

# Buenas Prácticas Agrícolas y Optimización de equipos y técnicas de aplicación de fitosanitarios

Jordi Llop

Departamento de Ingeniería Agroalimentaria y Biotecnología  
Universitat Politècnica de Catalunya

Olite, 1 de Octubre de 2014



## Unidad de Mecanización Agraria. UMA

investigación



Català ■ English

English

- Presentación
- Equipo
- Ubicación
- Líneas de investigación
- Formación y transferencia
- Acciones Prowadis
- Certificaciones y ensayos
- Inspección de equipos de aplicación
- Curso de inspectores
- Enlaces

**Noticia: Segunda edición del curso de inspectores y técnicos de ITEAF. Más información en: <http://uma.deab.upc.edu/curso-de-inspectores>**

### Bienvenidos a la UMA



La Unidad de Mecanización Agraria (UMA) pertenece al Departamento de Ingeniería Agroalimentaria y Biotecnología (DEAB) de la Universidad Politécnica de Cataluña (UPC). Ubicada en las dependencias de la Escola Superior d'Agricultura de Barcelona (ESAB) en el Campus del Baix Llobregat (Parc Mediterrani de la Tecnologia)

#### Noticias

RSS 

Segunda edición del curso de técnicos e inspectores de ITEAF  
17/02/2014

Landini y UPC: ejemplo de relación universidad empresa  
03/02/2014

Revista Chacra: La importancia de una aplicación de fitosanitarios controlada  
14/12/2013

7 de noviembre: Jornada del TOPPS-PROWADIS en Castell del Remei  
27/10/2013

Fotografías inauguración cátedra





■ Català ■ English

PRESENTACIÓN

ACTIVIDADES

DOCUMENTOS

DIFUSIÓN

Está en: Inicio » Actividades » Formación

ACTIVIDADES

- Formación
- Investigación
- Otros

## Formación

Compartir

### Cursos a técnicos y agricultores

- Estibaliz (Álaba) - Julio 2013
- Sant Sadurní d'Anoia (Barcelona) - Junio 2013
- Demoagro (Finca la Ventosilla - Aranda de Duero) - Junio de 2013
- La Orden (Badajoz) - Junio de 2013
- Miranda de Ebro - Marzo de 2013

### Cursos a formadores

- Épila - Junio 2013





## Aspectos legislativos

Buenas prácticas agrícolas:  
la clave del éxito

Boquillas y gotas

Regulación de equipos de aplicación





La **información** y el amplio **conocimiento** no sólo del producto a aplicar, sino también de las condiciones idóneas para su distribución, de la cantidad a distribuir y del **equipo a utilizar**, son factores clave para el éxito de una aplicación





























40

60

20

80

*Primany*

100

Kg/cm<sup>2</sup>











TeeJet 844-E  
SPRAYER CONTROL

P  
PID

Auto Mean  
↔



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

+  
⊖  
⊙

- ⊖
- ⊙
- ⊕
- ⊕
- ⊕
- ⊕
- ⊕
- ⊕





GPS

LIDAR

Electroválvulas

Caudalímetro

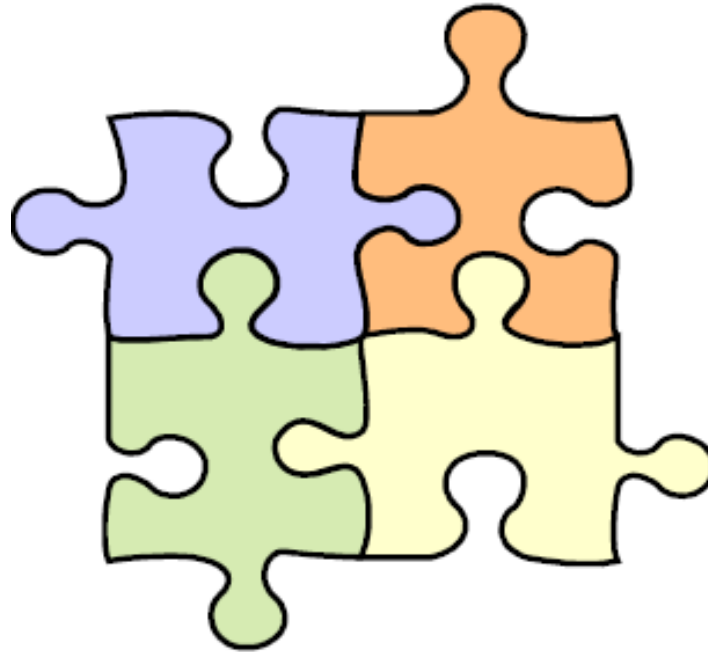
Electroválvulas  
proporcionales

Sensores US

Sensores de presión

# Visión global de los aspectos legislativos en materia de agua y fitosanitarios

Autorización y comercialización de fitosanitarios  
2009/1107/CE



Directiva Marco de Aguas(WFD)  
2000/60/CE

Tendencia: **incrementar la atención en la fase de utilización de los fitosanitarios**





DIRECTIVA 2009/128/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO

de 21 de octubre de 2009

por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas

(Texto pertinente a efectos del EEE)

La presente Directiva establece un marco para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas mediante la reducción de los riesgos y los efectos del uso de los plaguicidas en la salud humana y el medio ambiente, y el fomento de la gestión integrada de plagas y de planteamientos o técnicas alternativos, como las alternativas no químicas a los plaguicidas.



**RD** que establece el marco de actuación para conseguir un uso Sostenible de Plaguicidas - RD 1311/2012

**RD** para la inspección de equipos de aplicación de fitosanitarios en uso - RD 1702/2011

Plan **Acción Nacional**



# RD para la inspección de equipos de aplicación de fitosanitarios en uso



### I. DISPOSICIONES GENERALES

#### MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO

**19296** *Real Decreto 1702/2011, de 18 de noviembre, de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios.*



Organización



Metodología



Formación



Fechas

**Plazo:** Inspeccionar todos los equipos de aplicación antes del 26 de Noviembre de 2016





# Tipología de los equipos a inspeccionar. Prioridades

## Prioridades

*Empresas de servicios  
ADVs, ATRIAS  
Cooperativas  
Autopropulsados  
Grandes equipos  
Equipos más viejos*



Barras



Atomizadores



Neumáticos



Espolvoreadores



Tratamientos  
aéreos



Instalaciones  
fijas



Post cosecha

**Plazo:** Inspeccionar todos los equipos de aplicación antes del 26 de Noviembre de 2016



# Metodología estándar para las inspecciones



Requerimientos	Inspección visual	Medidas
Sistemas de protección		
Bomba	✓	
Sistema de agitación	✓	
Tanque	✓	
Sistema de regulación		✓
Tuberías	✓	
Filtros	✓	
Boquillas		✓





Aspectos legislativos

**Buenas prácticas agrícolas:  
la clave del éxito**

Boquillas y gotas

Regulación de equipos de aplicación





[www.topps-life.org](http://www.topps-life.org)

## Train Operators to Promote best Practices and Sustainability

+++ The TOPPS prowadis workshop is to take place on April 26, 2012

### About TOPPS ...

Definition of Point and Diffuse Sources - click here:



Events calendar

Email notification

This website has been created to support communication activities under TOPPS, that is, to help disseminate information on the prevention of point and diffuse source contamination of water bodies with plant protection products.

**Best Management Practices to prevent water contamination from spray drift and runoff from field will be published soon after the TOPPS-prowadis stakeholder workshop on April 26, 2012.**

Should you have any comment, suggestion or question, please do not hesitate to contact us !

Guide for water protection

Point Sources Management

Diffuse Sources Management

Environmentally Optimized Sprayers (EOS)

Remnant Management

### Recent updates


[Products, remnants and empty unrinsed containers MUST be stowed with the closures upmost](#)


[DO locate store away from all sensitive zones to minimize risks](#)


[DO ENSURE that no accidental or unintended PPP containing spray liquid losses occur](#)


[DO safely transport tractor, spraying equipment and PPPs with maximum stability](#)


[AVOID transporting unnecessarily large amounts of PPPs](#)

 Follow us on Twitter

 Join us on Facebook

 Watch us on YouTube

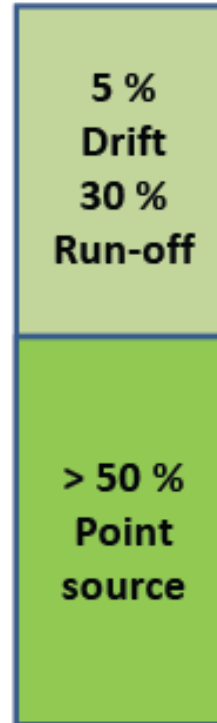
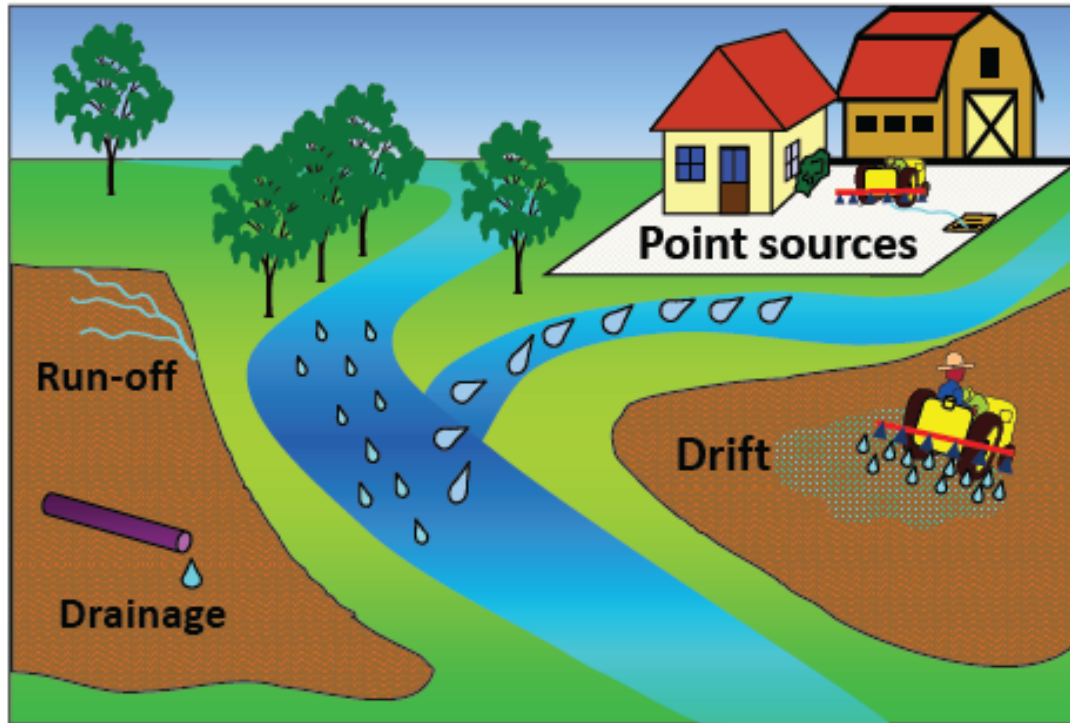
 Link-up on LinkedIn

 Get our RSS feeds

Contact



# Dos principales rutas de entrada de PPP al agua: puntual + difusa



La contaminación difusa se puede reducir

La contaminación puntual se puede evitar





# Fuentes puntuales/fuentes difusas

## Fuentes puntuales

- Vertidos de producto (concentrado o diluido)
  - *Directamente del depósito*
  - *Durante el proceso de mezcla/carga*
  - *Durante el lavado del equipo*
- Mantenimiento inadecuado del equipo
- Malas prácticas de regulación

≠

## Fuentes difusas

- Deriva, escorrentía
- Evitables con buenas prácticas



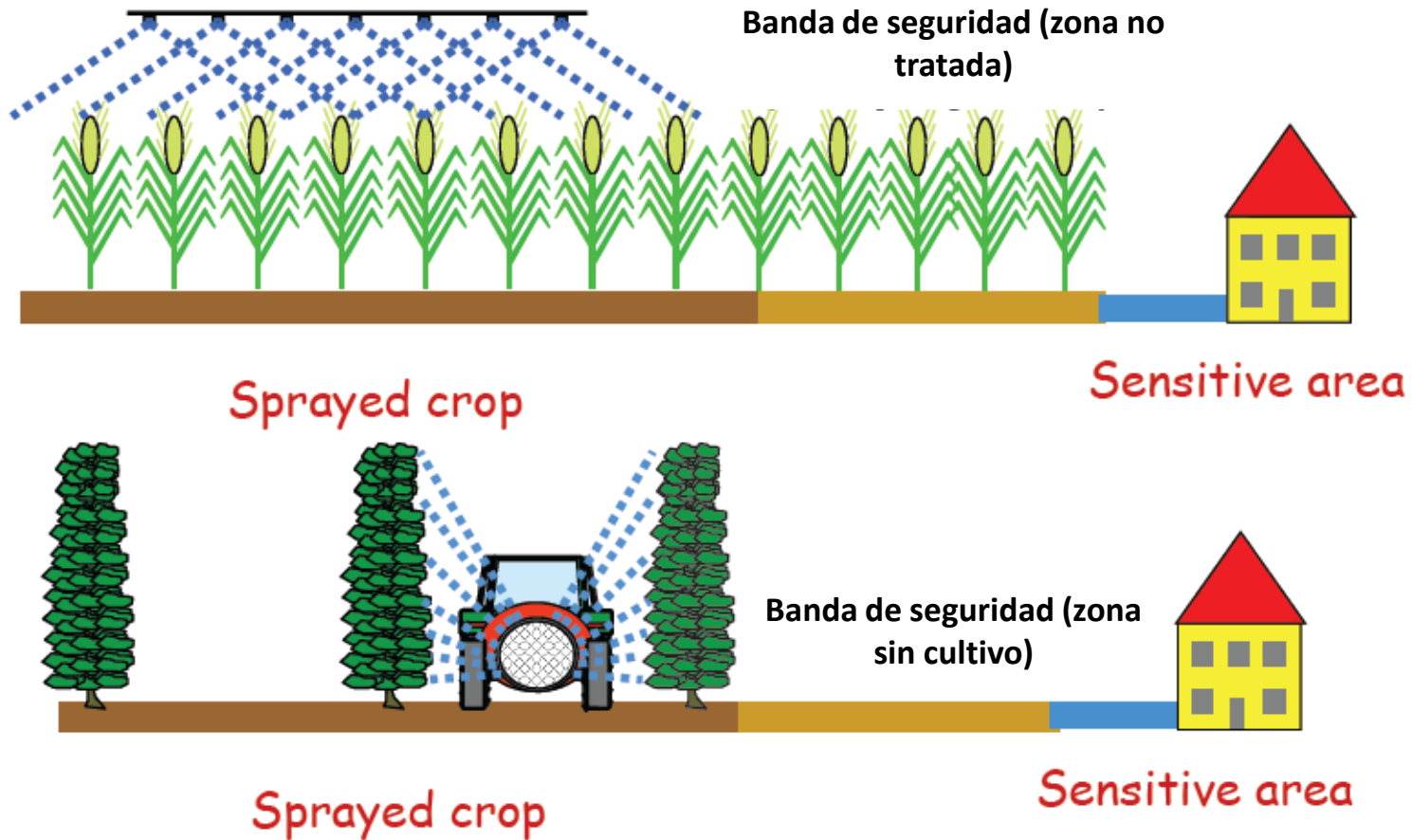
# TOPPS - PROWADIS

PROtection WAter from DIfuse Sources



Proyecto financiado por la ECPA

# Adopción de bandas de seguridad (I)



El RD 1311/2012 establece una banda de seguridad mínima con respecto a las masas de agua superficiales de 5 metros





## Adopción de bandas de seguridad (II)





# Utilización de boquillas antideriva



**Altura de la barra = 50 cm al objetivo**







Aspectos legislativos

Buenas prácticas agrícolas:  
la clave del éxito

## **Boquillas y gotas**

Regulación de equipos de aplicación

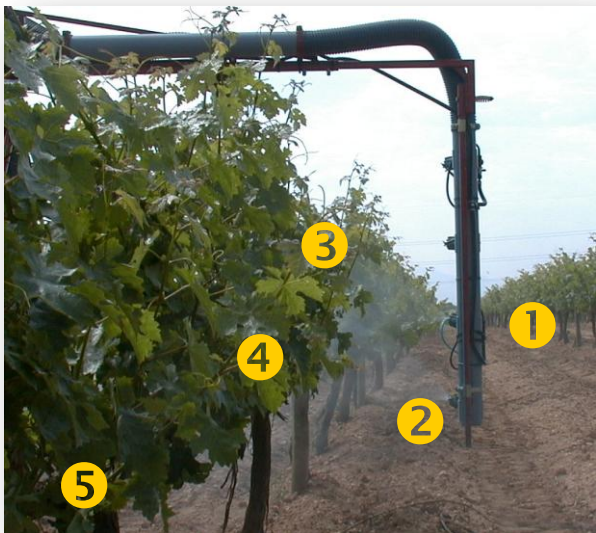
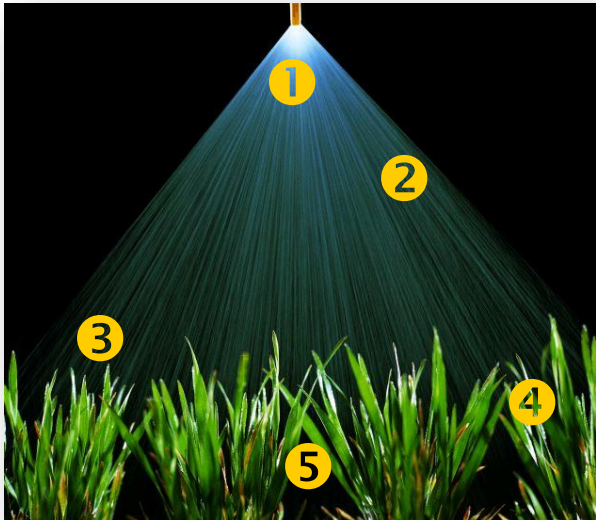




***La boquilla, elemento clave de la pulverización***

- ✓ Formación de la población de gotas
- ✓ Transporte hasta el objetivo

# Funciones de la boquilla



1. Control del caudal de líquido

2. Formación de las gotas

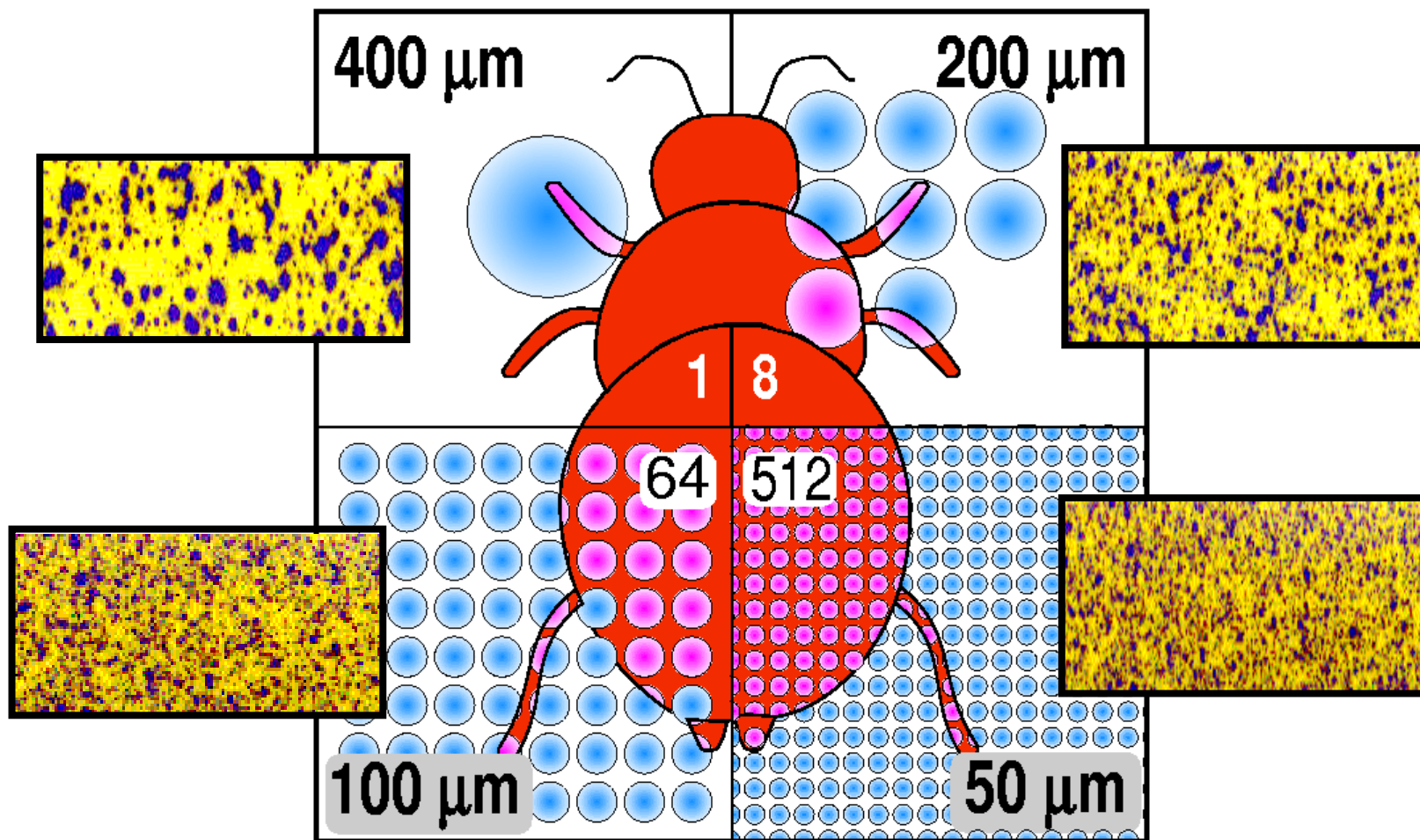
3. Distribución sobre el objetivo

4. Recubrimiento

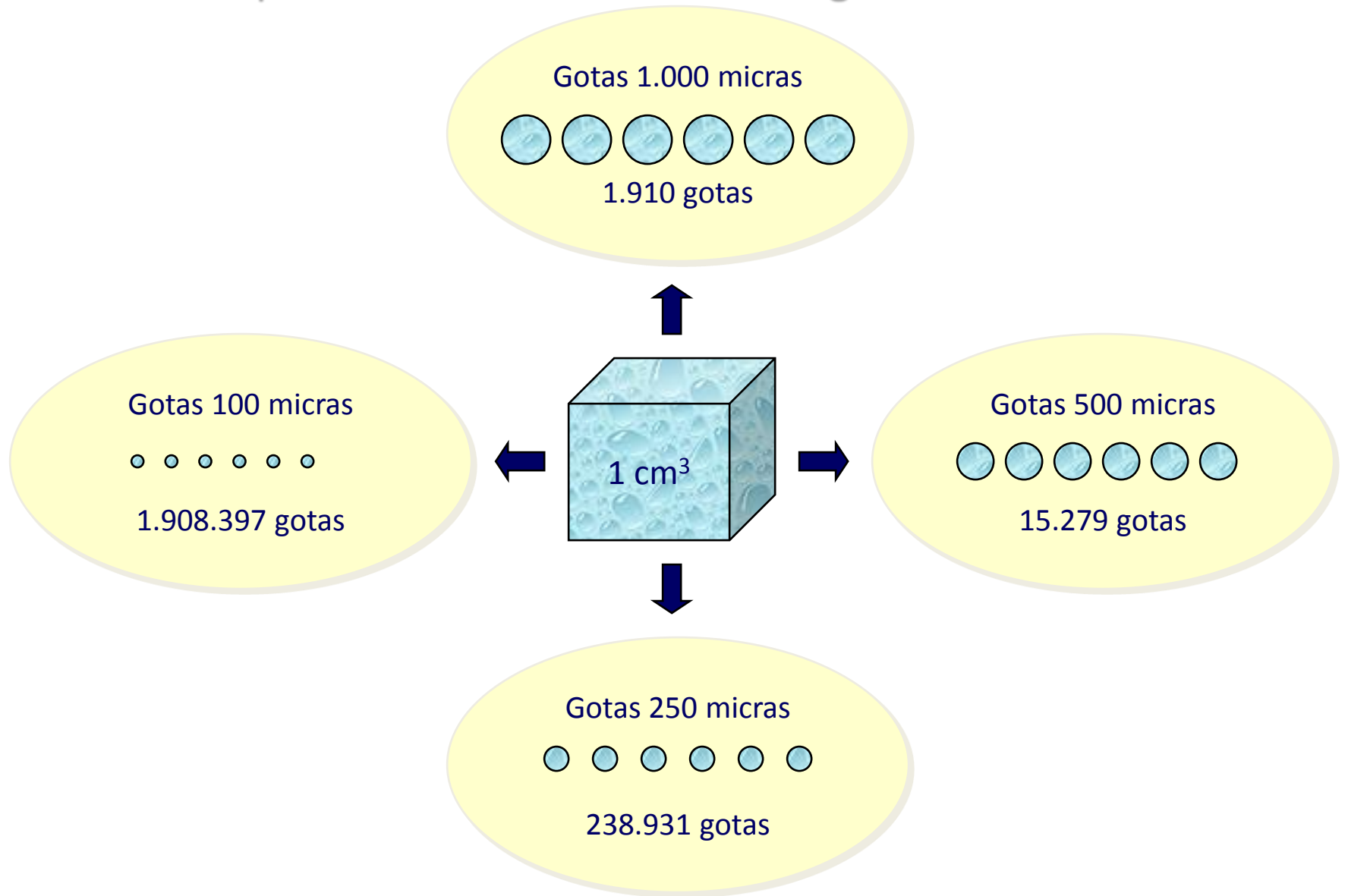
5. Penetración







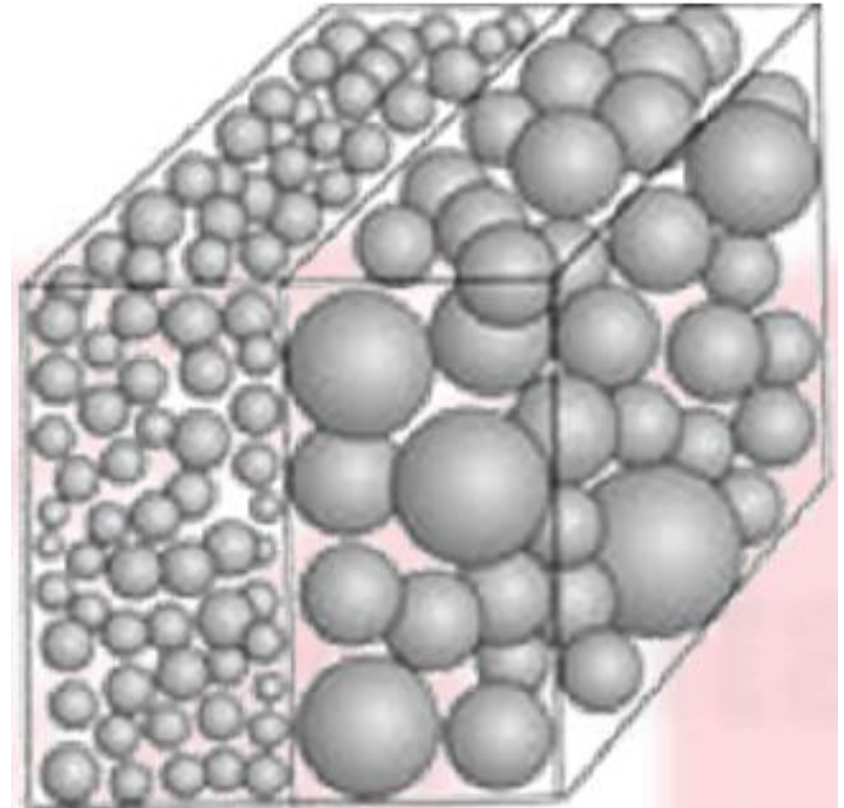
# Elección de la pulverización: tamaño de las gotas





# Elección de la pulverización: tamaño de las gotas

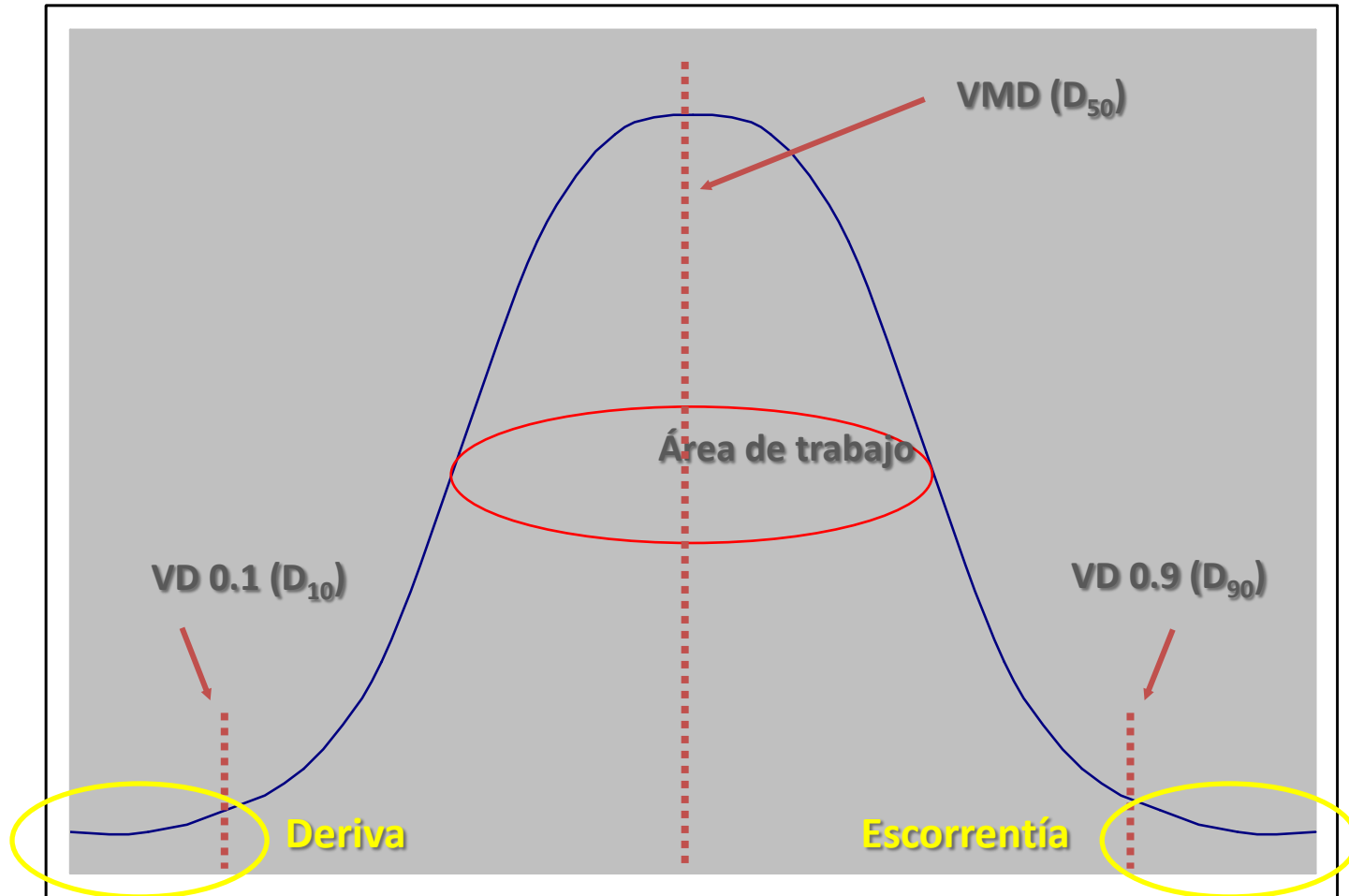
**VMD**  
(Volum Medium Diameter)



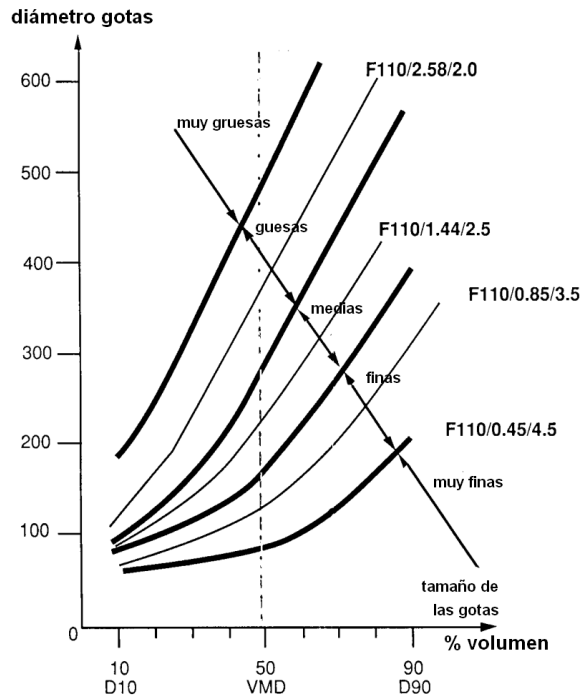
Diámetro de la gota que divide una población en dos volúmenes iguales



# Importancia del espectro de gotas



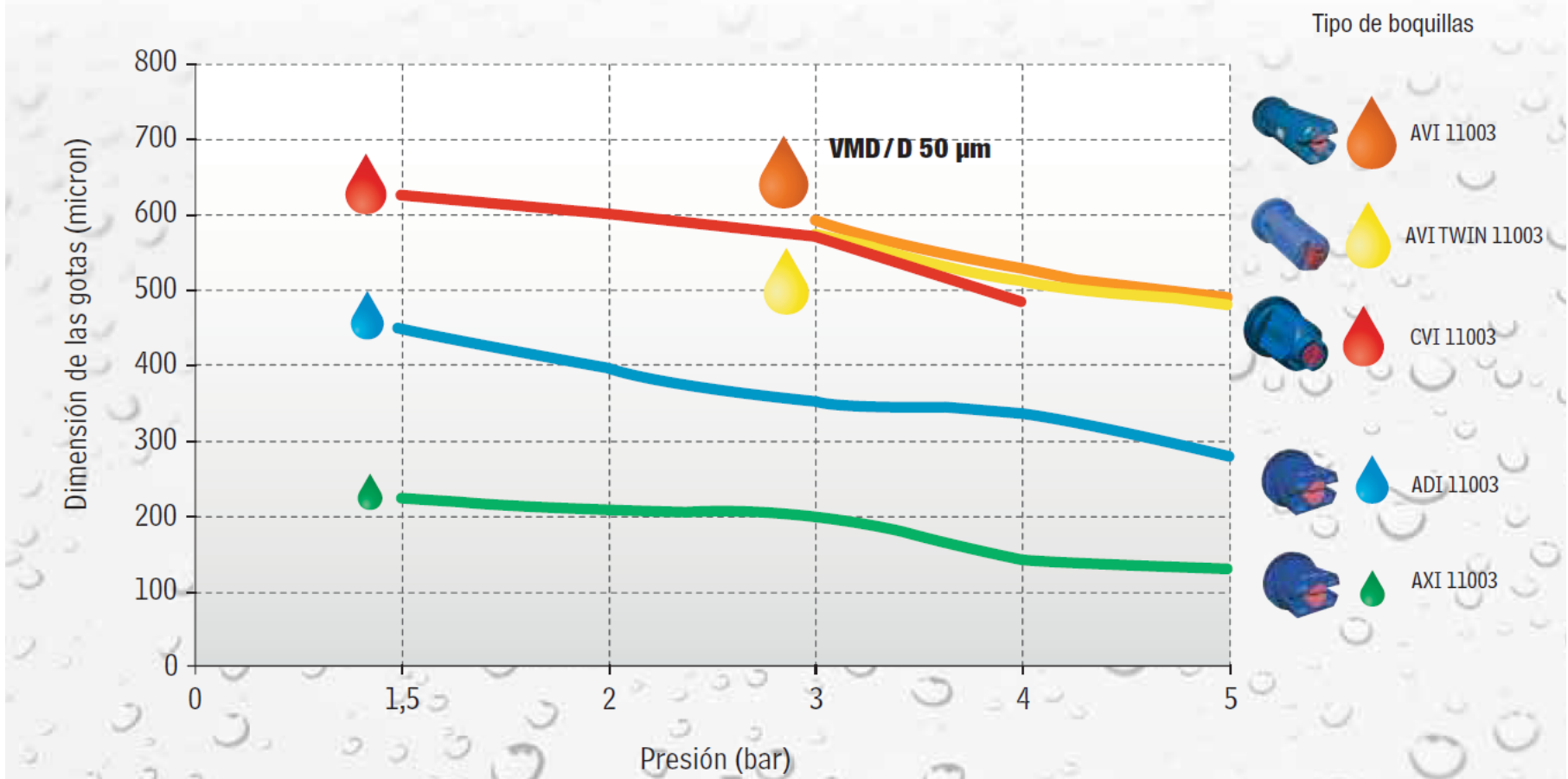
# Clasificación del tamaño de gotas



Category	BCPC	ASABE S572
<b>Muy fina (VF)</b>	$< 90 \mu\text{m}$	$< 100 \mu\text{m}$
<b>Fina (F)</b>	$90 - 200 \mu\text{m}$	$100 - 175 \mu\text{m}$
<b>Media (M)</b>	$200 - 300 \mu\text{m}$	$175 - 250 \mu\text{m}$
<b>Gruesa (C)</b>	$300 - 450 \mu\text{m}$	$250 - 375 \mu\text{m}$
<b>Muy gruesa (VC)</b>	$> 450 \mu\text{m}$	$375 - 450 \mu\text{m}$
<b>Extra gruesa (XC)</b>		$> 450 \mu\text{m}$



# COMPARATIVA DEL TAMAÑO DE GOTAS: BOQUILLAS MODELO 03

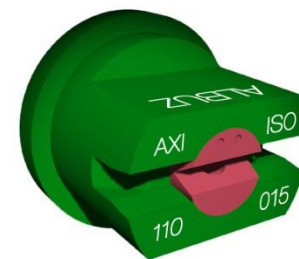



Fuente: Catalogo Albuz 2013





bar	AXI 110°						
	VERDE 110015	AMARILLA 11002	LILA 110025	AZUL 11003	ROJA 11004	MARRON 11005	GRIS 11006
1,5	F	F	M	M	M	M	C
2	F	F	F	M	M	M	M
3	F	F	F	M	M	M	M
4	VF	F	F	F	M	M	M



	bar						
	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
XR11001	F	F	F	F	F	VF	VF
XR110015	F	F	F	F	F	F	F
XR11002	M	F	F	F	F	F	F
XR110025	M	M	F	F	F	F	F
XR11003	M	M	F	F	F	F	F
XR11004	M	M	M	M	M	F	F
XR11005	C	M	M	M	M	M	M
XR11006	C	C	M	M	M	M	M
XR11008	C	C	C	C	M	M	M
XRC11010	VC	C	C	C	C	C	M
XRC11015	XC	VC	VC	VC	C	C	C
XRC11020	XC	XC	XC	VC	VC	VC	VC



# Equipment for crop protection — Sprayer nozzles — Colour coding for identification

# ISO/FDIS 10625

*Matériel de protection des cultures — Buses de pulvérisation — Code de couleur pour l'identification*


Caudal @ 3 bar / 40 psi		Color	Código	Tipo
l/min	GPM			
0.4	0.1	<b>Naranja</b>	01	F, LD
0.6	0.15	<b>Verde</b>	015	F, LD, AI
0.8	0.2	<b>Amarillo</b>	02	F, LD, AI
1.0	0.25	<b>Rosa</b>	025	AI
1.2	0.3	<b>Azul</b>	03	F, LD, AI
1.6	0.4	<b>Rojo</b>	04	F, LD, AI
2.0	0.5	<b>Marrón</b>	05	F
2.4	0.6	<b>Gris</b>	06	F
3.2	0.8	<b>Blanco</b>	08	F



# Droplet size and nozzle type




**HARDI ISO 110**

	bar	l/min		l/ha a km/h								
				6	7	8	10	12	15	20	25	
<b>O1-Naranja</b>	<b>SYNTAL-CT</b> 371764 (12 uds. 755627)		<b>SYNTAL-S</b> 371706 (12 uds. 755643)									
	1.5	0.28	F	57	48	42	34	28	23	17	14	
	2.0	0.33	F	65	56	49	39	33	26	20	16	
	2.5	0.37	F	73	63	55	44	37	29	22	18	
	3.0	0.40	F	80	69	60	48	40	32	24	19	
	4.0	0.46	F	92	79	69	55	46	37	28	22	
	5.0	0.52	F	103	89	77	62	52	41	31	25	



**HARDI ISO LD-110**

	bar	l/min		l/ha a km/h								
				6	7	8	10	12	15	20	25	
<b>O1-Naranja</b>	<b>SYNTAL-CT</b> 371837 (12 uds. 755708)		<b>SYNTAL-S</b> 371817 (12 uds. 755698)									
	<b>CERAMIC-CT</b> 371842 (12 uds. 755713)		<b>CERAMIC-S</b> 371822 (12 uds. 755703)									
	1.5	0.28	M	57	48	42	34	28	23	17	14	
	2.0	0.33	M	65	56	49	39	33	26	20	16	
	2.5	0.37	M	73	63	55	44	37	29	22	18	
	3.0	0.40	M	80	69	60	48	40	32	24	19	
	4.0	0.46	M	92	79	69	55	46	37	28	22	
	5.0	0.52	F	103	89	77	62	52	41	31	25	



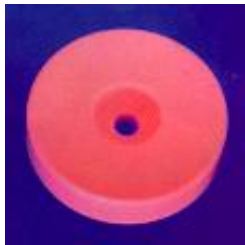


# Nozzle flow rate and color code ISO according ISO 10625

Pressure bar	Flow rate l/min at nozzle size ISO												
	-01	-015	-02	-025	-03	-04	-05	-06	-08	-10	-12	-16	-20
1.0	0.23	0.35	0.46	0.58	0.69	0.92	1.15	1.39	1.85	2.31	2.77	3.70	4.62
1.5	0.28	0.42	0.57	0.71	0.85	1.13	1.41	1.70	2.26	2.83	3.39	4.53	5.66
2.0	0.33	0.49	0.65	0.82	0.98	1.31	1.63	1.96	2.61	3.27	3.92	5.23	6.53
2.5	0.37	0.55	0.73	0.91	1.10	1.46	1.83	2.19	2.92	3.65	4.38	5.84	7.30
3.0	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.60	2.00	2.40	3.20	4.00	4.80	6.40	8.00
4.0	0.46	0.69	0.92	1.15	1.39	1.85	2.31	2.77	3.70	4.62	5.54	7.39	9.24
5.0	0.52	0.77	1.03	1.29	1.55	2.07	2.58	3.10	4.13	5.16	6.20	8.26	10.33
6.0	0.57	0.85	1.13	1.41	1.70	2.26	2.83	3.39	4.53	5.66	6.79	9.05	11.31
7.0	0.61	0.92	1.22	1.53	1.83	2.44	3.06	3.67	4.89	6.11	7.33	9.78	12.22
8.0	0.65	0.98	1.31	1.63	1.96	2.61	3.27	3.92	5.23	6.53	7.84	10.45	13.06
9.0	0.69	1.04	1.39	1.73	2.08	2.77	3.47	4.16	5.54	6.93	8.31	11.09	13.86
10.0	0.73	1.10	1.46	1.83	2.19	2.92	3.65	4.38	5.84	7.30	8.76	11.68	14.61
12.0	0.80	1.20	1.60	2.00	2.40	3.20	4.00	4.80	6.40	8.00	9.60	12.80	16.00
14.0	0.86	1.29	1.73	2.16	2.59	3.46	4.32	5.19	6.91	8.64	10.37	13.83	17.28
16.0	0.92	1.39	1.85	2.31	2.77	3.70	4.62	5.54	7.39	9.24	11.09	14.78	18.48
18.0	0.98	1.47	1.96	2.45	2.94	3.92	4.90	5.88	7.84	9.80	11.76	15.68	19.60
20.0	1.03	1.55	2.07	2.58	3.10	4.13	5.16	6.20	8.26	10.33	12.39	16.52	20.66
25.0	1.15	1.73	2.31	2.89	3.47	4.62	5.77	6.93	9.24	11.55	13.86	18.48	23.09



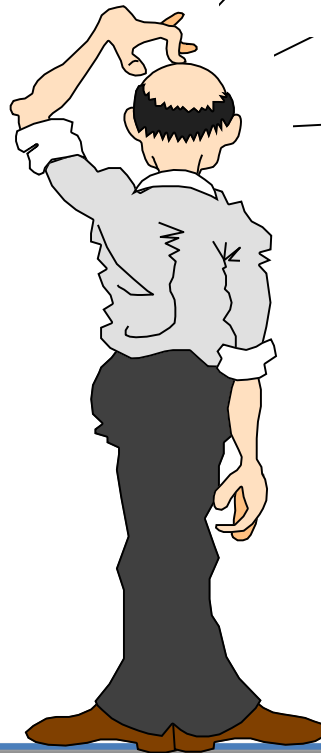
*Baja deriva?*



*Angulo?*



? \* + !



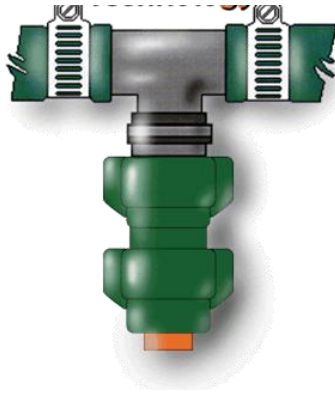
*Abanico?*



*Conicas?*



# La elección de la boquilla depende de ...



1. El caudal necesario
2. La presión de trabajo
3. La distribución
4. El ángulo de pulverización
5. El líquido a pulverizar
6. La calidad de la atomización
7. El material de la boquilla





# Tipo de boquillas

Abanico o chorro plano



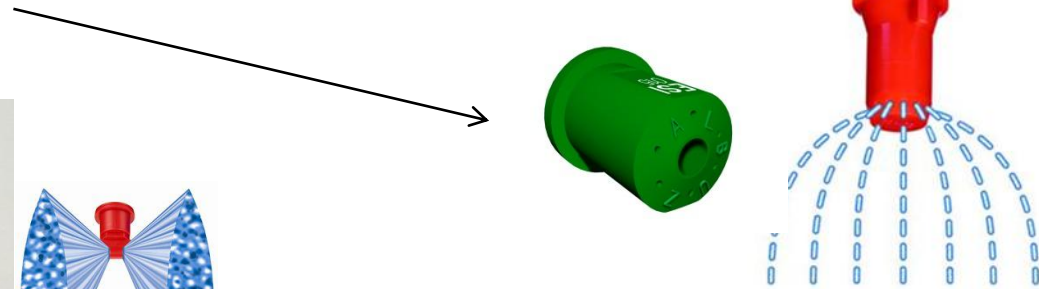
Turbulencia o cónicas



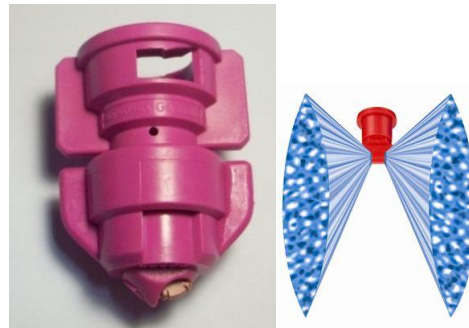
Deflectoras o de espejo



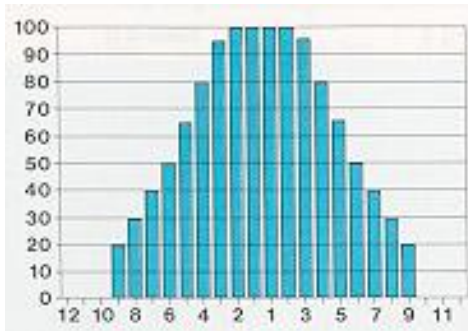
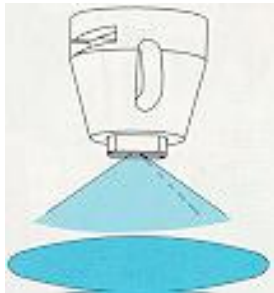
De chorros múltiples



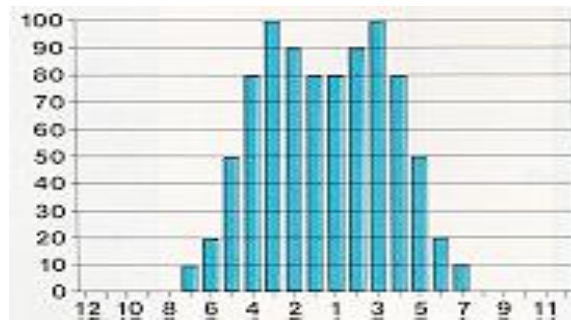
Especiales



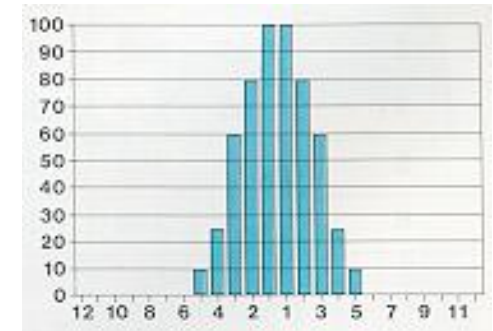
# Abanico



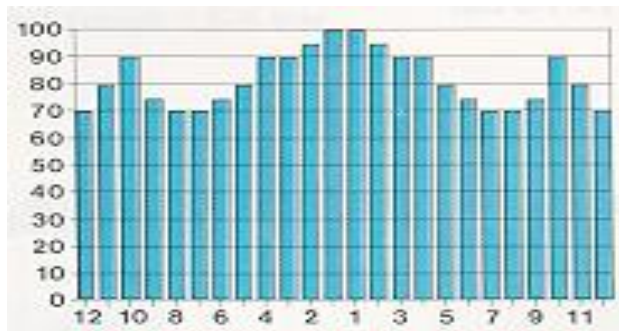
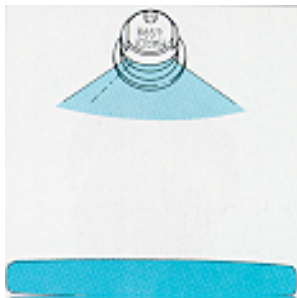
# Cónica



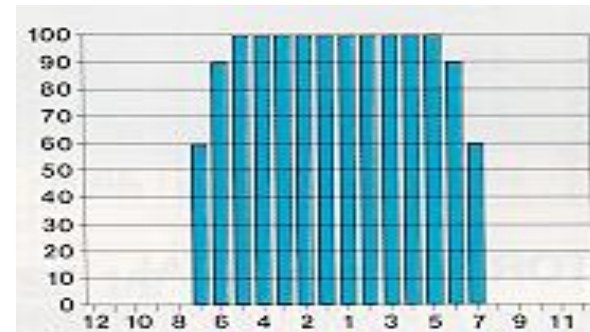
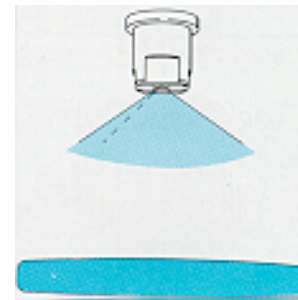
# Cono Lleno



# Espejo



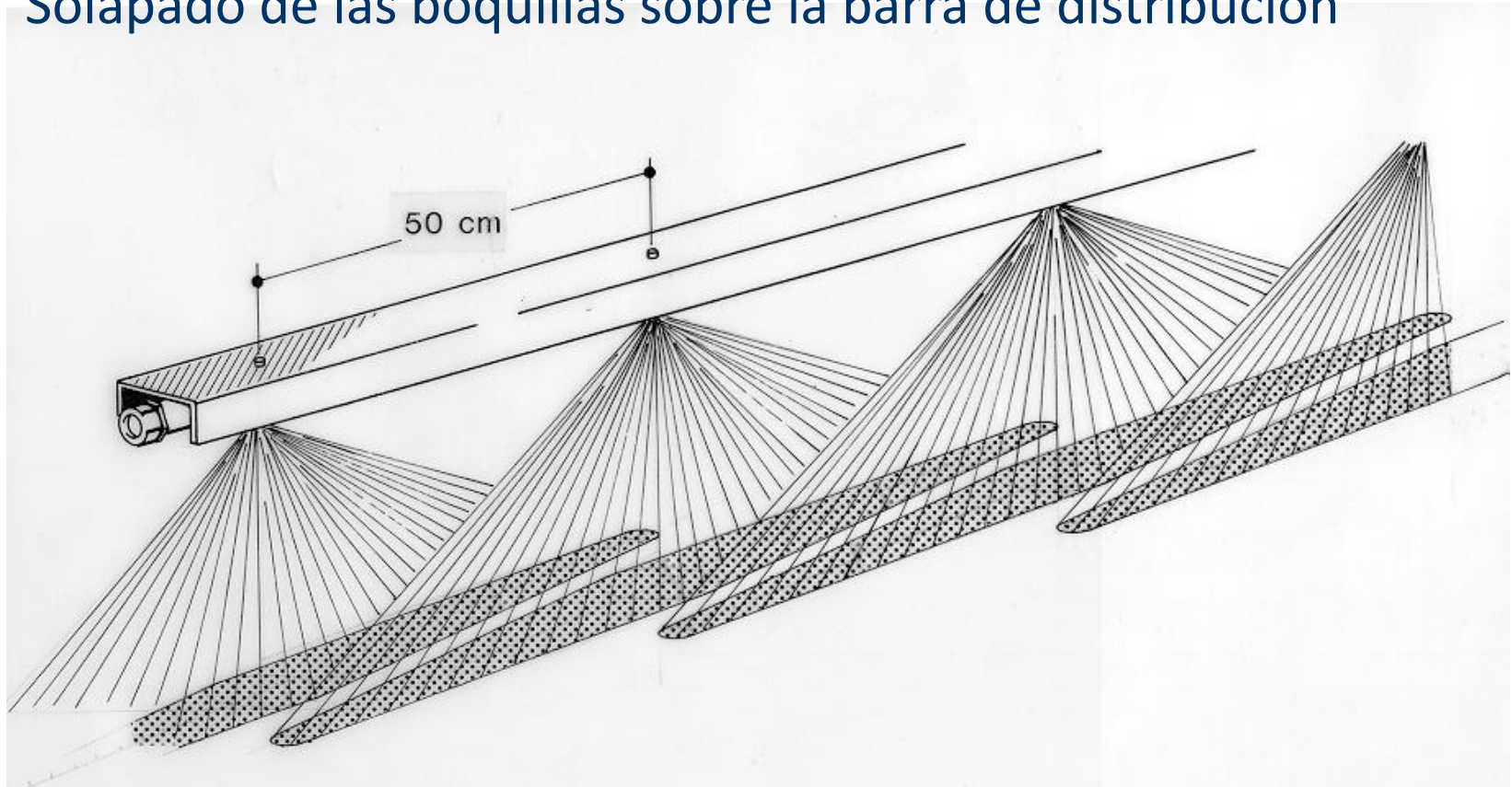
# Abanico uniforme



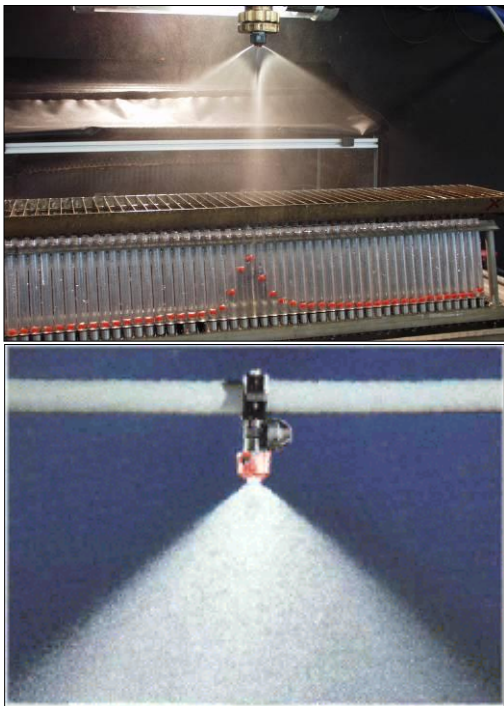


# Características Boquillas de Abanico

Solapado de las boquillas sobre la barra de distribución



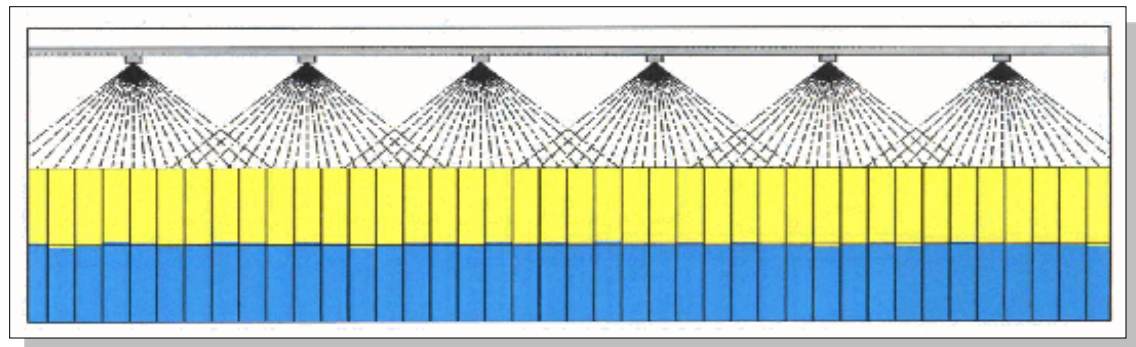
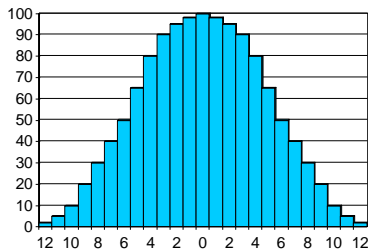
# Uniformidad de distribución – factor clave



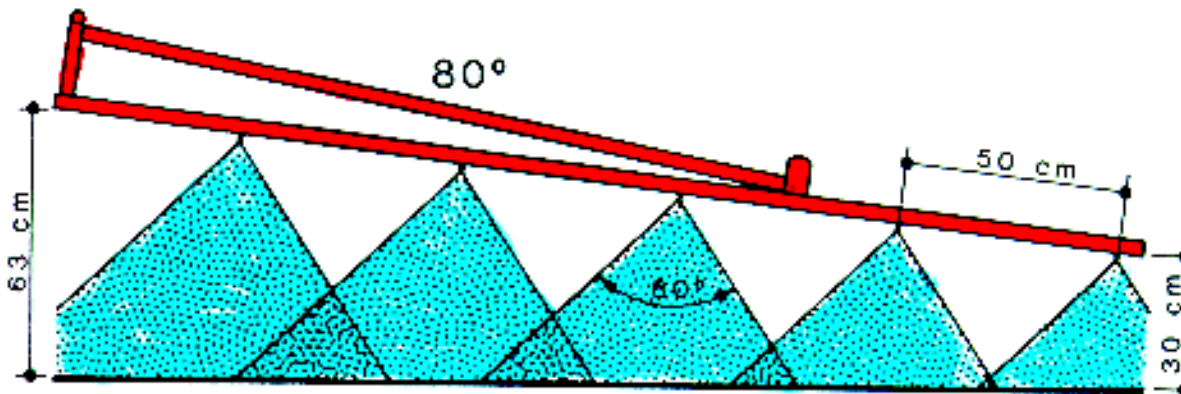
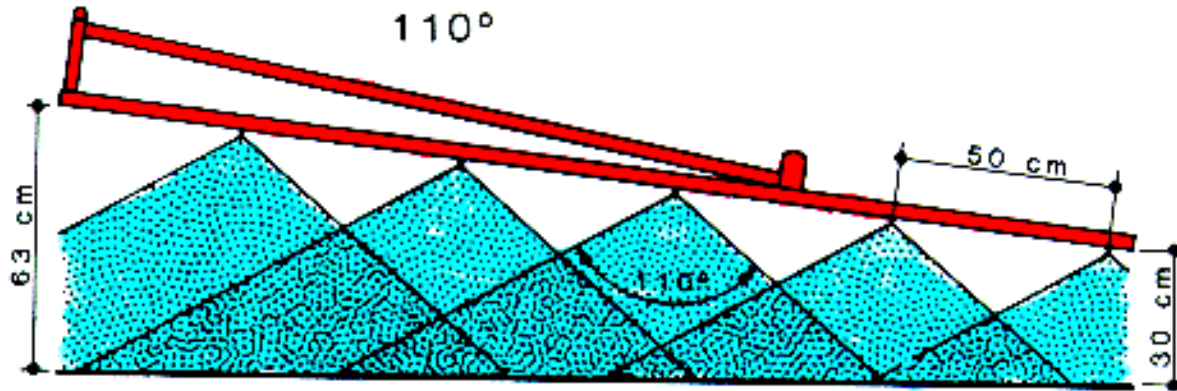
Las boquillas de abanico presentan una distribución triangular de dimensiones variables en función del ángulo de pulverización

La altura de la barra es un factor clave para la consecución de una distribución uniforme en toda la superficie a tratar

Los sistemas de estabilidad de la barra permiten amortiguar errores de distribución debidos al mal estado de las parcelas



Las boquillas de 110° permiten mayores movimientos de la barra sin afectar gravemente a la distribución horizontal.



J.H. Cambellack Keith Turnbull Research Institute Victoria Australia





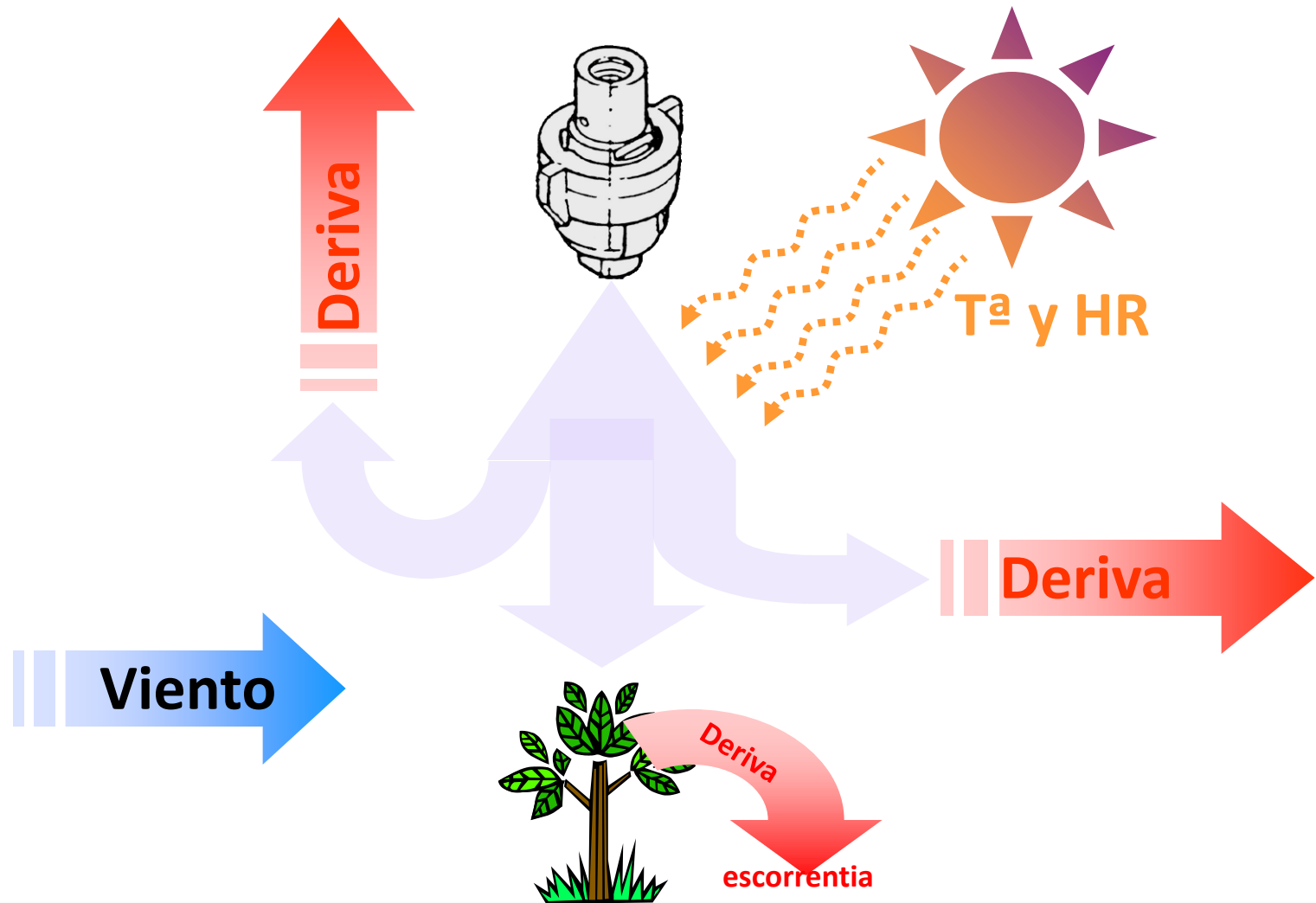


**Striping caused by boom being too low or having insufficient pressure to develop spray pattern**



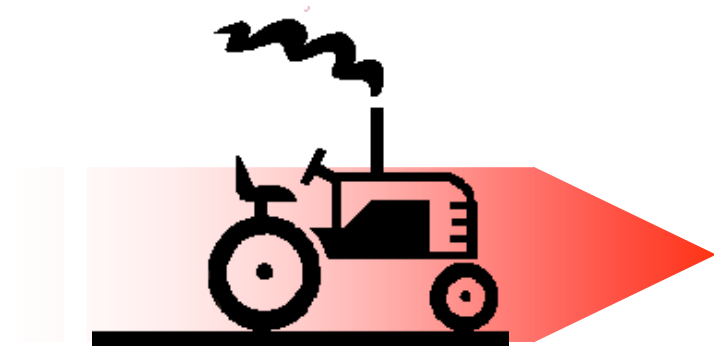
# Deriva

Parte de la pulverización que no alcanza el objetivo

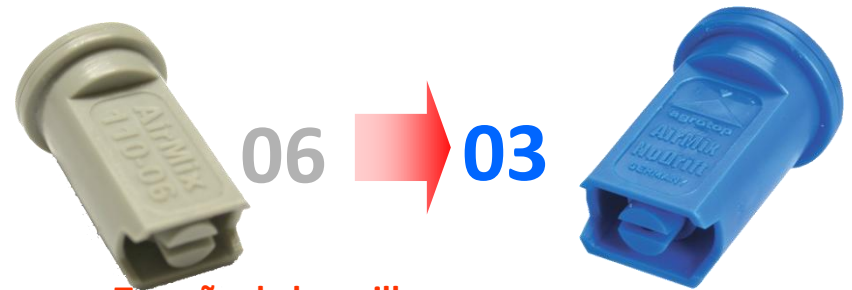


# Deriva

Aspectos técnicos que intervienen



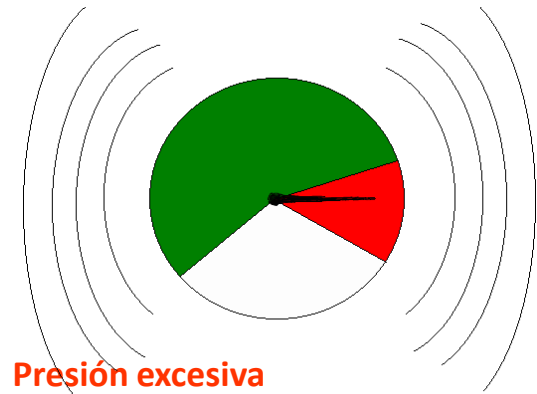
Velocidad



Tamaño de boquilla



Altura de la barra



Presión excesiva

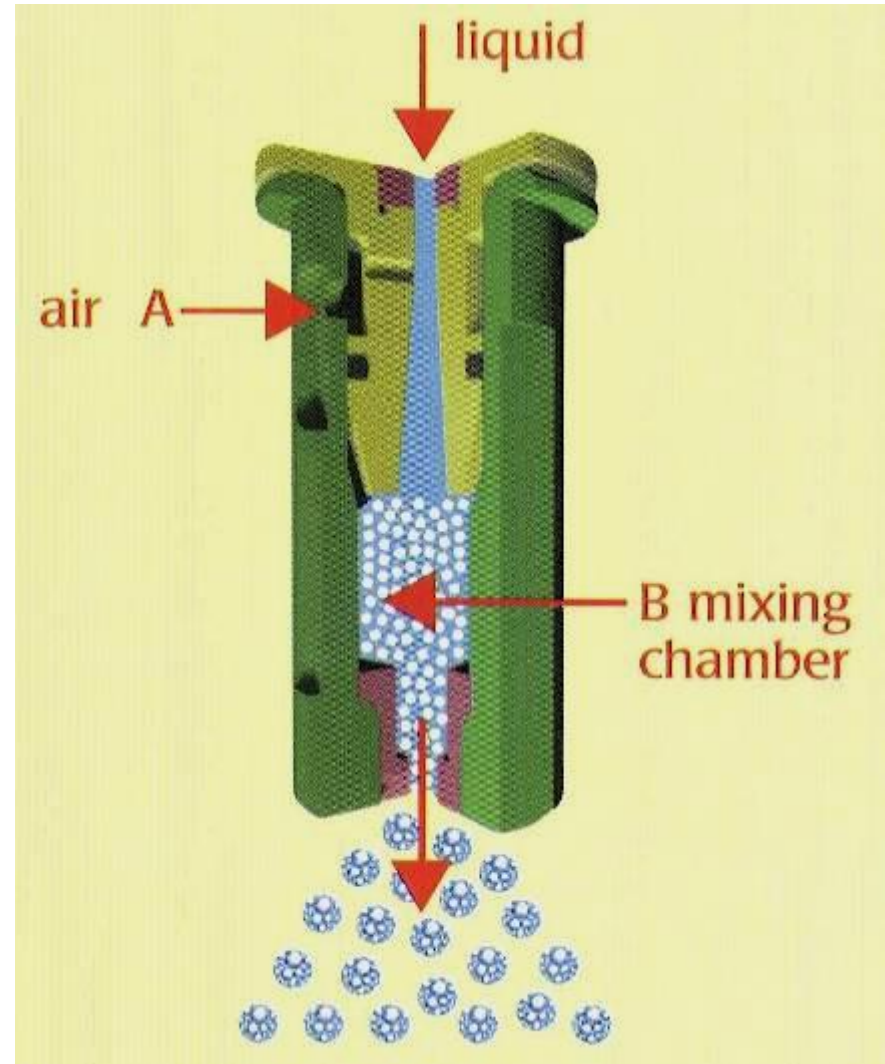




# Boquillas antideriva

Existen 2 tipologías:

- Inyección de aire
- Con precámara



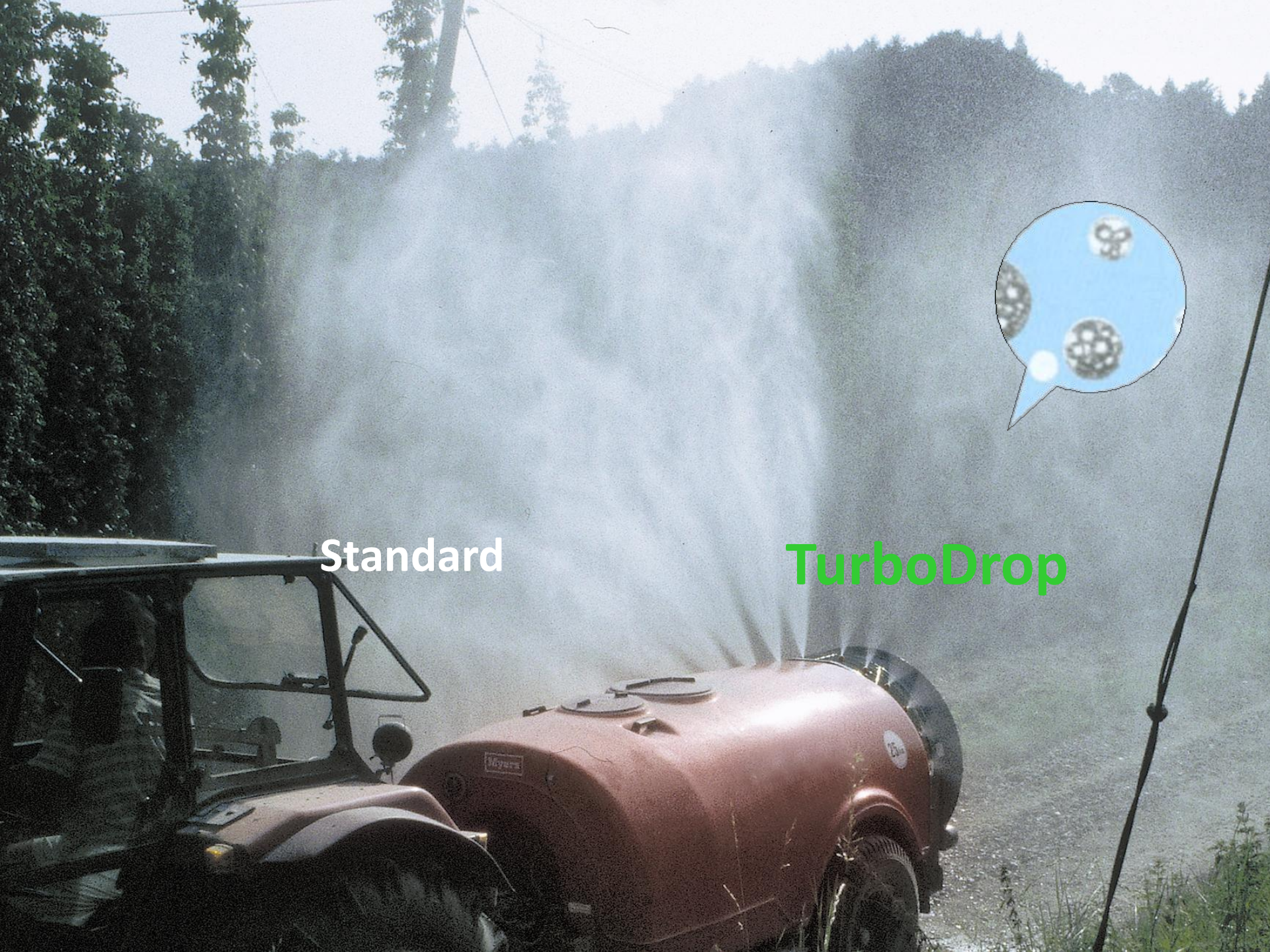




**TurboDrop**

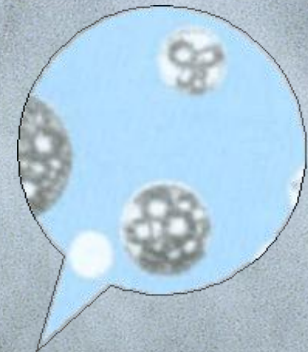
**Standard**





Standard

TurboDrop





# Regulación: la clave del éxito



Invertir 15 minutos en ajustar el equipo para un uso óptimo en función de las condiciones del momento



# ¿Por qué calibrar un pulverizador?

- ✓ Asegurar una aplicación uniforme
- ✓ Aplicar la cantidad de fitosanitario adecuada
- ✓ Asegurar un adecuado control de la plaga
- ✓ Reducir el riesgo de daños al cultivo
- ✓ Prevenir y evitar las pérdidas por deriva
- ✓ Minimizar efectos sobre el medio ambiente
- ✓ Disminuir los costes de explotación



# Como calibrar sin problemas

1

Compruebe que el pulverizador esta limpio después de la última aplicación



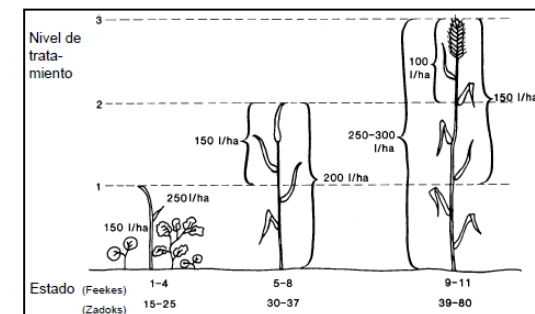
2

Lea atentamente la etiqueta del producto



3

Elija el volumen de aplicación



4

Modificar de acuerdo con las condiciones atmosféricas y densidad del cultivo





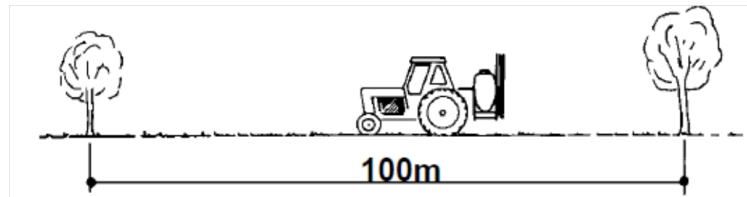
**5** Elegir boquilla, presión y velocidad



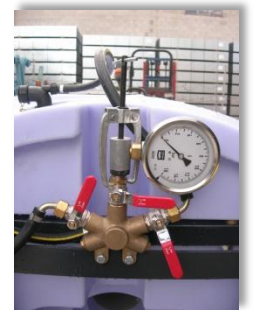
**6** Llenar el depósito con agua limpia



**7** Comprobar en campo la velocidad



**8** Ajustar el distribuidor (presión, compensación,...)



9

Comprobar el caudal de las boquillas



10

Reajustar la presión y comprobar nuevamente las boquillas



11

Llenar el depósito siguiendo las indicaciones de la etiqueta

12

Durante la aplicación comprobar constantemente: altura de la barra, funcionamiento de las boquillas, presión,...

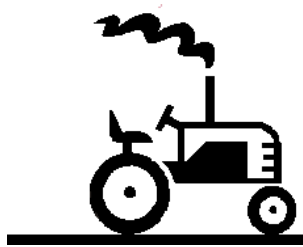


13

Limpiar el equipo al terminar



# Factores para una correcta calibración (I)



Velocidad de avance



Anchura de trabajo



Caudal necesario (total o por boquilla)

$$\text{Volumen (l/ha)} = \frac{\text{Caudal (l/min)} \times 600}{\text{anchura (m)} \times \text{velocidad (km/h)}}$$





# Factores para una correcta calibración (II)

Según recomendación o características del cultivo y/o aplicación

Determinado por el ancho de barra

Compromiso entre calidad de aplicación y condiciones del terreno

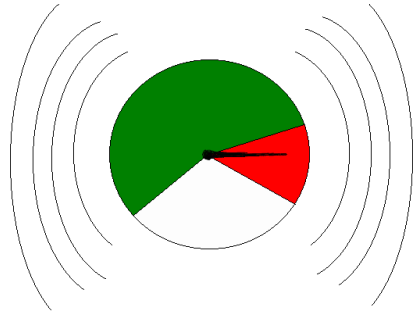
$$\text{Caudal (l/min)} = \frac{\text{Volumen (l/ha)} \times \text{anchura (m)} \times \text{velocidad (km/h)}}{600}$$

$$\frac{\text{Caudal (l/min)}}{\text{Nº boquillas}} = Q_u \text{ (l/min)}$$



## Factores para una correcta calibración (III)

$$Q = k \times \sqrt{P}$$




Para **multiplicar por 2** el caudal de una boquilla es necesario **multiplicar por 4** la presión de trabajo

$$2 \times Q = k \times \sqrt{4 \times P}$$

*La mejor opción para modificar el caudal es seleccionar el calibre de la boquilla teniendo en cuenta el espectro de gotas deseado*



X 4

	Débit en l/mn									
	BLANCHE	LILAS	MARRON	JAUNE	ORANGE	ROUGE	GRISE	VERTE	NOIRE	BLEU
3	0,21	0,28	0,38	0,57	0,77	1,08	1,18	1,40	1,57	1,92
4	0,24	0,32	0,43	0,65	0,89	1,24	1,35	1,60	1,80	2,20
5	0,27	0,36	0,48	0,73	0,99	1,38	1,50	1,78	2,00	2,45
6	0,29	0,39	0,52	0,80	1,08	1,51	1,63	1,94	2,18	2,67
7	0,32	0,42	0,56	0,86	1,17	1,62	1,76	2,09	2,35	2,87
8	0,34	0,45	0,60	0,92	1,24	1,73	1,87	2,22	2,50	3,06
9	0,36	0,48	0,64	0,97	1,32	1,83	1,98	2,35	2,64	3,24
10	0,38	0,50	0,67	1,03	1,39	1,92	2,08	2,47	2,78	3,40
11	0,39	0,52	0,70	1,07	1,45	2,01	2,17	2,58	2,90	3,56
12	0,41	0,55	0,73	1,12	1,51	2,09	2,26	2,69	3,03	3,71
13	0,43	0,57	0,76	1,17	1,57	2,17	2,35	2,79	3,14	3,85
14	0,44	0,59	0,79	1,21	1,63	2,25	2,43	2,89	3,26	3,99
15	0,46	0,61	0,81	1,25	1,69	2,33	2,51	2,99	3,36	4,12
16	0,47	0,63	0,84	1,29	1,74	2,40	2,59	3,08	3,47	4,25
17	0,48	0,64	0,86	1,33	1,79	2,47	2,67	3,17	3,57	4,37
18	0,50	0,66	0,89	1,37	1,84	2,54	2,74	3,25	3,67	4,49
19	0,51	0,68	0,91	1,40	1,89	2,60	2,81	3,34	3,76	4,61
20	0,52	0,70	0,93	1,44	1,94	2,67	2,88	3,42	3,85	4,72
21	0,54	0,71	0,95	1,48	1,99	2,73	2,95	3,50	3,94	4,84
22	0,55	0,73	0,98	1,51	2,03	2,79	3,01	3,57	4,03	4,94
23	0,56	0,74	1,00	1,54	2,07	2,85	3,07	3,65	4,12	5,05
24	0,57	0,76	1,02	1,58	2,12	2,91	3,14	3,72	4,20	5,15
25	0,58	0,77	1,04	1,61	2,16	2,97	3,20	3,80	4,28	5,25





Una adecuada regulación del equipo, cualquiera que sea el método adoptado, general importantes beneficios cuando se realiza antes de la aplicación

Menor gasto de fitosanitarios (de acuerdo con la Directiva 128/2009/CE )

Mejora de la eficacia/eficiencia del proceso

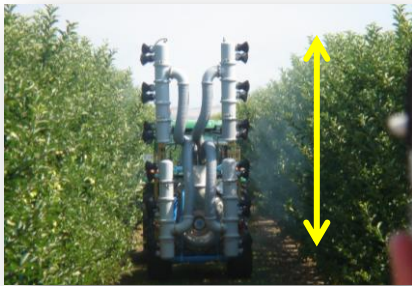
Menor inversión (productos, agua, gasoil, tiempo,...)

Menor riesgo de contaminación (TOPPS, TOPPS-PROWADIS,...)

**Regulación adecuada**

**Ajuste óptimo**

**Menos pérdidas**



# Parámetros para un adecuado proceso de calibración

## Conocidos

- *Volumen de aplicación*
- *Fitosanitario y modo acción*
- *Volumen de aire*
- *Dirección del aire*



## Medidos

- *Ancho de barra*
- *Altura de la barra*
- *Velocidad de avance*
- *Altura y anchura del árbol*
- *Distancia entre hileras*

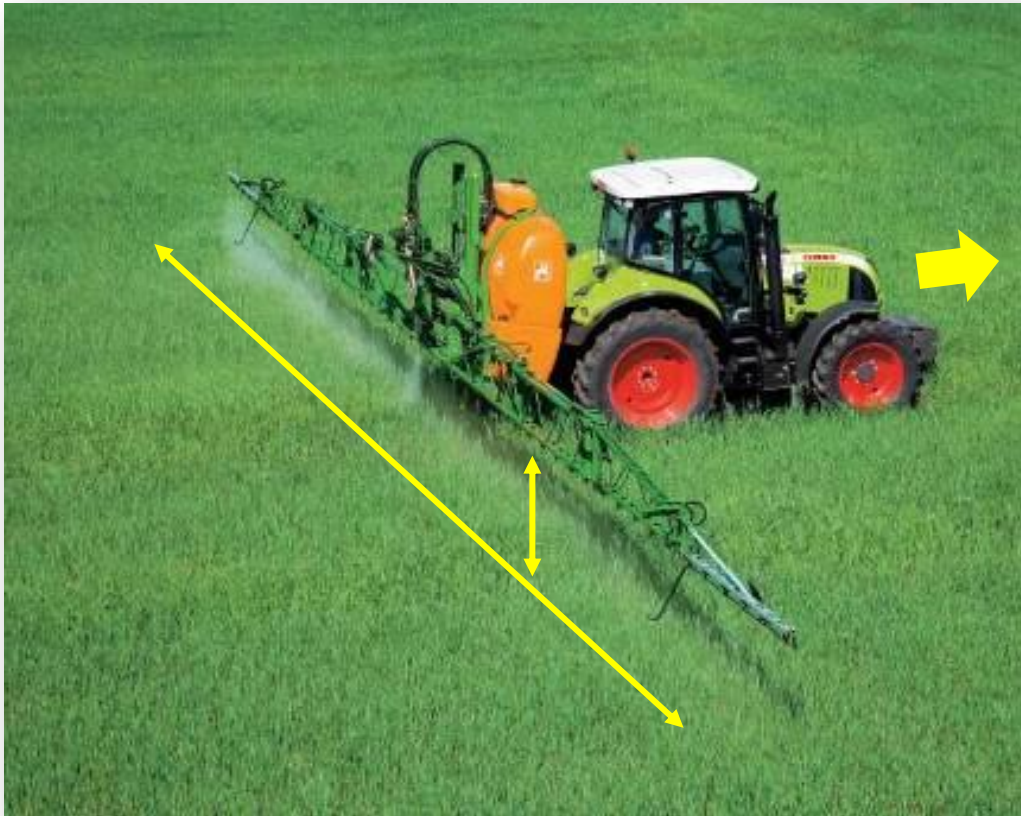


## Calculados

- *Caudal de la boquilla*
- *Tamaño de la boquilla*
- *Presión de trabajo*
- *Tipo de boquillas*
- *Número de boquillas*
- *Orientación de las boquillas*



# Calibración de un pulverizador hidráulico



**Objetivo  $V$  (l/ha)**

*Distribución uniforme*

**Parámetros (medidos)**

*Ancho de trabajo  $[a]$  (m)*

*Altura de barra  $[h]$  (m)*

*Velocidad avance  $[v]$  (km/h)*

**Parámetros (calculados)**

*Tipo de boquillas*

*Caudal unitario  $[q]$  (l/min)*

*Presión de trabajo (bar)*

$$q \text{ (l/min)} = \frac{V \text{ (l/ha)} \times a \text{ (m)} \times v \text{ (km/h)}}{600}$$





# Proceso de calibración de un atomizador

Objetivo **V (l/ha)** Distribución en función de la vegetación



## Parametros (medidos)

- Ancho de calle [**r**] (m)
- Velocidad avance [**v**](km/h)
- Altura del árbol [**h**](m)
- Anchura del árbol [**w**](m)

## Parametros (calculados)

- Tipo de boquillas
- Nº de boquillas [**n**]
- Orientación de las boquillas
- Caudal unitario [**q**](l/min)
- Caudal total [**Q**](l/min)
- Presión de trabajo (bar)
- Caudal de aire [**A**] (m<sup>3</sup>/h)

$$Q \text{ (l/min)} = \frac{V \text{ (l/ha)} \times a \text{ (m)} \times v \text{ (km/h)}}{600}$$

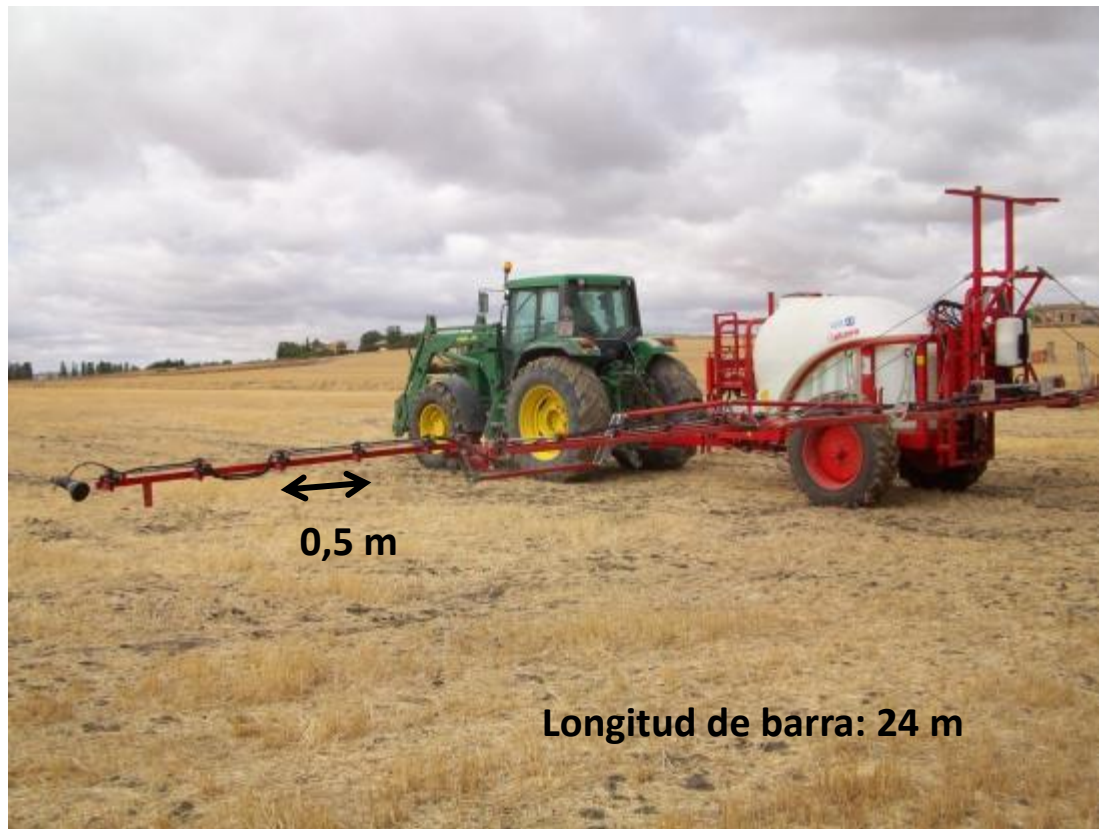
$$A \text{ (m}^3\text{/h)} = \frac{h \text{ (m)} \times r \text{ (m)} \times v \text{ (km/h)} \times 1000}{K \approx (2-3)}$$



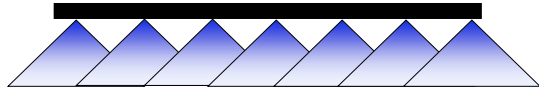
Ejemplo:

Calibrar un pulverizador para una aplicación de **200 l/ha**

Tiempo para recorrer 100 m: 52 segundos

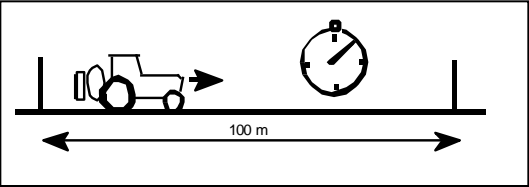


# PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION



**Volumen: 200 l/ha**

Volumen recomendado  
**200 l/ha**



VELOCIDAD (km/h)  $\frac{3,6 \times 100}{\text{tiempo (s)}}$

Tabla de velocidades

t (s/100m)	45	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	85	90	95
v (km/h)	8,0	7,5	7,2	6,9	6,7	6,4	6,2	6,0	5,8	5,6	5,5	5,3	5,1	5,0	4,9	4,7	4,5	4,4	4,2	4,0	3,8

**CALCULO DEL CAUDAL POR BOQUILLA**

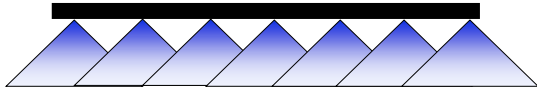
**1,15 l/min**  $\frac{200 \times 6,9 \times 0,5}{600}$   
 volumen (l/ha) x velocidad (km/h) x dist. boquillas (m)

**TIPO DE PULVERIZACION**  
Tamaño de gota

**PRESION DE TRABAJO**  
Elegir en función de la calidad de pulverización

**COMPROBACION**  
Utilizando un recipiente graduado comprobar el caudal y compararlo con el indicado en el catalogo de las boquillas





Buscar el caudal deseado en las tablas de boquillas correspondientes. En este caso boquillas ISO

**Volumen: 200 l/ha**



*Caudal buscado* – 1,15 l/min

*Caudal más próximo en tablas* – 1,18 l/min

Presión [bar]	Caudal unitario [l/min]								
	01	015	02	025	03	04	05	06	08
1	0,23	0,34	0,46	0,57	0,68	0,91	1,14	1,37	1,82
2	0,32	0,48	0,65	0,81	0,96	1,29	1,61	1,94	2,58
3	0,39	0,59	0,79	0,99	1,18	1,58	1,97	2,37	3,16
4	0,45	0,68	0,91	1,14	1,36	1,82	2,27	2,74	3,63
5	0,50	0,76	1,02	1,28	1,52	2,04	2,54	3,06	4,08



## Comprobación del caudal real



Si  $q_{\text{real}} = q_{\text{teorico}}$  ; OK

Si  $q_{\text{real}} \gg q_{\text{teorico}}$  ; cambiar





[具]	bar	U/min	1m											
			4 km/h	5 km/h	6 km/h	7 km/h	8 km/h	9 km/h	10 km/h	12 km/h	14 km/h			
B25143-UB-8501 T0150-01 (TJ60, TP, XR) 8001 (TP, TT, XR) 11001	1.0	0.23	69.0	55.2	46.0	39.4	34.5	30.7	27.6	23.0	17.3			
	2.0	0.32	96.0	76.8	64.0	54.9	48.0	42.7	38.4	32.0	24.0			
	3.0	0.39	117	93.6	78.0	66.9	58.5	52.0	46.8	39.0	29.3			
	4.0	0.45	135	108	90.0	77.1	67.5	60.0	54.0	45.0	33.8			
	5.0	0.50	150	120	100	85.7	75.0	66.7	60.0	50.0	37.5			
B25143-UB-85015 T0150-015 (DG, TP, XR, XRC) 80015 (Al, DG)	1.0	0.34	102	81.6	68.0	58.3	51.0	45.3	40.8	34.0	25.5			
	2.0	0.48	144	115.2	96.0	82.3	72.0	64.0	57.6	48.0	36.0			
	3.0	0.59	177	141.6	118.4	101	88.5	78.7	70.8	59.0	44.3			
	4.0	0.68	204	163.2	136	117	102	90.7	81.6	68.0	51.0			
	5.0	0.76	228	182.4	152	130	114	101	91.2	76.0	57.0			
B25143-UB-8502 T0150-02, OC-02 (DG, TJ60, TP, XR, XRC) 8002 (Al, DG, TJ60, TP)	1.0	0.46	138	110	92.0	78.9	69.0	61.3	55.2	46.0	34.5			
	2.0	0.65	195	156	130	111	97.5	86.7	78.0	65.0	48.8			
	3.0	0.79	237	190	158	135	119	105	94.8	79.0	59.3			
	4.0	0.91	273	218	182	156	137	121	109	91.0	68.3			
	5.0	1.02	306	245	204	175	153	136	122	102	76.5			
AUB85025 (Al, AIC, XR, XRC) 110025	1.0	0.57	171	137	114	97.7	85.5	76.0	68.4	57.0	42.8			
	2.0	0.81	243	194	162	139	122	108	97.2	81.0	60.8			
	3.0	0.99	297	238	198	170	149	132	119	99.0	74.3			
	4.0	1.14	342	274	228	195	171	152	137	114	85.5			
	5.0	1.28	384	307	256	219	192	171	154	129	96.0			
B25143-UB-8503 T0150-03, OC-03 (DG, TJ60, TP, XR, XRC) 8003 (Al, DG, TJ60, TP, XR, XRC) 8004	1.0	0.68	204	163	136	117	102	90.7	81.6	68.0	51.0			
	2.0	0.96	288	230	192	165	144	128	115	96.0	72.0			
	3.0	1.18	354	283	236	202	177	157	142	118	88.5			
	4.0	1.36	408	326	272	233	204	181	163	136	102			
	5.0	1.52	456	365	304	261	229	203	182	152	114			
B25143-UB-8504 T0150-04, OC-04 (DG, TJ60, TP, XR, XRC) 8004 (Al, AIC, DG, TJ60, TP)	1.0	0.91	273	218	182	156	137	121	109	91.0	68.3			
	2.0	1.29	387	310	258	221	194	172	155	129	96.8			
	3.0	1.58	474	379	316	271	237	211	190	158	119			
	4.0	1.82	546	437	364	312	273	243	218	182	137			
	5.0	2.04	612	490	408	350	306	272	245	204	153			
T0150-05 (DG, TP, XR, XRC) 8005 (Al, AIC, DG, TP)	1.0	1.14	342	274	228	195	171	152	137	114	85.5			
	2.0	1.61	483	386	322	276	242	215	193	161	121			
	3.0	1.97	591	473	394	338	296	263	236	197	148			
	4.0	2.27	681	545	454	389	341	303	272	227	170			
	5.0	2.54	762	610	508	435	381	339	305	254	191			
T0150-06 OC-06 (TJ60, TP, XR, XRC) 8006 (Al, AIC, TJ60, TP)	1.0	1.37	411	329	274	235	206	183	164	137	103			
	2.0	1.94	582	466	388	333	291	259	233	194	146			
	3.0	2.37	711	569	474	406	356	316	284	237	178			
	4.0	2.74	822	658	548	470	411	365	329	274	206			
	5.0	3.06	918	734	612	525	459	408	367	306	230			
T0150-08 OC-08 (TJ60, TP, XR, XRC) 8008 (Al, AIC, TJ60, TP, TT, XR, T1000)	1.0	1.82	546	437	364	312	273	243	218	182	137			
	2.0	2.58	774	619	516	442	387	344	310	258	194			
	3.0	3.16	948	758	632	542	474	421	379	316	237			
	4.0	3.65	1095	876	730	626	548	487	438	365	274			
	5.0	4.08	1224	979	816	699	612	544	490	408	306			





# Herramientas de calibración On-line

www.agrotop.com/en/nozzle-calculator

www.hardi-international.com

www.spray.com/services

www.albuz-spray.com



# Herramientas de calibración también para smartphone



## Ejercicio de calibración (finca de 150 ha)

### Grupo 1

Volumen: 300 l/ha  
Velocidad de avance: 6 km/h  
Viento fuerte  
Fungicida sistémico (G ) 1.5 l/ha

### Grupo 2

Volumen: 300 l/ha  
Velocidad de avance: 7 km/h  
Sin viento  
Fungicida contacto (F) 0.75 l/ha





	Grupo 1	Grupo 2
Boquilla		
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )		
Caudal (l/min)		
Cantidad PPP en deposito		
Capacidad de trabajo (ha/h)*		
Tiempo total necesario**		
Nº depósitos		

\*suponiendo un rendimiento del 80% en parcela

\*\* tiempo preparación, carga y transporte de 30 min



	Grupo 1	Grupo 2
Boquilla	Roja 110 04	Roja 110 04
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	3	4
Caudal (l/min)	1,58	1,75
Cantidad PPP en deposito	16,6	8,28
Capacidad de trabajo (ha/h)*	11,52	13,44
Tiempo total necesario	20	18,16
Nº depósitos	13,54	13,5

\*suponiendo un rendimiento del 80% en parcela

\*\* tiempo preparación, carga y transporte de 30 min



## Calibración de pulverizadores de barras (II)

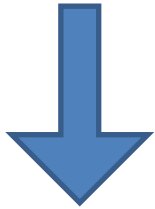




Aplicación (D): 250 l/ha  
Velocidad (v): 5 km/h  
Distancia entre boquillas: 0,35 m  
Caudal unitario?



$$\text{Caudal barra (l/min)} = \frac{D \text{ (l/ha)} \cdot a \text{ (m)} \cdot v \text{ (km/h)}}{600}$$



$$\text{Caudal unitario (l/min)} = \frac{\text{Caudal barra (l/min)}}{n^{\circ} \text{ boquillas}} = \frac{1,57}{5} = 0,58 \text{ l/min}$$






Boquilla: modelo y color?  
Presión de trabajo?

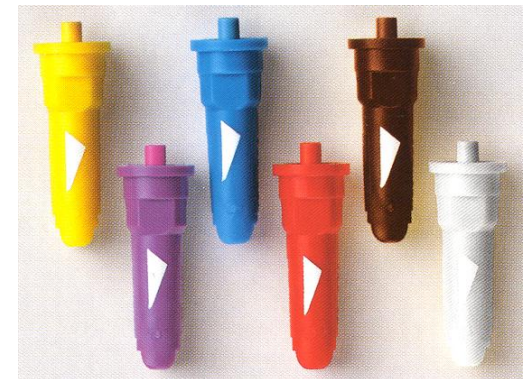




# Objetivo: 0,31 l/min

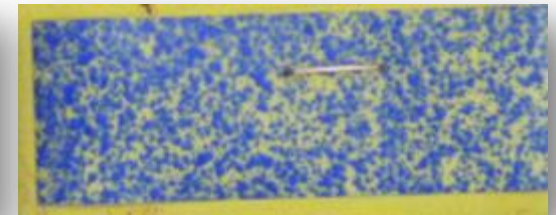
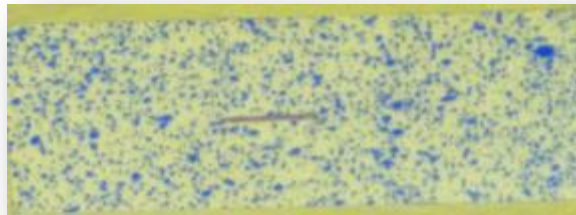
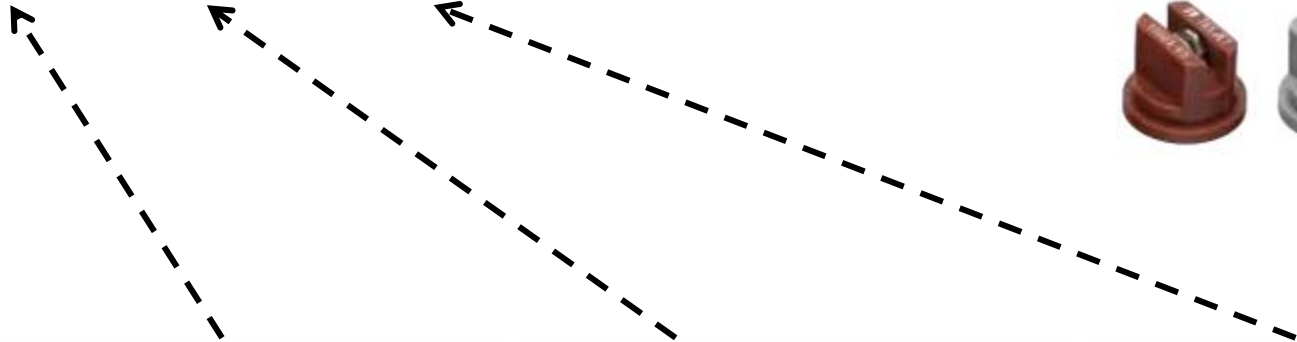
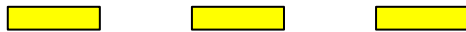
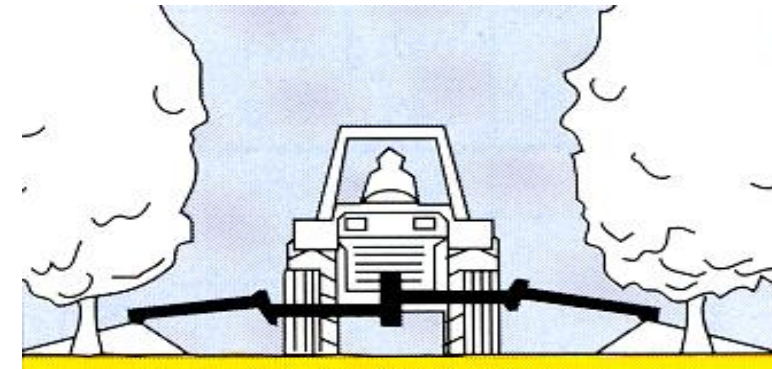
 	 bar	TAMAÑO DE GOTA		CAPACIDAD DE UNA BOQUILLA EN l/min					
		80°	110°		4 km/h	5 km/h	6 km/h	7 km/h	8 km/h
<b>XR8001</b> <b>XR11001</b> (100)	1,0	M	F	0,23	69,0	55,2	46,0	39,4	34,5
	1,5	F	F	0,28	84,0	67,2	56,0	48,0	42,0
	2,0	F	F	0,32	96,0	76,8	64,0	54,9	48,0
	2,5	F	F	0,36	108	86,4	72,0	61,7	54,0
	3,0	F	F	0,39	117	93,6	78,0	66,9	58,5
	4,0	F	VF	0,45	135	108	90,0	77,1	67,5
<b>XR80015</b> <b>XR110015</b> (100)	1,0	M	F	0,34	102	81,6	68,0	58,3	51,0
	1,5	M	F	0,42	126	101	84,0	72,0	63,0
	2,0	F	F	0,48	144	115	96,0	82,3	72,0
	2,5	F	F	0,54	162	130	108	92,6	81,0
	3,0	F	F	0,59	177	142	118	101	88,5
	4,0	F	F	0,68	204	163	136	117	102
<b>XR8002</b> <b>XR11002</b> (50)	1,0	M	M	0,46	138	110	92,0	78,9	69,0
	1,5	M	F	0,56	168	134	112	96,0	84,0
	2,0	M	F	0,65	195	156	130	111	97,5
	2,5	M	F	0,72	216	173	144	123	108
	3,0	F	F	0,79	237	190	158	135	119
	4,0	F	F	0,91	273	218	182	156	137
<b>XR110025</b> (50)	1,0		M	0,57	171	137	114	97,7	85,5
	1,5		M	0,70	210	168	140	120	105
	2,0		F	0,81	243	194	162	139	122
	2,5		F	0,90	270	216	180	154	135
	3,0		F	0,99	297	238	198	170	149
	4,0		F	1,14	342	274	228	195	171
<b>XR8003</b> <b>XR11003</b> (50)	1,0	M	M	0,68	204	163	136	117	102
	1,5	M	M	0,83	249	199	166	142	125
	2,0	M	F	0,96	288	230	192	165	144
	2,5	M	F	1,08	324	259	216	185	162
	3,0	M	F	1,18	354	283	236	202	177
	4,0	M	F	1,36	408	326	272	233	204

Según la características del tratamiento y condiciones atmosféricas, se debe elegir la tecnología de boquilla

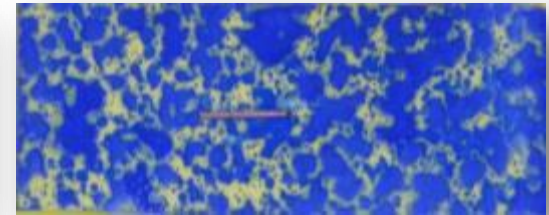
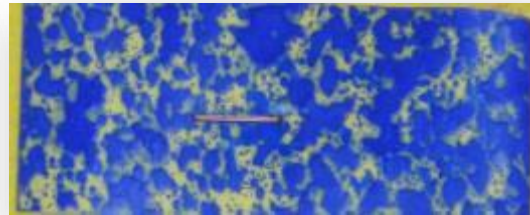
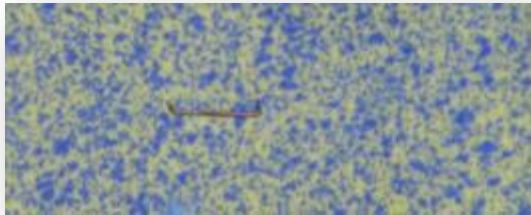
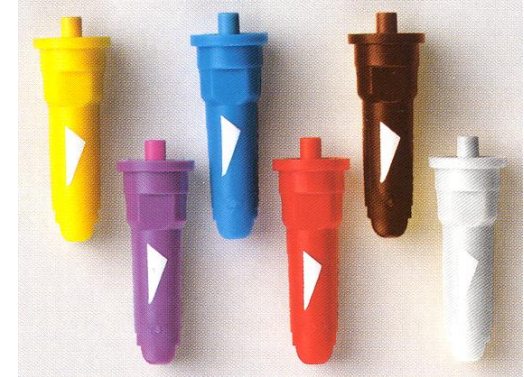
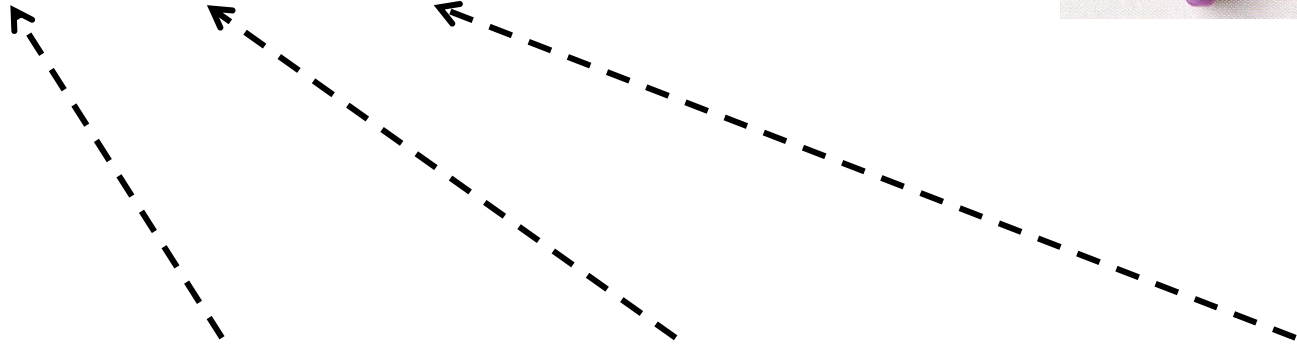
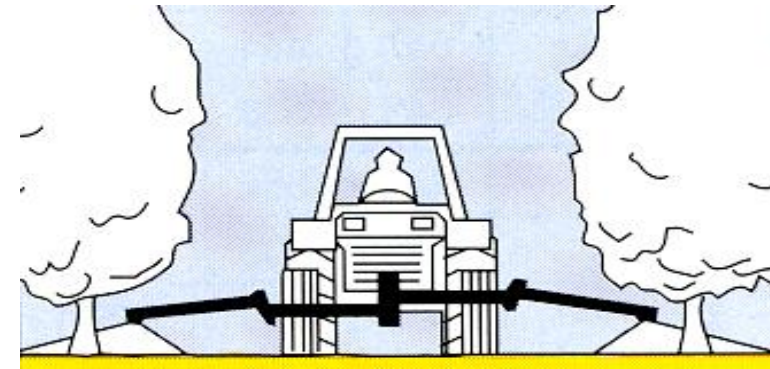




# Boquillas convencionales + boquilla de extremo



# Boquillas baja deriva+ boquilla de extremo







*El mejor equipo puede ser el que peor aplique...*



## Ejemplo



$$\text{Caudal (l/min)} = \frac{700 \text{ (l/ha)} \times 4 \text{ (m)} \times 4 \text{ (km/h)}}{600} = 18,6 \text{ l/min}$$

$$Q_u \text{ (l/min)} = \frac{18,6 \text{ l/min}}{18 \text{ boquillas}} = 1 \text{ l/min}$$

Caudal (litros por minuto)											
Boquilla	Presión de trabajo (bar)										
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
lila	0.37	0.40	0.43	0.45	0.48	0.50	0.53	0.55	0.57	0.59	0.61
marrón	0.48	0.52	0.56	0.59	0.62	0.66	0.69	0.71	0.74	0.77	0.78
amarilla	0.74	0.81	0.87	0.92	0.97	1.02	1.07	1.11	1.15	1.19	1.23
naranja	0.98	1.06	1.14	1.21	1.28	1.34	1.40	1.46	1.51	1.57	1.62
roja	1.39	1.51	1.62	1.72	1.82	1.91	1.99	2.07	2.15	2.22	2.30



## Paso 5: Ajuste del caudal de líquido

(selección de boquillas)

$$\text{Volumen (l/ha)} = \frac{\text{Caudal (l/min)} \times 600}{\text{anchura (m)} \times \text{velocidad (km/h)}}$$

$$\text{Caudal (l/min)} = \frac{\text{Volumen (l/ha)} \times \text{anchura (m)} \times \text{velocidad (km/h)}}{600}$$




Caudal (litros por minuto)											
Boquilla	Presión de trabajo (bar)										
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
lila	0.37	0.40	0.43	0.45	0.48	0.50	0.53	0.55	0.57	0.59	0.61
marrón	0.48	0.52	0.56	0.59	0.62	0.66	0.69	0.71	0.74	0.77	0.78
amarilla	0.74	0.81	0.87	0.92	0.97	1.02	1.07	1.11	1.15	1.19	1.23
naranja	0.98	1.06	1.14	1.21	1.28	1.34	1.40	1.46	1.51	1.57	1.62
roja	1.39	1.51	1.62	1.72	1.82	1.91	1.99	2.07	2.15	2.22	2.30





Nozzle Type
Spray Pattern
Dropsizes Characteristics
Drift Hazard
Recommended Pressures

ADI Anti-Drift Nozzles

Low

2 to 4 bar

	Soil Incorporated	Good		Excellent	
<b>Herbicida</b>	Pre-emergence	Good	Excellent	Excellent	
	Contact	Good	Good		Excellent
	<b>Sistémico</b>	Good	<b>Excelente</b>	Excellent	Good
<b>Fungicides</b>	Contact	Excellent	Good		Excellent
	Systemic	Good	Excellent	Excellent	
<b>Insecticides</b>	Contact	Excellent	Good		Excellent
	Systemic	Good	Excellent		
<b>Liquid Fertilisers</b>		Good	Excellent	Excellent	Good





# Herramientas de ayuda al usuario

