

# Aplicación de fitosanitarios segura y eficaz

**Montse Gallart y Mireia Ercilla**

Departamento de Ingeniería Agroalimentaria y Biotecnología  
Universitat Politècnica de Catalunya

Actividad de la Cátedra Syngenta - UPC



## Unidad de Mecanización Agraria. UMA

### investigación



[Català](#) [English](#)

[> Presentación](#)

[> Quienes somos](#)

[> Ubicación](#)

[> Líneas de investigación](#)

[> Formación y transferencia](#)

[> Acciones Prowadis](#)

[> Certificaciones y ensayos](#)

[> Inspección de equipos de aplicación](#)

[> Curso de inspectores](#)

[> Enlaces](#)

[> Publicaciones](#)

[> Prensa y medios de comunicación](#)

[> Desarrollo y herramientas](#)

[--> Síguenos también en facebook](#)

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), dispone además de un nuevo Laboratorio de Mecanización Agraria en Agropolis, un nuevo parque científico recientemente construido por la UPC, en el que la UMA desarrolla la mayor parte de sus actividades.



Teniendo como núcleo central la mecanización agraria, las actividades que el grupo de trabajo lleva a cabo se enmarcan en tres grandes apartados: docencia, investigación y transferencia de tecnología. La estrecha relación que la UMA mantiene con las principales empresas del sector posibilita la organización de actividades docentes en las que el estudiante dispone de las últimas novedades del sector, permitiendo una formación perfectamente adaptada a las necesidades profesionales actuales.

Por otra parte, la actividad investigadora del grupo, definida como investigación aplicada, permite la obtención de resultados directamente aplicables al sector productivo, gracias entre otros aspectos, a la estrecha relación con los fabricantes. Y ello genera un interesante *feed-back* que ha generado ya notables beneficios.

El laboratorio de Mecanización Agraria dispone de la acreditación del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino (MARM) para la realización de ensayos de certificación de

### Noticias [RSS](#)

[Fotografías inauguración cátedra](#)  
15/07/2013

[Mañana: Cátedra Syngenta-UPC](#)  
10/07/2013

[Jornada Épila \(Zaragoza\)](#)  
14/06/2013

[Fotos Jornada de El Algar \(Murcia\)](#)  
24/05/2013

[Jornada PROWADIS en El Algar](#)  
23/05/2013

[➔ Más noticias...](#)





### ACTIVIDADES

#### Formación

- Estibaliz, Álaba. 2013
- Sant Sadurní d'Anoia, Barcelona. 2013
- Demoagro, Aranda de Duero. 2013
- La Orden, Bajajoz. 2013
- Miranda de Ebro. 2013
- Épila, Zaragoza. 2013

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



## Buenas prácticas agrícolas: la clave del éxito

Boquillas y gotas

Regulación de equipos de aplicación



# Factores claves para una buena aplicación:

- **Producto fitosanitario**
- **Equipo**
- **Condiciones ambientales**







DAYTON

13.6-28

GAR MELET



40

60

20

80

*Primany*

100

Kg/cm<sup>2</sup>













**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**

# Cuaderno de explotación



Toda explotación o usuario profesional de productos fitosanitarios llevará de forma actualizada un cuaderno de campo

# Carnet de aplicador



A partir del 26 de noviembre de 2015 Deberán estar en posesión del carnet aquellas personas que: 1) compren productos, 2) realicen cualquier tipo de manipulación de productos (transporte, almacenamiento, etc.), 3) realicen tratamientos

Fuente: MAGRAMA. Campaña de divulgación del uso sostenible de productos fitosanitarios



# Gestión Integrada de Plagas

La **gestión integrada de plagas** pretende conseguir el desarrollo de cultivos sanos con la mínima alteración de los agroecosistemas y la promoción de los mecanismos naturales

¿Que nuevas normas entran en vigor para agricultores, fabricantes y vendedores de productos fitosanitarios?



## Obligatoriedad de la GIP a partir del 1 de Enero de 2014



EXPLOTACIONES EXENTAS



ATRIAS  
ADV

LAS EXPLOTACIONES ACOGIDAS A PRODUCCIÓN ECOLÓGICA, INTEGRADA, ATRIAS Y ADV, YA CUMPLEN CON DICHS PRINCIPIOS

El resto de cultivos y explotaciones exentas serán publicadas por el MAGRAMA\* antes del 1 de marzo de 2013

\*MAGRAMA: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente \*ROPO: Registro Oficial de Productores y Operadores

## “GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS”

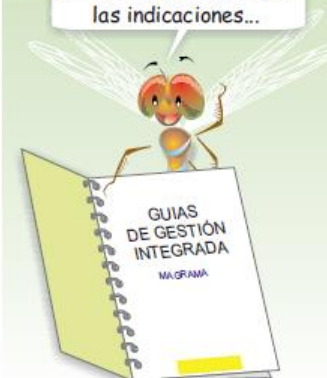
EXPLOTACIONES CON OBLIGACIÓN DE ASESORAMIENTO

Obligatorio **asesor** inscrito en el ROPO\* y documentación de asesoramiento correcta



EXPLOTACIONES SIN OBLIGACIÓN DE ASESORAMIENTO

Es suficiente con seguir las indicaciones...





## GESTIÓN DE ENVASES

Todos los envases de productos fitosanitarios, previo triple enjuague, deberán depositarse en los **puntos de recogida habilitados**



## APLICACIONES AÉREAS

Quedan **prohibidas**, salvo excepciones contempladas en legislación comunitaria y nacional



Fuente: MAGRAMA. Campaña de divulgación del uso sostenible de productos fitosanitarios



## INSPECCIÓN DE MAQUINARIA



Todos los equipos de aplicación de productos fitosanitarios deberán haber superado una **inspección técnica**

Maquinaria móvil,  
 duchas post cosecha...



# Inscripción en el registro oficial de maquinaria agrícola (ROMA)

El RD 1013/2009, de 19 de junio, sobre la caracterización y registro de la maquinaria agrícola, prevé la obligatoriedad de inscripción de todos los equipos de:

- Equipos de tratamientos fitosanitarios arrastrados o suspendidos, de cualquier capacidad o peso.



# Tipología de los equipos a inspeccionar. Prioridades



Barras



Atomizadores



Neumáticos



Espolvoreadores



Tratamientos  
aereos



Instalaciones  
fijas



Post  
cosecha

## Orden de prioridades

*Empresas de servicios  
ATRIAS, ADS y otras asociaciones  
Cooperativas agrarias  
Equipos automotrices  
Grandes equipos  
Equipos más antiguos*



# Periodicidad

- **Todos** los equipos deberán estar inspeccionados, al menos una vez antes del **26/11/2016**.
- Todos los equipos **nuevos**, adquiridos después de la entrada en vigor RD de inspecciones (**10 de diciembre de 2011**), se han de inspeccionar, **al menos una vez, dentro del plazo de los 5 primeros años**.
- **Después del año 2020, inspecciones cada 3 años en todos los EAPF** (Equipos de Aplicación de Productos Fitosanitarios)

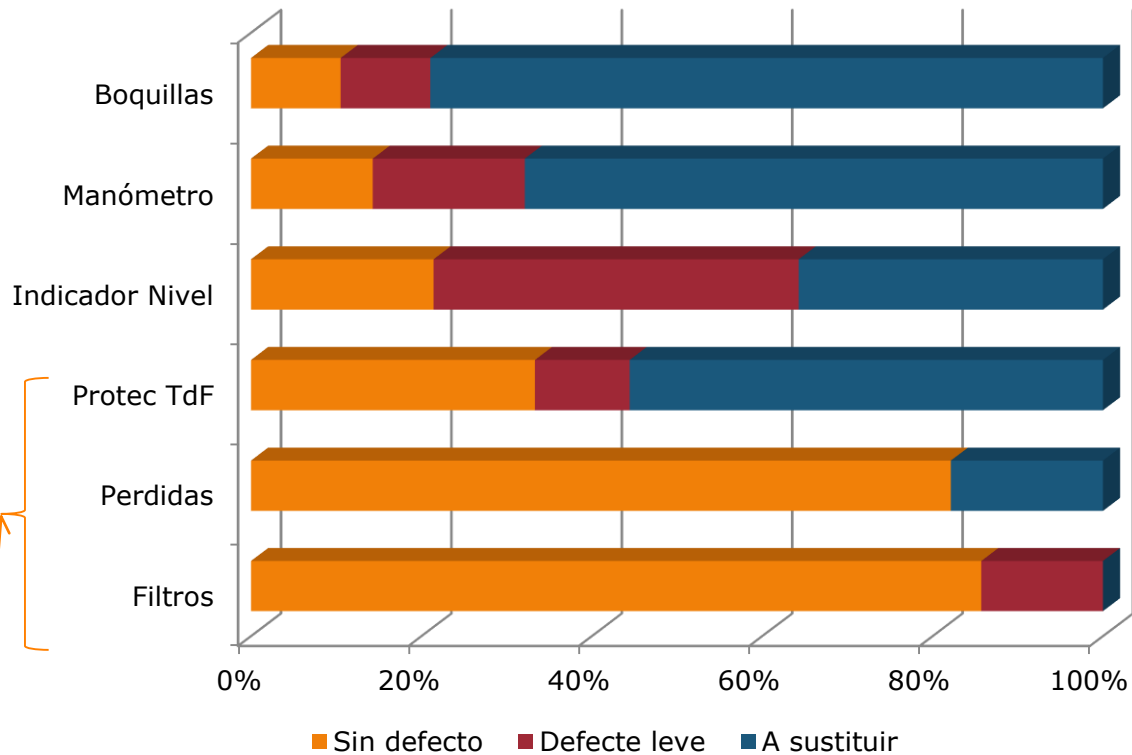


# Metodología estándar para las inspecciones

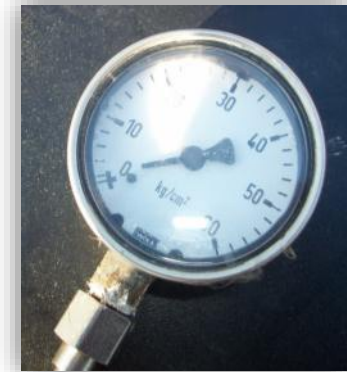


Requerimientos	Inspección visual	Medidas
Sistemas de protección	✓	
Bomba	✓	
Sistema de agitación	✓	
Tanque	✓	
Sistema de regulación		✓
Tuberías	✓	
Filtros	✓	
Boquillas		✓





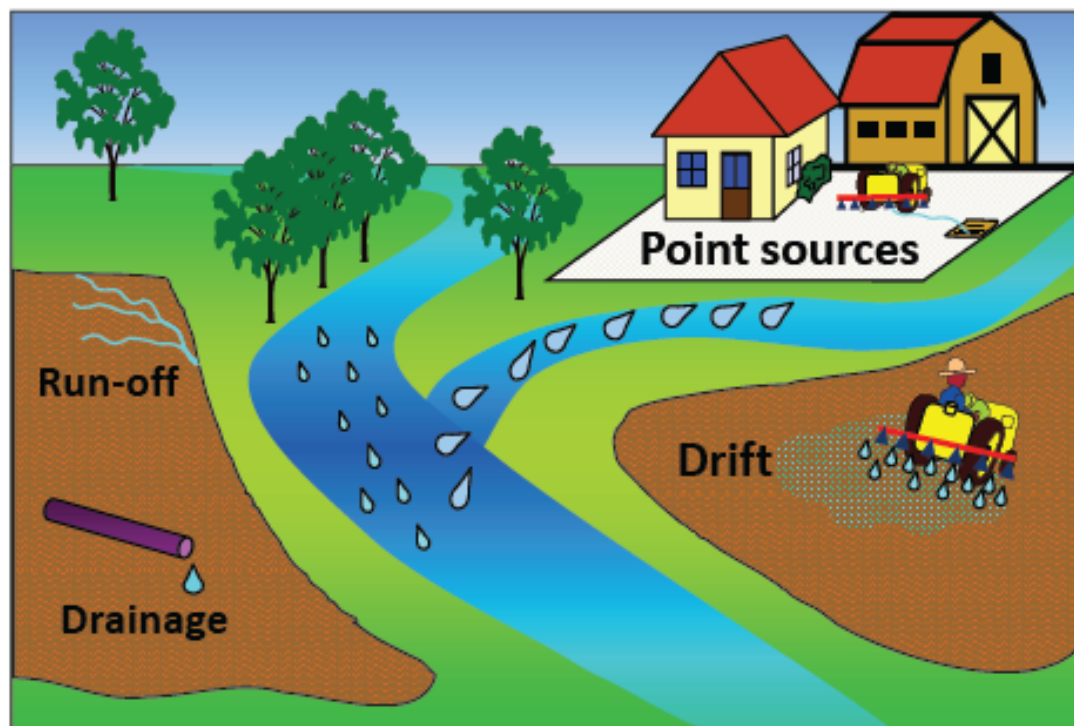
Afectan a la calidad de la aplicación



Es evidente cuando no funcionan



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



5 %  
Drift  
30 %  
Run-off

La  
contaminación  
difusa se puede  
reducir

> 50 %  
Point  
source

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

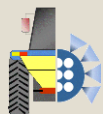
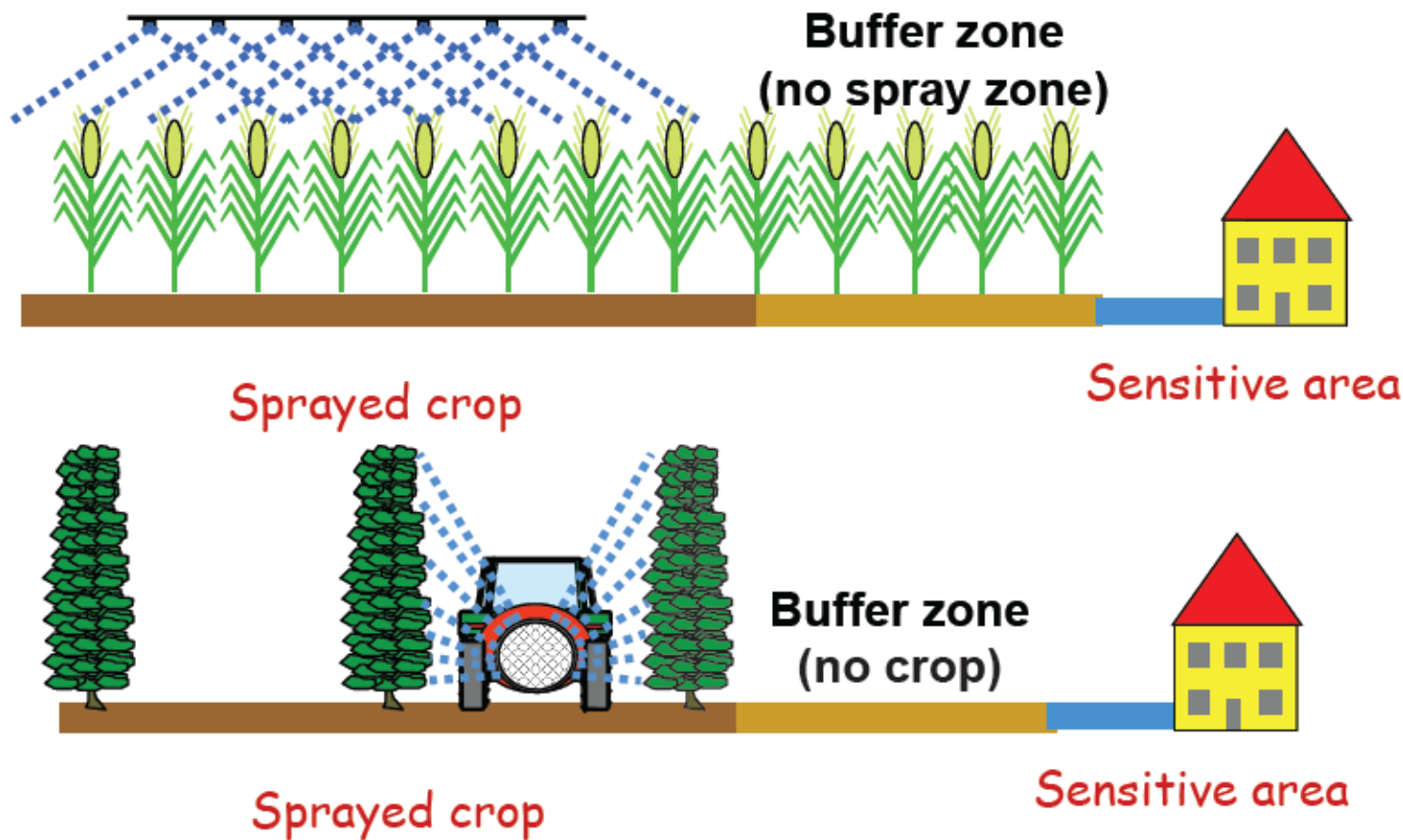
≠

## Fuentes difusas

- Deriva, escorrentía
- Evitables con buenas prácticas



# Adopción de bandas de seguridad



# Adopción de bandas de seguridad

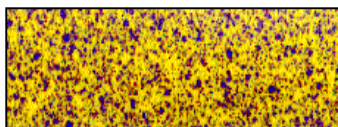


## Utilizar boquillas de baja deriva

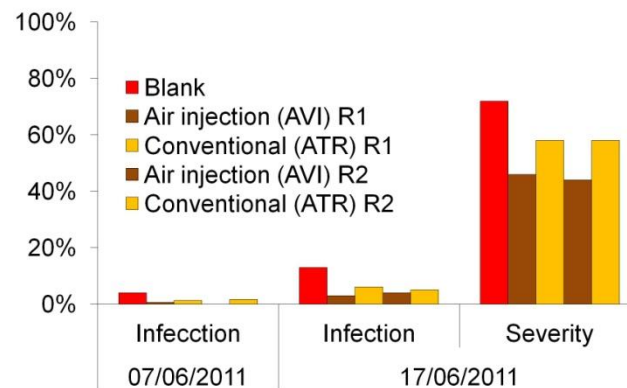
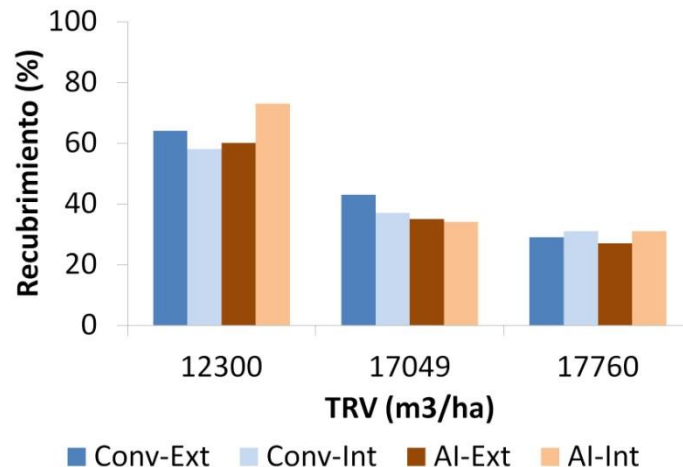
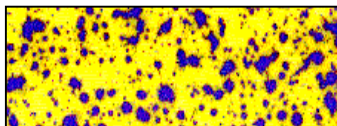


# Utilizar boquillas de baja deriva

Convencional



Baja deriva



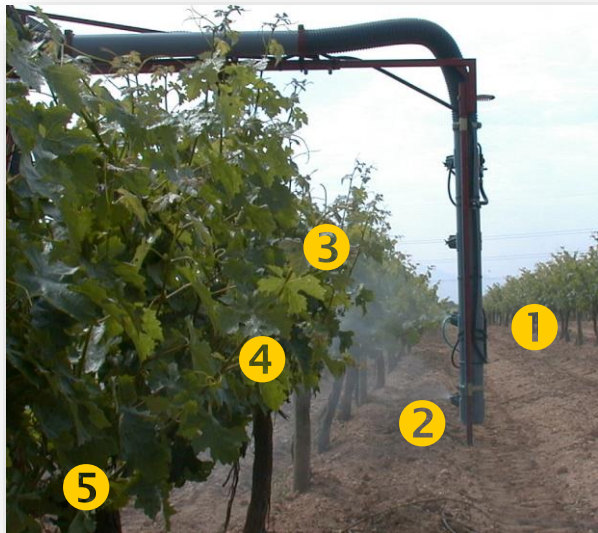
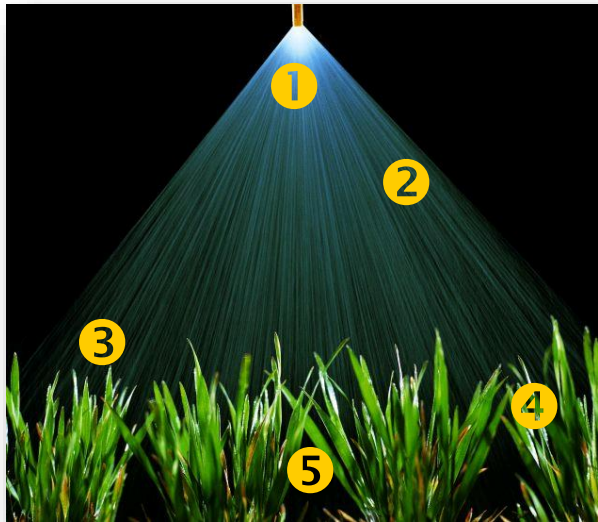


Buenas prácticas agrícolas: la clave del éxito

**Boquillas y gotas**

Regulación de equipos de aplicación





# Funciones de la boquilla

1. Control del caudal de líquido

2. Formación de las gotas

3. Distribución sobre el objetivo

4. Recubrimiento

5. Penetración



# La eficacia y el riesgo de deriva de un tratamiento dependen de:

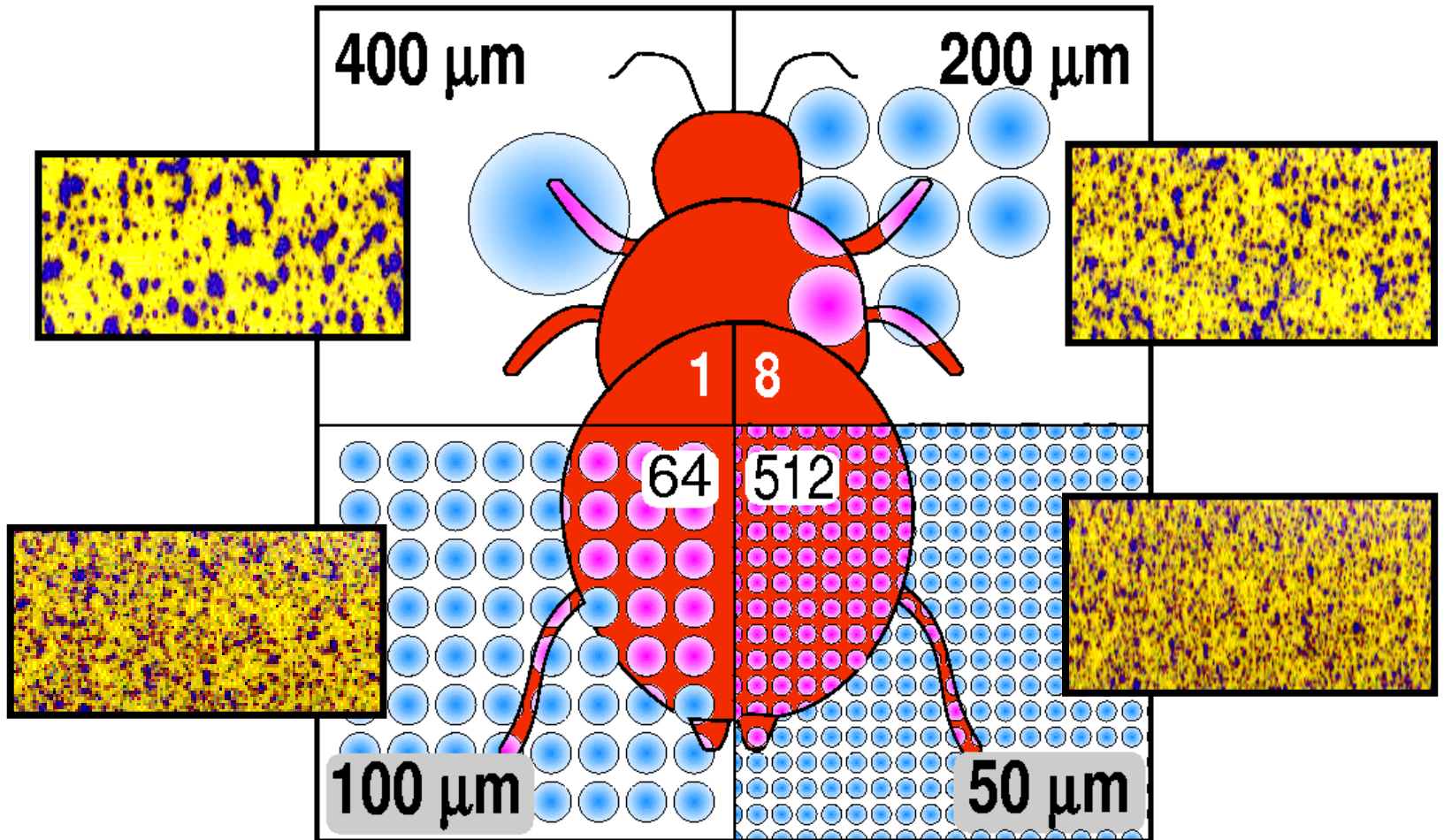


- El tamaño de gotas  
*Diámetro mediano en volumen (VMD)*
- El espectro de gotas formado  
*Rango (% gotas gruesas-% gotas finas)*

**% de volumen formado por gotas de diámetro igual o inferior a 100 micras**



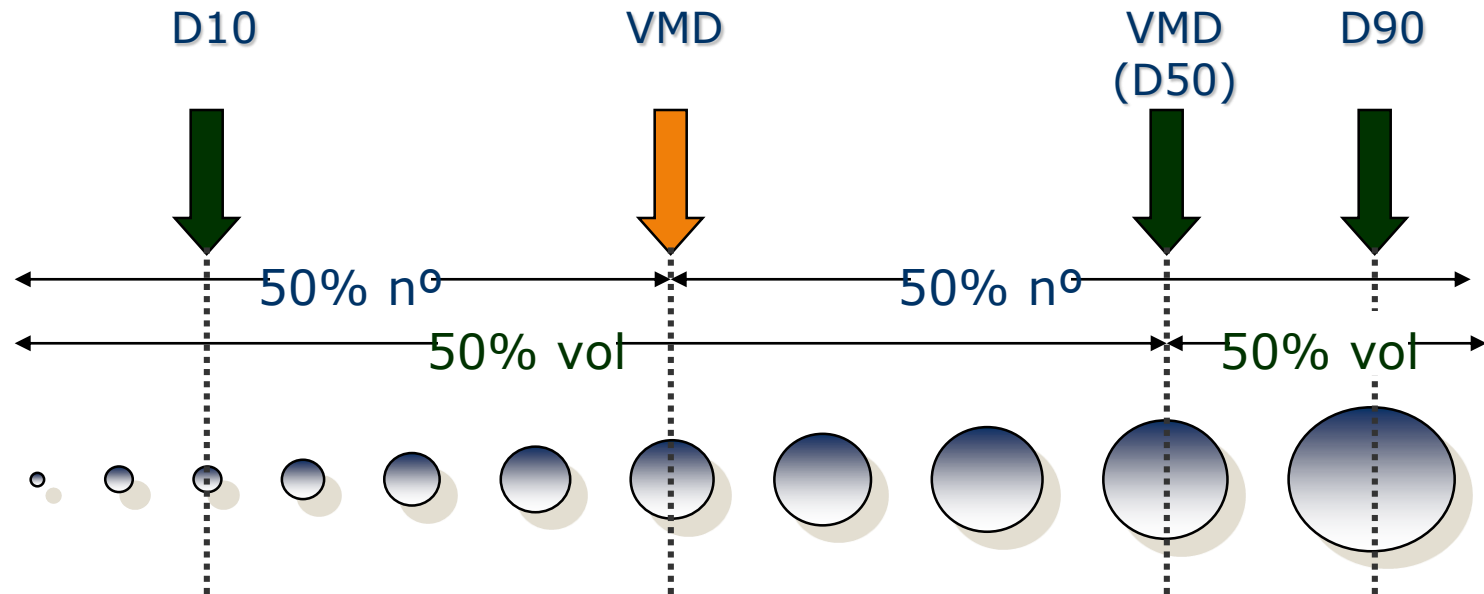
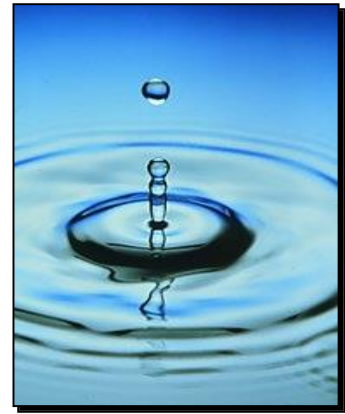




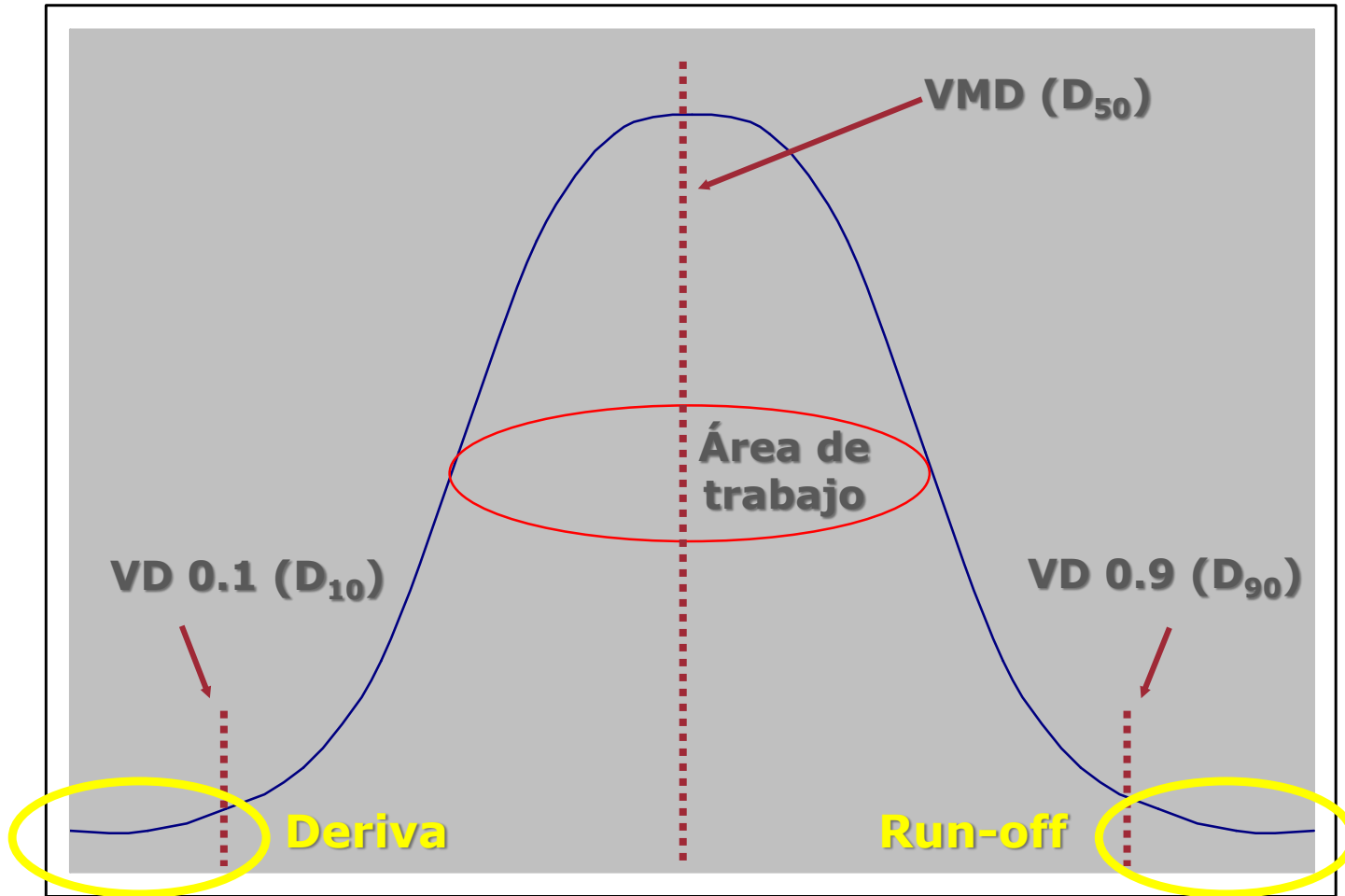
# VMD

## (Volume Median Diameter) Diámetro medio volumétrico

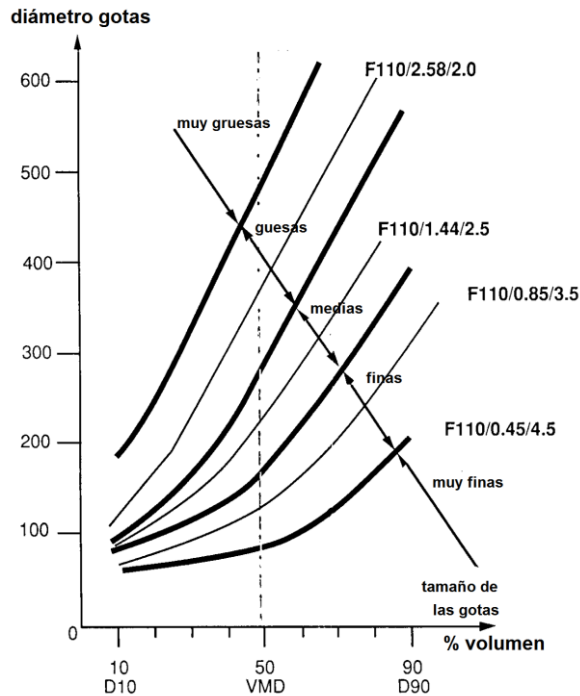
Diámetro de la gota que divide a la población en dos grupos de igual volumen



# Importancia del espectro de gotas



# Clasificación del tamaño de gotas




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



# Tamaño de la gota




**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		

# Caudal de las boquillas y código de colores según la ISO 10625

Presión (bar)	Caudal (L/min)											
	Morado 0050	Rosa 0075	Naranja 01	Verde 015	Amarillo 02	Lila 025	Azul 03	Rojo 04	Marrón 05	Gris 06	Blanco 08	Negro 10
1	-	-	0.23	0.35	0.46	0.58	0.69	0.92	1.15	1.39	1.85	2.31
1.5	-	-	0.28	0.42	0.57	0.71	0.85	1.13	1.41	1.70	2.26	2.83
2	-	-	0.33	0.49	0.65	0.82	0.98	1.31	1.63	1.96	2.61	3.27
2.5	-	-	0.37	0.55	0.73	0.91	1.10	1.46	1.83	2.19	2.92	3.65
3	-	-	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.60	2.00	2.40	3.20	4.00
4	-	-	0.46	0.69	0.92	1.15	1.39	1.85	2.31	2.77	3.70	4.62
5	-	0.39	0.52	0.77	1.03	1.29	1.55	2.07	2.58	3.10	4.13	5.16
6	-	0.42	0.57	0.85	1.13	1.41	1.70	2.26	2.83	3.39	4.53	5.66
7	0.31	0.46	0.61	0.92	1.22	1.53	1.83	2.44	3.06	3.67	4.89	6.11
8	0.33	0.49	0.65	0.98	1.31	1.63	1.96	2.61	3.27	3.92	5.23	6.53
9	0.35	0.52	0.69	1.04	1.39	1.73	2.08	2.77	3.47	4.16	5.54	6.93
10	0.37	0.55	0.73	1.10	1.46	1.83	2.19	2.92	3.65	4.38	5.84	7.30
11	0.38	0.57	0.77	1.15	1.53	1.91	2.30	3.06	-	-	-	-
12	0.40	0.60	0.80	1.20	1.60	2.00	2.40	3.20	4.00	4.80	6.40	8.00
13	0.42	0.62	0.83	1.25	1.67	2.08	2.50	3.33	-	-	-	-
14	0.43	0.65	0.86	1.29	1.73	2.16	2.59	3.46	4.32	5.19	7.39	9.24
15	0.45	0.67	0.89	1.34	1.79	2.24	2.68	3.58	-	-	-	-



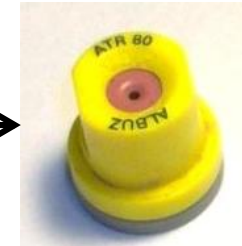
# Diferentes tipos de boquilla con código ISO



**Abanico o chorro plano**



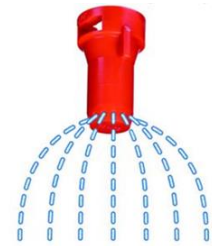
**Turbulencia o cónicas**



**Deflectoras o de espejo**



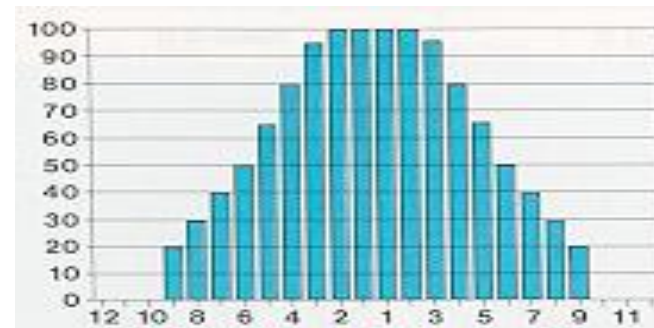
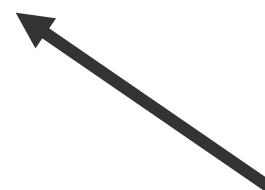
**De chorros múltiples**





# Boquillas de abanico

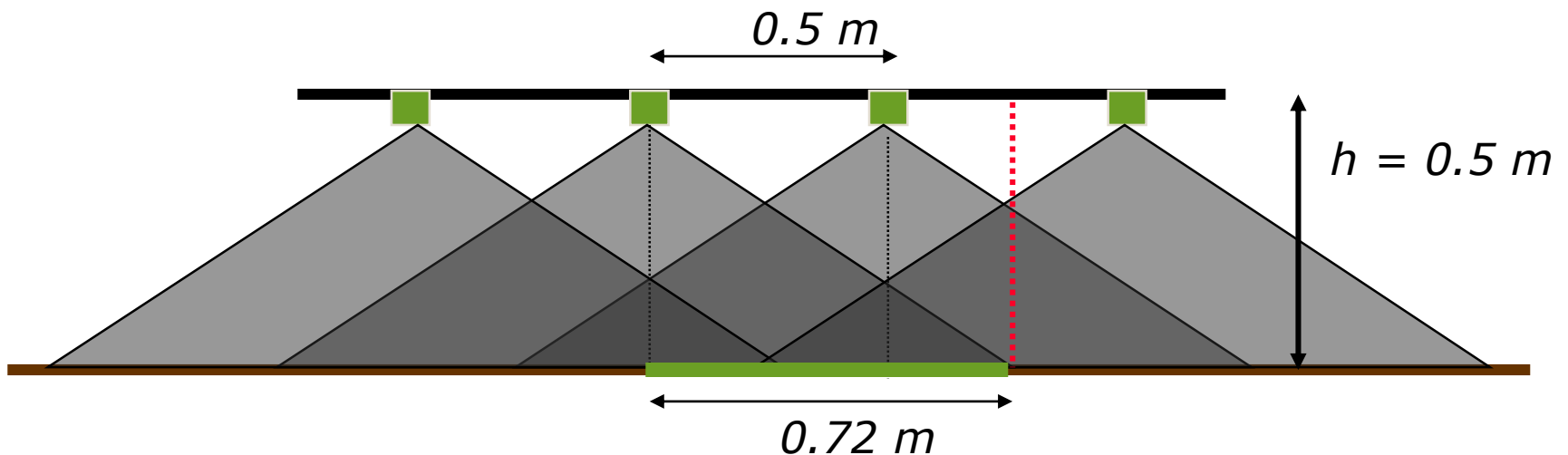
- Las preferidas en pulverización para cultivos bajos
- Solapamiento completo a 50 cm de distancia entre boquillas y a 50 cm de altura para boquillas de  $110^\circ$



# Boquillas de abanico

## Objetivo: solapamiento triple

(Boquillas de  $110^\circ$ )



Todos los puntos reciben líquido de tres boquillas





Buenas prácticas agrícolas: la clave del éxito

Boquillas y gotas

**Regulación de equipos de aplicación**



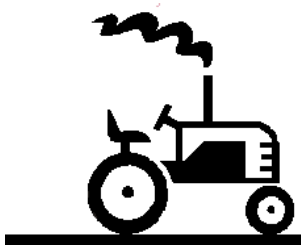
# Regulación: la clave del éxito



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



# Factores para una correcta calibración



Velocidad de avance



Anchura de trabajo



Caudal necesario (total o por boquilla)

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



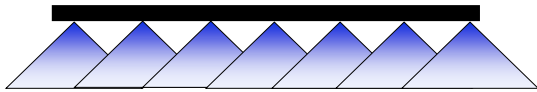
# Factores para una correcta calibración

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

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

$$\frac{\text{Caudal (l/min)}}{\text{N}^\circ \text{ boquillas}} = Q_u(\text{l/min})$$





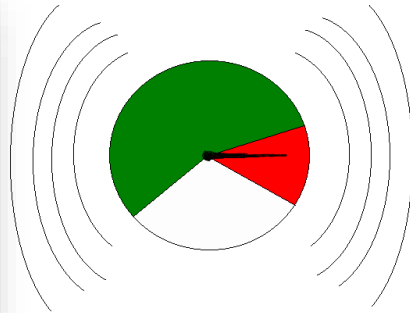
**Buscar el caudal deseado en las tablas de boquillas correspondientes. En este caso boquillas ISO o en los catálogos**

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



## Factores para una correcta regulación

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



Para doblar el caudal 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 tamaño adecuado de la boquilla de acuerdo con las necesidades en cuanto a tamaño de gotas*



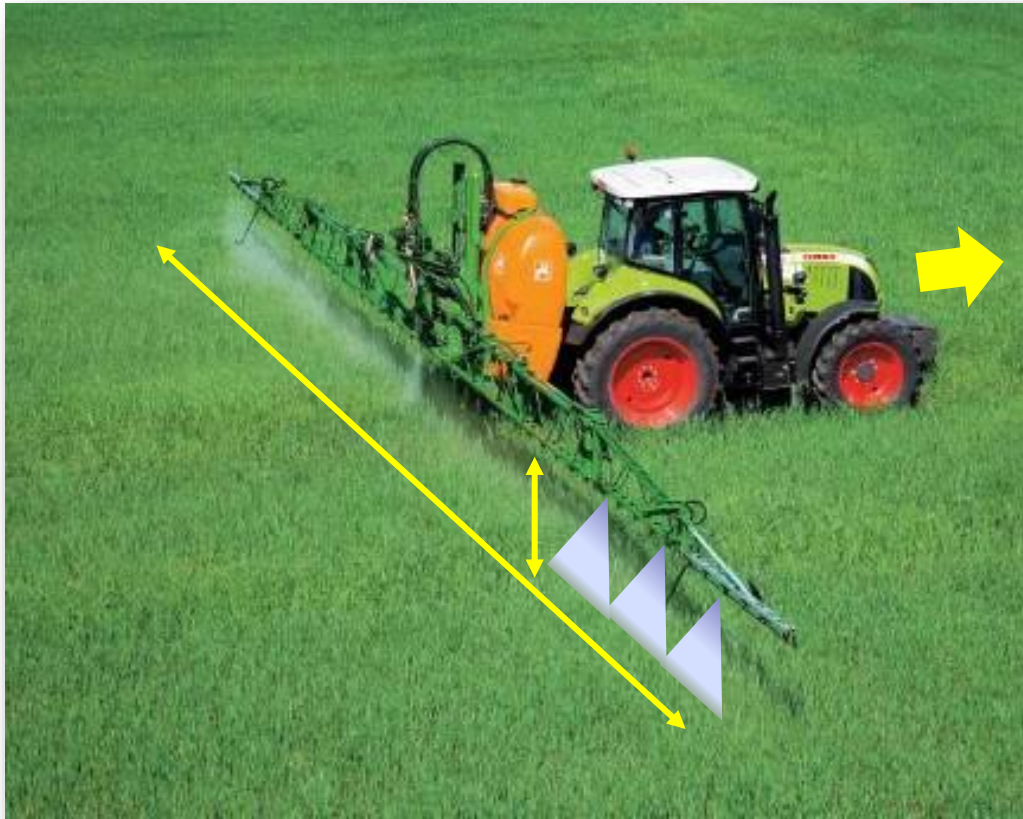


X 4

	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



# 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*

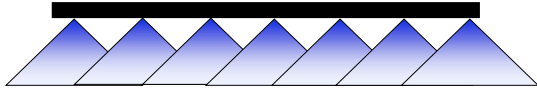
*Caudal unitario  $[q]$  (l/min)*

*Presión de trabajo (bar)*

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

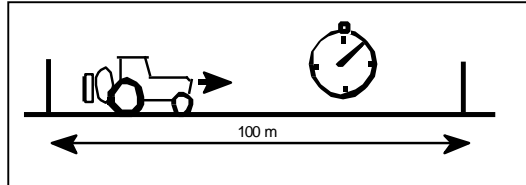


# PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION



**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**

**0,83 l/min**  $\frac{200 \times 5 \times 0,5}{600}$   
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 catálogo de las boquillas

## 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



	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>
Boquilla		
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )		
Caudal (l/min)		
Cantidad PPP en deposito		



	<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>
Boquilla	Roja 110 04	Roja 110 04
Presión (kg/cm <sup>2</sup> )	3	4
Caudal (l/min)	1,5	1,75
Cantidad PPP en deposito	16,6	8,28



# Herramientas de calibración On-line

www.agrotop.com/en/nozzle-calculator

www.spray.com/services

www.hardi-international.com

www.albuz-spray.com





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