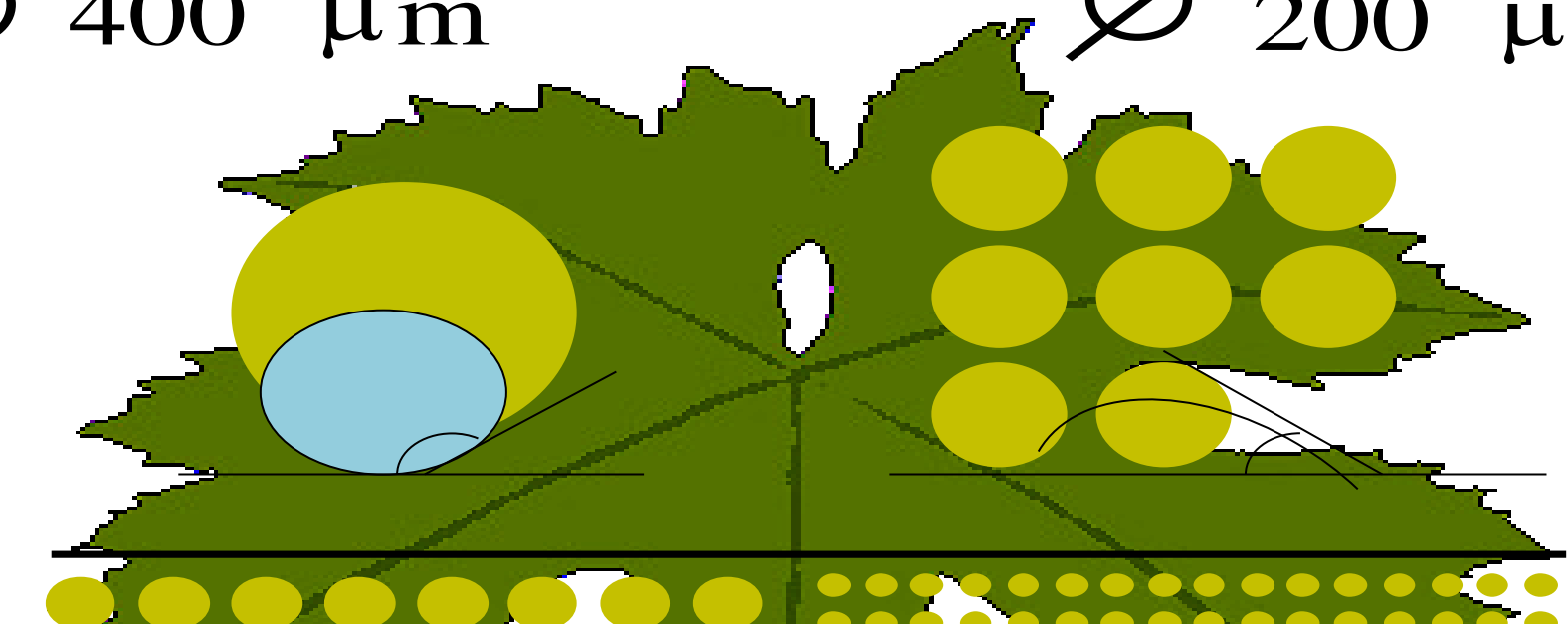
# ESTABILIDAD EN MEDIO ACIDO, NEUTRO O ALCALINO

I. Activo	pH ideal	Vida media del producto
INSECTICIDAS		
Abamectin	5,0	
Clorpirifos	5,0	pH 8 = 1,5 días ; pH 7 = 100 días
FUNGICIDAS		
Carbendazin	5,0	pH 7 = 12 min ; pH 5,5 = 30 h.
Benomyl	5,0	pH 7 = 12 min ; pH 6 = 7 h; pH 5,5 = 30h.
Mancozeb	5,0	pH 7 = 17 h. ; pH 5 = 20 días
HERBICIDAS		
Glifosato	4,0	Afectado seriamente en aguas alcalinas



∅ 400 μm

∅ 200 μm



∅ 100 μm

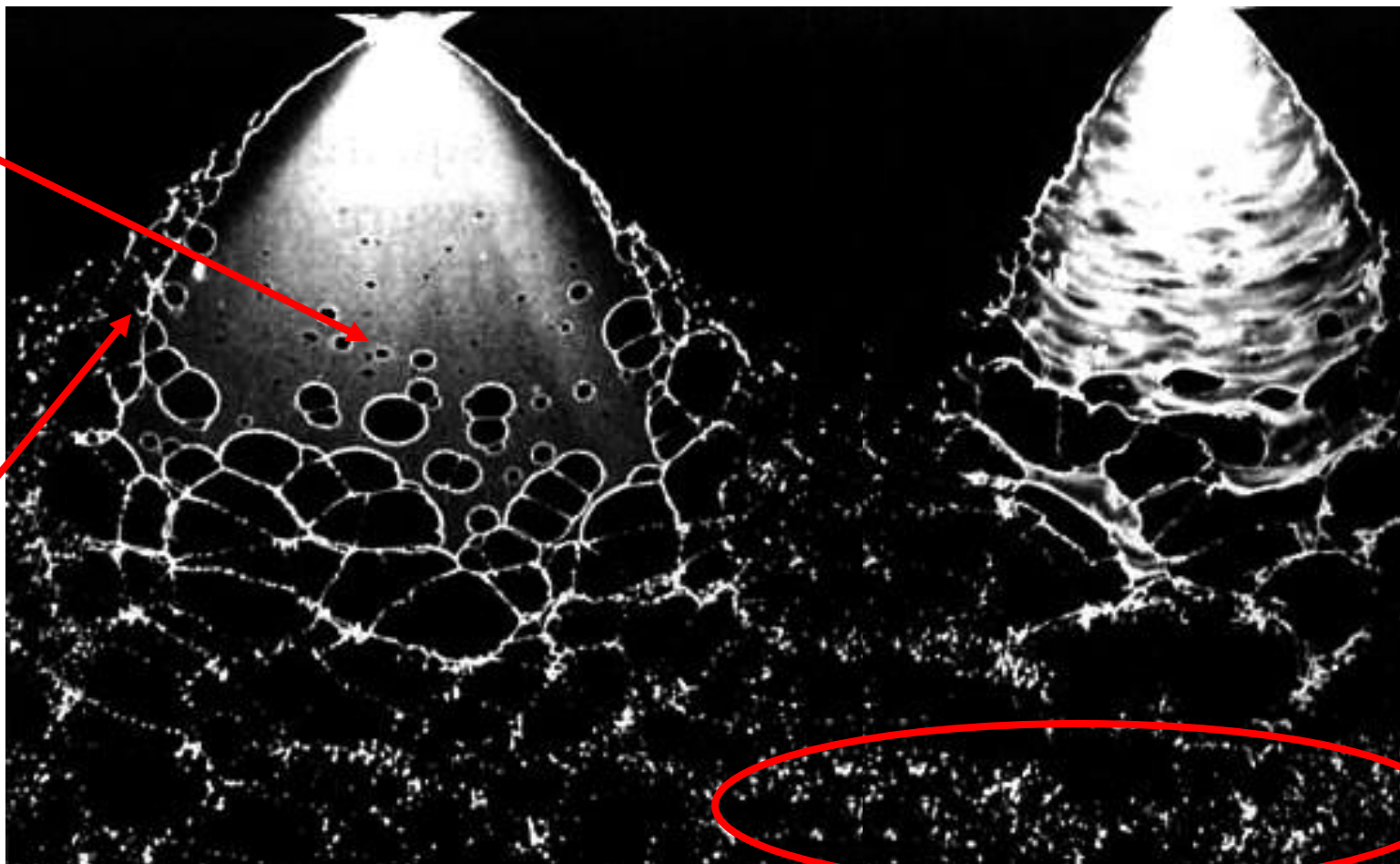


∅ 50 μm

# FORMACIÓN DE GOTAS

Ruptura temprana  
de la lámina

Gotas satélites  
<30 micrones  
Propenso a  
la deriva y  
evaporación

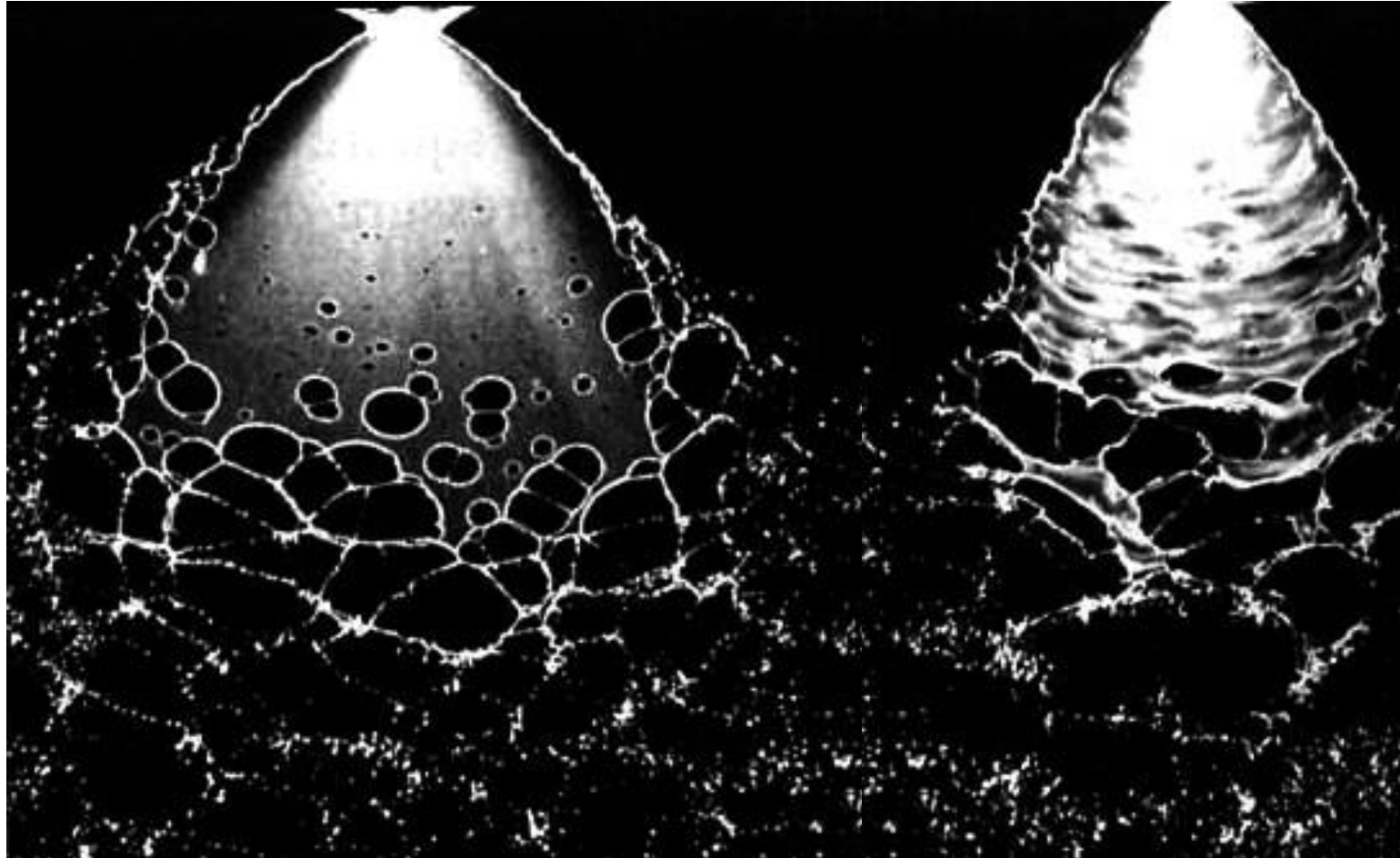


Con coadyuvantes  
se logra:

Ruptura tardía

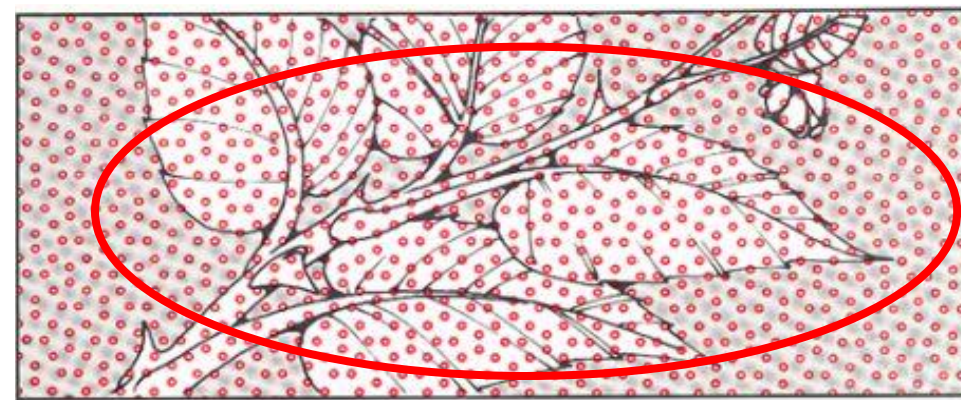
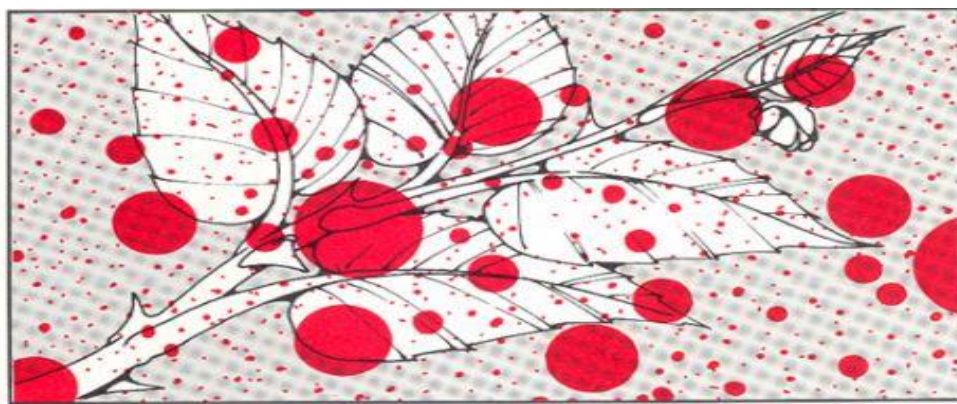
Mayor uniformidad

Mayor cobertura



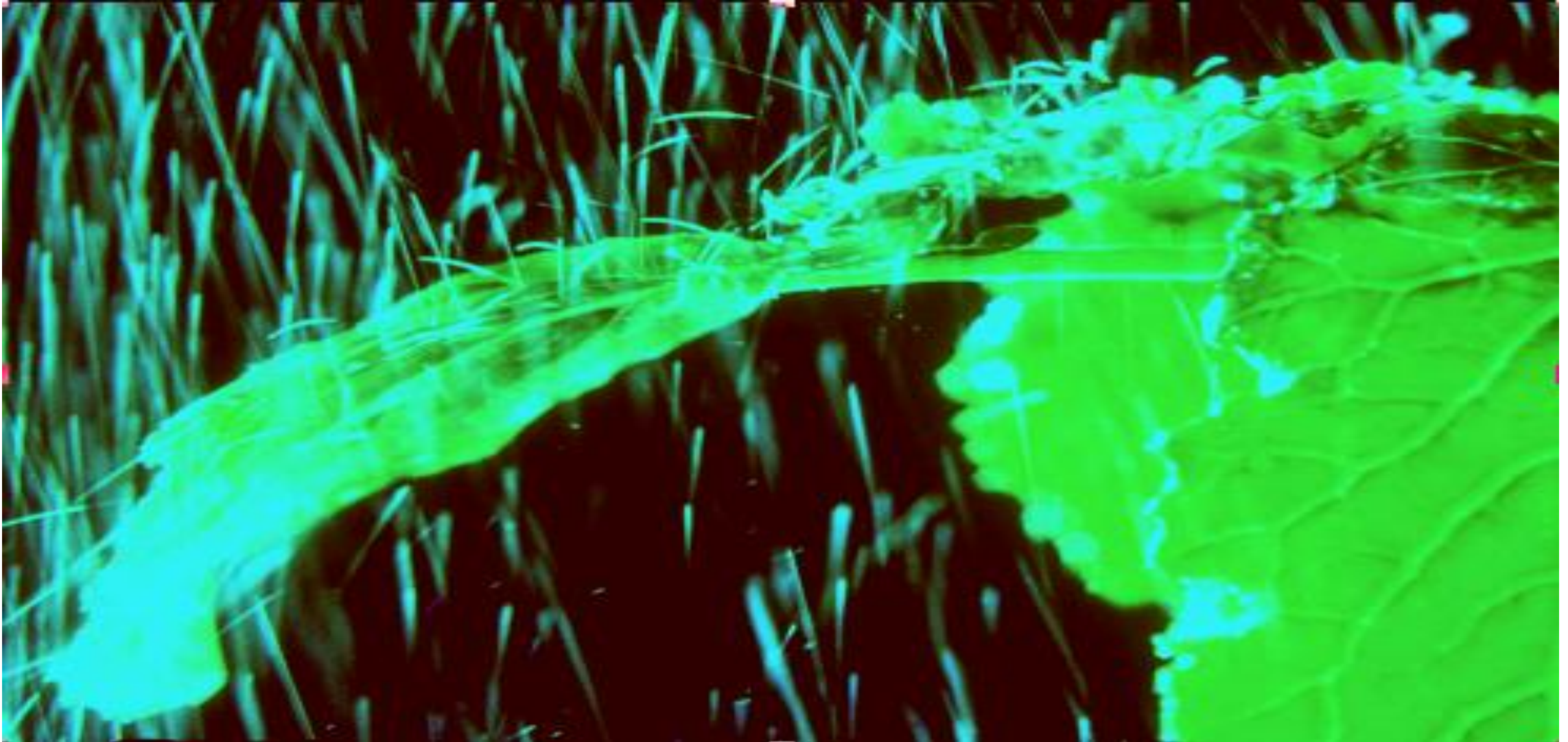
**Mayor uniformidad**

**Mayor cobertura**



# COMPORTAMIENTO DE LA GOTA AL IMPACTAR

(velocidad foto 0,02 seg.)



(Fuente - Silsoe Research Institute - U.K.)

# CLASIFICACIÓN DE ASPERSIONES

Diámetro de la gota  
( $\mu\text{m}$ )

Clasificación

---

50

Aerosol

51 – 100

Niebla

101 – 200

Aspersión fina

201 – 400

Aspersión media

400

Aspersión gruesa

Boquillas: orificio de salida de 1 mm de diámetro, produce gotas con diámetro medio de 300 micras a la presión de 2 Kp/cm<sup>2</sup>, considerando una tasa de aplicación de 100 l/ha, y un ángulo  $\alpha$  de 20°, se obtiene:

Presión (Kp/cm <sup>2</sup> )	Diámetro de gotas (micras)	Número de gotas	% de recubrimiento
1	424,25	25,01·10 <sup>8</sup>	13,78
2	300,00	70,73·10 <sup>8</sup>	19,49
3	244,94	129,96·10 <sup>8</sup>	23,87
4	212,12	200,10·10 <sup>8</sup>	27,57
5	189,73	279,63·10 <sup>8</sup>	30,82
6	173,19	367,65·10 <sup>8</sup>	33,77
7	160,35	463,22·10 <sup>8</sup>	36,47
8	149,99	565,99·10 <sup>8</sup>	38,99
9	141,41	675,39·10 <sup>8</sup>	41,36
10	134,16	790,91·10 <sup>8</sup>	43,59
15	109,54	1453,05·10 <sup>8</sup>	53,39
20	94,86	2237,44·10 <sup>8</sup>	61,65

# COBERTURA

VMD 200  $\mu\text{m}$

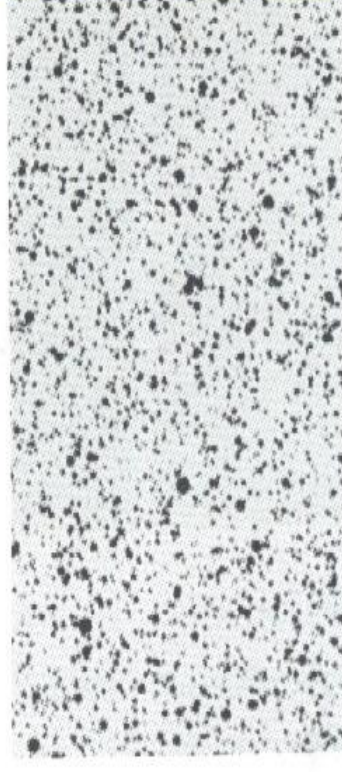
20 l/ha  
129 droplets/cm<sup>2</sup>



30 l/ha  
194 droplets/cm<sup>2</sup>



40 l/ha  
258 droplets/cm<sup>2</sup>

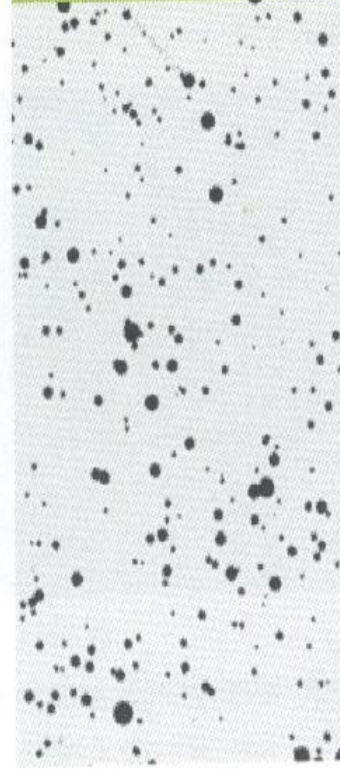


VMD 400  $\mu\text{m}$

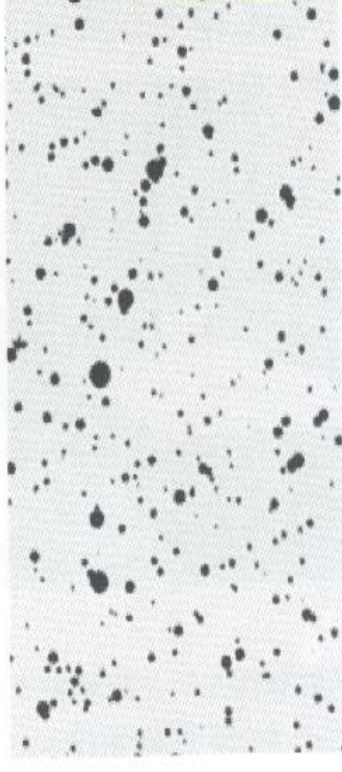
20 l/ha  
16 droplets/cm<sup>2</sup>



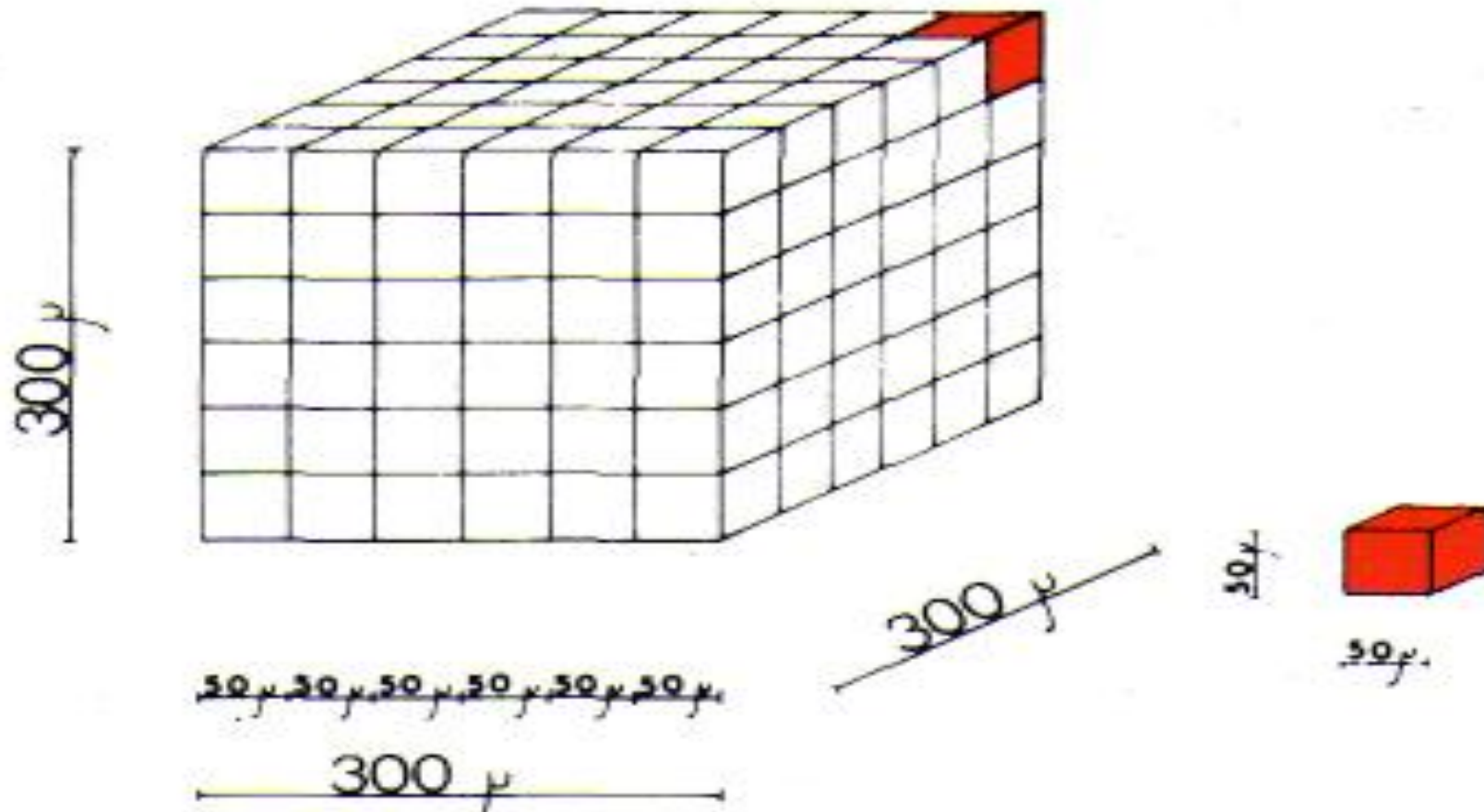
30 l/ha  
24 droplets/cm<sup>2</sup>



40 l/ha  
32 droplets/cm<sup>2</sup>



# Cobertura



**1 gota 300 μ**

**=**

**216 gotas de 50 μ**



# COBERTURA SEGÚN TIPO DE APLICACIÓN

**Tipo de aplicación      Cobertura (Gotas/cm<sup>2</sup>)**

---

<b>Herbicidas</b>	<b>Presiembra y</b>	<b>20 – 25</b>
	<b>Preemergencia</b>	
	<b>Sistémicos</b>	<b>25 – 30</b>
	<b>De contacto</b>	<b>30 – 40</b>

---

<b>Insecticidas y</b> <b>Fungicidas</b>	<b>Sistémicos</b>	<b>30 – 40</b>
	<b>de contacto</b>	<b>50 – 70</b>
	<b>de contacto UBV</b>	<b>50 – 70</b>

# UNIFORMIDAD EN DISTRIBUCIÓN DE GOTAS

Dispersión

CV

---

Teóricamente uniforme

0 %

Teóricamente homogénea

< 40 %

Teóricamente discreta

40 – 60 %

Teóricamente heterogénea

> 60 %

# CLASIFICACIÓN DE ASPERSIONES

<b>Volumen</b>	<b>Cultivos de porte bajo ( l / ha)</b>	<b>Frutales o forestales ( l / ha)</b>
<b>Alto volumen</b>	<b>&gt; 600</b>	<b>&gt; 5000</b>
<b>Volumen medio</b>	<b>200 – 400</b>	<b>2500 – 5000</b>
<b>Bajo volumen</b>	<b>50 – 200</b>	<b>1000 – 2500</b>
<b>Muy bajo volumen</b>	<b>5 – 50</b>	<b>500 – 1000</b>
<b>Ultra bajo volumen</b>	<b>&lt; 5</b>	<b>&lt; 500</b>



# **PRINCIPIOS PARA UNA APLICACIÓN EFICIENTE**

- ◎ Buena dispersión significa pulverizar las plantas pero no lavarlas.
- ◎ No pulverizar por encima del punto de goteo
- ◎ En punto de goteo se logra la mayor cantidad de residuo de plaguicidas en sustrato.
- ◎ Producto aplicado por encima de punto de goteo se pierde por endoderiva.

**PUNTO DE GOTEO:** desplazamiento del caldo pulverizado sobre las hojas, sin que escurra del ápice de las mismas.

# Depósito de plaguicidas – alto volumen



# Depósito de plaguicidas – alto volumen













# **CORRECTA CALIBRACIÓN**

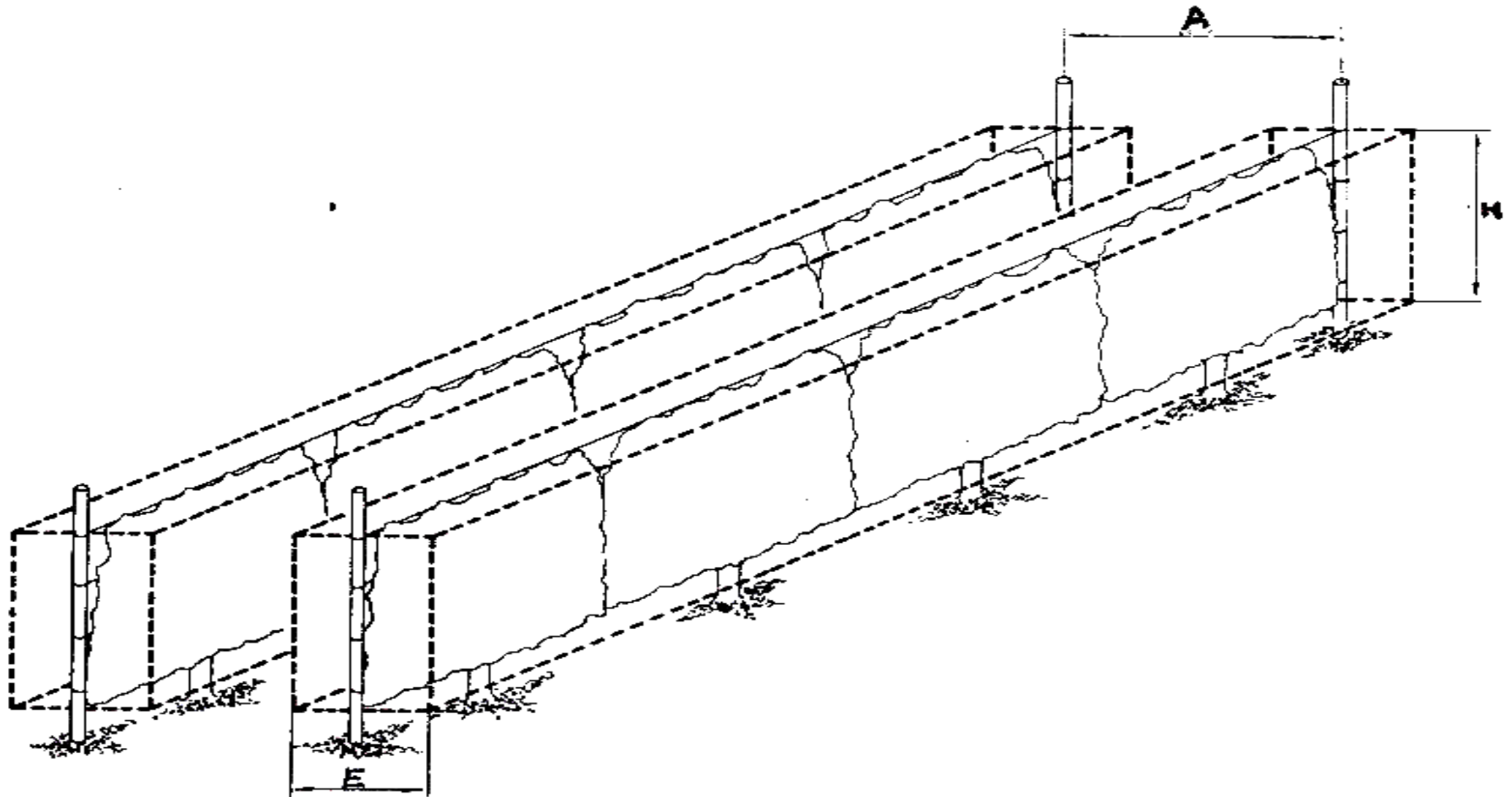
- **DETERMINAR LA TASA DE APLICACIÓN**
- **DISTRIBUCIÓN UNIFORME DEL CALDO EN LA PLANTA**
- **AJUSTAR LA VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO**

# DETERMINACIÓN DE LA TASA DE APLICACIÓN

## METODOLOGÍA TRV

- ⊙ **Consiste en mantener constante la concentración del producto, ajustando el volumen de aplicación al tamaño del cultivo, dispersando la cantidad de caldo por debajo del punto de goteo.**
- ⊙ **Se emplea para lograr la misma eficacia biológica y residuos constantes en frutales.**
- ⊙ **Determina el volumen por unidad de área ajustado a la característica del monte frutal.**

# CALCULO DEL VOLUMEN DE LA FILA DE ÁRBOLES



# DETERMINACIÓN DE LA TASA DE APLICACIÓN

## METODOLOGÍA TRV

$$Q = \frac{H * E * 10.000 * q * if}{A}$$

Q = tasa de aplicación (l /ha)

H = altura del árbol (m)

E = ancho del árbol (m)

q = índice que expresa l /m<sup>3</sup> de biomasa

if = índice de ajuste de densidad foliar

A = distancia entre filas (m)

# ÍNDICE DE AJUSTE DE DENSIDAD FOLIAR

I	TIPO DE ÁRBOL
0,70	Extremadamente abierto, permite el paso de luz a través de todo el árbol, o bien árboles jóvenes.
0,75	Muy abierto, buena penetración de luz.
0,80	Bien podados, adecuada luz en el árbol. Muchos espacios en el follaje que permiten el paso de luz.
0,85	Discretamente podados. Densidad foliar que no permite el paso de luz en los 2/3 inferiores del árbol
0,90	Poco podados. Muy poca luz visible a través del árbol.
0,95	No podados. Muy poca luz visible a través del árbol.
1,00	No podados. Extremadamente vigorosos. Sin luz visible a través del árbol, o árboles de mas de 4 metros de altura.

Fuente: modificado de Unrath



# TÉCNICA DE APLICACIÓN

PAC - Pulverización adaptada al cultivo

- Alto volumen (precaución endoderiva)
- Bajo volumen (precaución exoderiva)

Establecer índice de aplicación (IAF, m<sup>3</sup> biomasa)

Procurar: - cobertura:

nº de gotas/cm<sup>2</sup>

porcentaje

- uniformidad (CV)

# Depósito plaguicidas – bajo volumen



# Depósito plaguicidas – bajo volumen



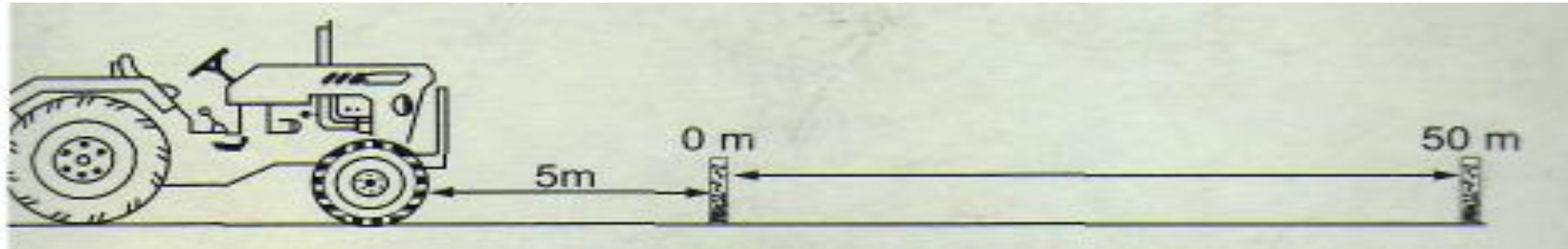
# **CALIBRACIÓN DE PULVERIZADORAS E IMPLEMENTACIÓN DE COMPONENTES ANTIDERIVA**

- **DISTRIBUCIÓN UNIFORME DEL CALDO EN LA PLANTA**
  - ✓ **Volumen del flujo de aire portante ( $m^3/h$ )**
  - ✓ **Velocidad del flujo de aire**
- **CAUDAL ADECUADO**
  - ✓ **Boquillas**
  - ✓ **Presión de trabajo**
- **VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO**
  - ✓ **Permanencia del equipo frente al sustrato**



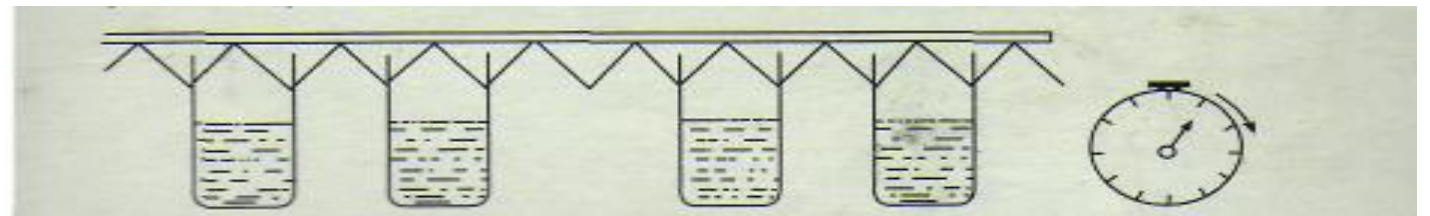
# Calibración de pulverizadoras hidráulicas - alto y bajo volumen

1º - determinar velocidad de desplazamiento



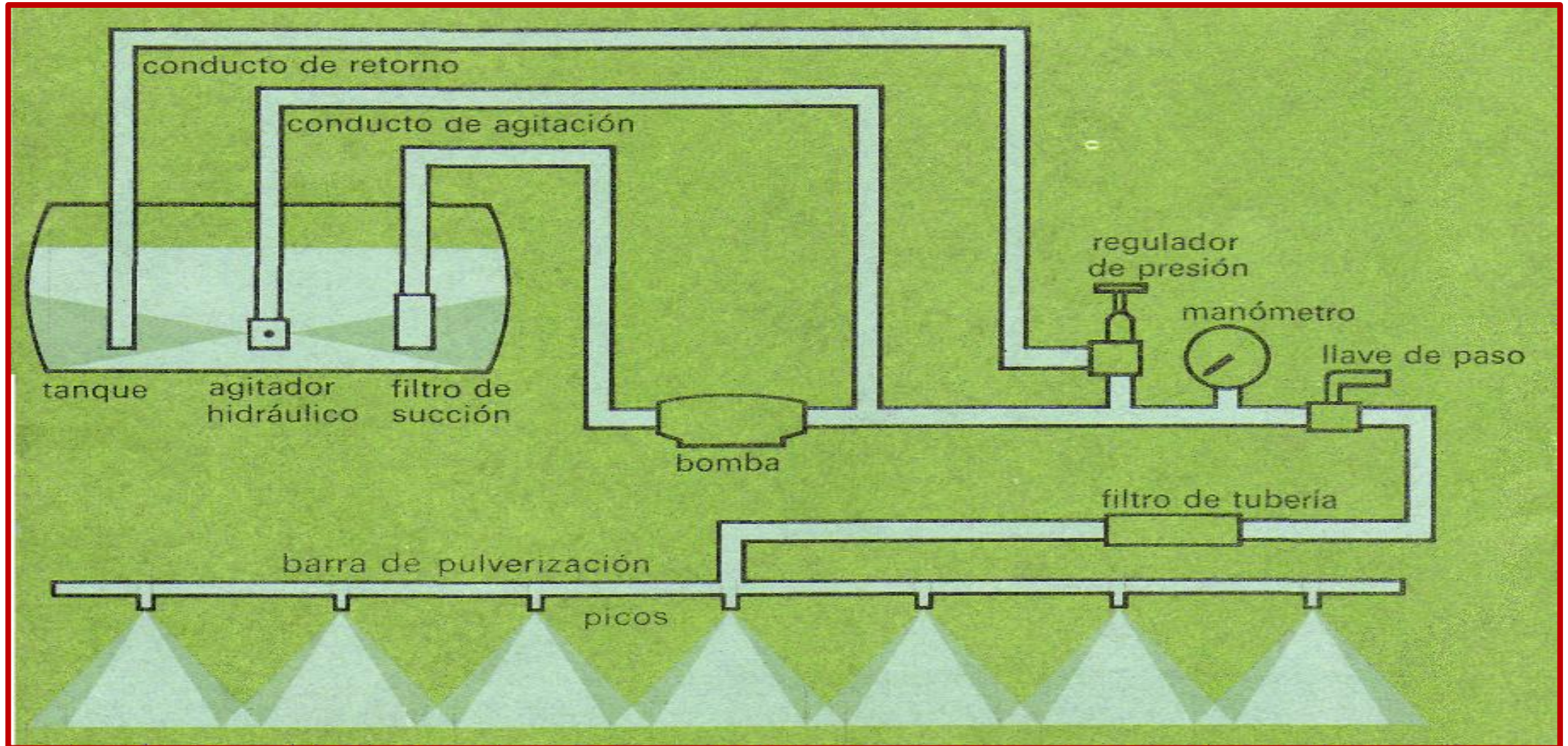
2º - determinar ancho de labor

3º - verificar caudal de boquillas luego de ajuste de presión



4º - determinar tasa de aplicación

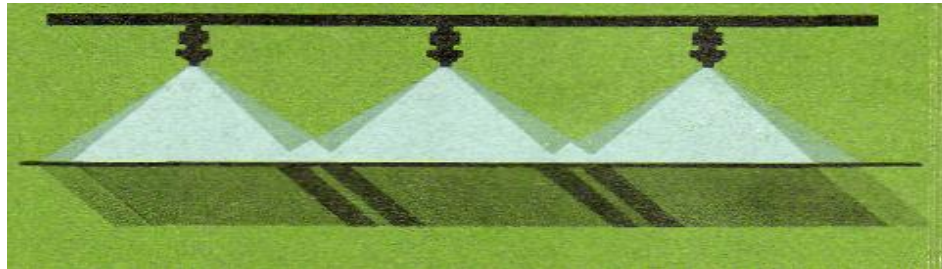
# DIAGRAMA DE UNA PULVERIZADORA



# Factores operativos - pulverizadoras hidráulicas de bajo volumen

## Precauciones

- Respetar altura de barra recomendada



- Verificar paralelismo de barra con respecto al suelo

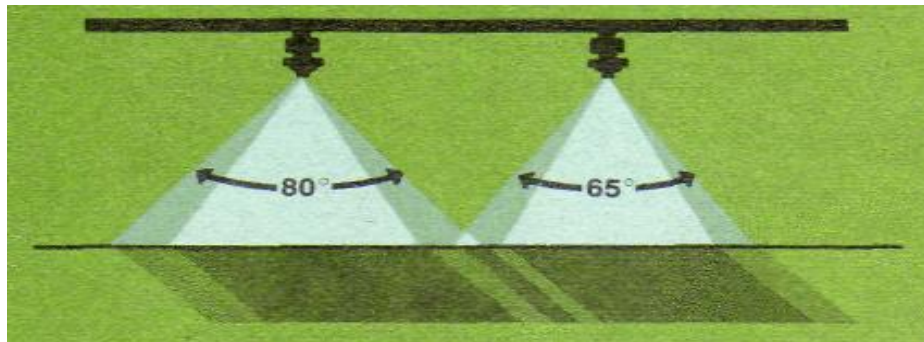




# Factores operativos - pulverizadoras hidráulicas de bajo volumen

## Precauciones

- Verificar igualdad de boquillas en la barra



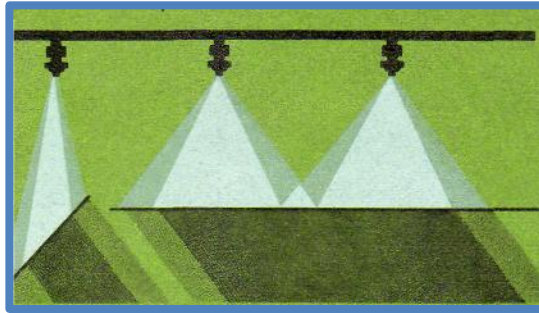
- Verificar correcto funcionamiento de boquillas



# Factores operativos - pulverizadoras hidráulicas de bajo volumen

## Precauciones

- Verificar alineación paralela de boquillas al botalón



# Calibración de pulverizadoras hidráulicas - alto y bajo volumen

Cobertura total

$$q = \frac{a * v * Q}{600 * N}$$

q= caudal unitario de la boquilla

a= ancho de labor

v= velocidad de desplazamiento

Q= tasa de aplicación

N= número de boquillas

# CONSIDERACIONES EN PROCESO DE CALIBRACIÓN

- Conocer ineficiencias de las pulverizadoras para calibrarlas correctamente
- Ajuste de componentes antideriva en pulverizadoras: flujo de aire portante, boquillas antideriva.
- Ajustar características funcionales del equipo dispersor: presión de trabajo, velocidad de desplazamiento, velocidad angular en ventilador.
- Implementación de coadyuvantes: en base a propiedades fisicoquímicas del plaguicida y condiciones ambientales
- Seleccionar la tasa de aplicación: en base a biomasa
- Ajustar factores operativos (todos) para lograr eficacia del plaguicida, inclusive a dosis reducidas.

# Calibración de pulverizadoras de alto volumen y alta presión

- 1º) Seleccionar seis plantas representativas del lote a tratar.
- 2º) Con el tanque lleno de la pulverizadora, ajustar presión de trabajo, pulverizar las plantas a ambos lados del equipo  
⇒ punto de goteo.
- 3º) Controlar el tiempo requerido para pulverizar los tres pares de plantas, y calcular el promedio.
- 4º) Determinar el gasto por minuto de las boquillas.
- 5º) Determinar la tasa de aplicación. Tiempo operativo.



