Buenas Prácticas Agrícolas y Optimización de equipos y técnicas de aplicación de fitosanitarios en equipos de barras

Unidad de Mecanización Agraria
Departamento de Ingeniería Agroalimentaria y Biotecnología
Universitat Politècnica de Catalunya

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

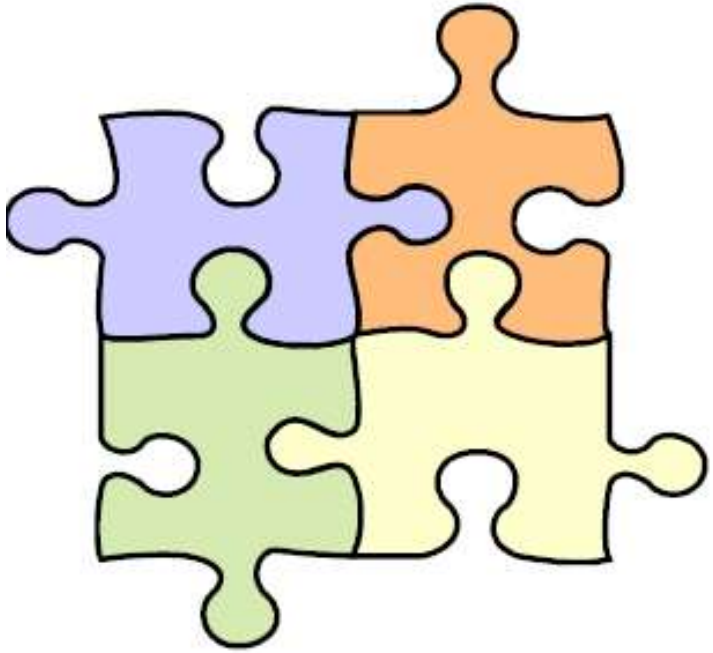
COMMANDER

20
40
60
80
100
Kg/cm 2

TOPPS
ESKIL NILSON - VISAVI

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**

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

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

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

INSPECCIÓN DE MAQUINARIA

Periodicidad

- A partir de **26 de Noviembre de 2016** no se pueden utilizar equipos que no hayan sido inspeccionados

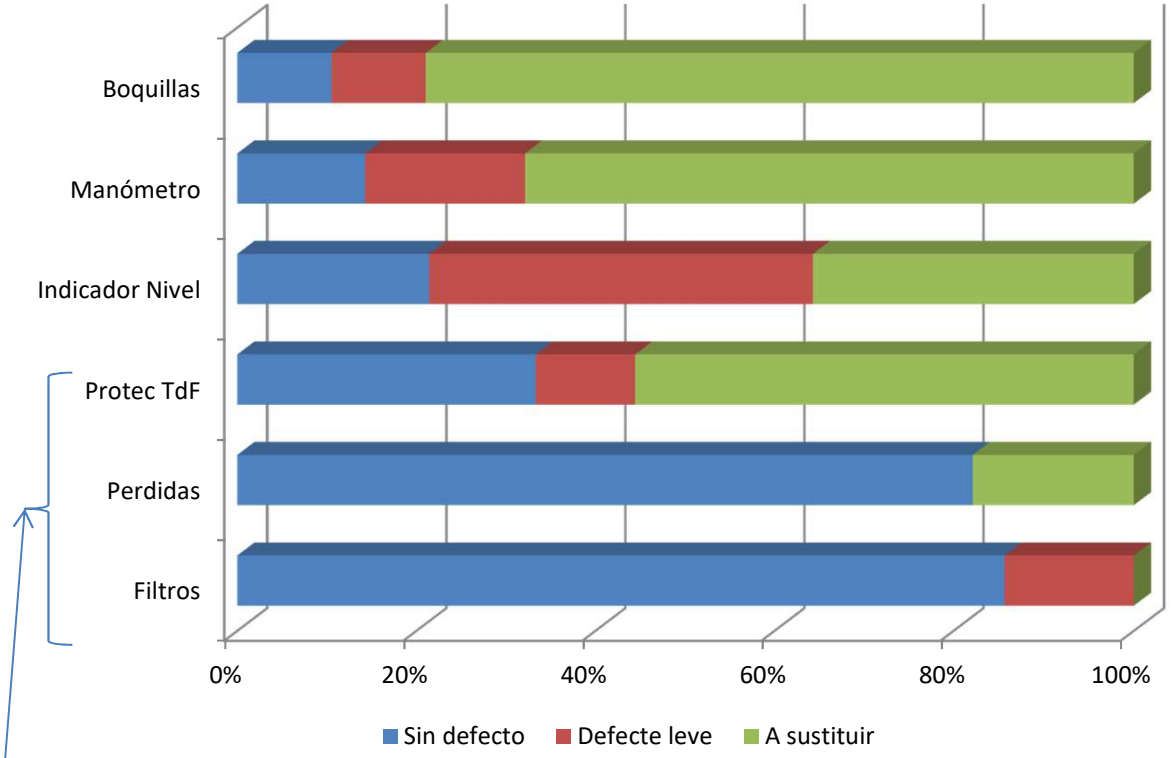
- Antes del 31 de Diciembre de 2019 todos los equipos deben ser inspeccionados cada 5 años.

- **Después del 1 de Enero de 2020,** todos los equipos deben ser inspeccionados **cada 3 años**

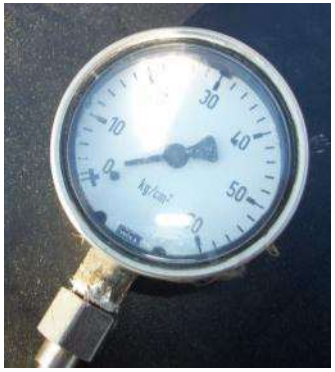
- Las inspecciones de los **equipos nuevos** se deben hacer cada 3 o 5 años según la fecha de adquisición

¿Que se revisa en una inspección?

Elemento	Inspección visual	Medidas
Sistemas de protección	✓	
Bomba	✓	✓ (capacidad)
Sistema de agitación	✓	
Tanque	✓	
Sistema de regulación	✓	✓
Tuberías	✓	
Filtros	✓	
Boquillas	✓	✓



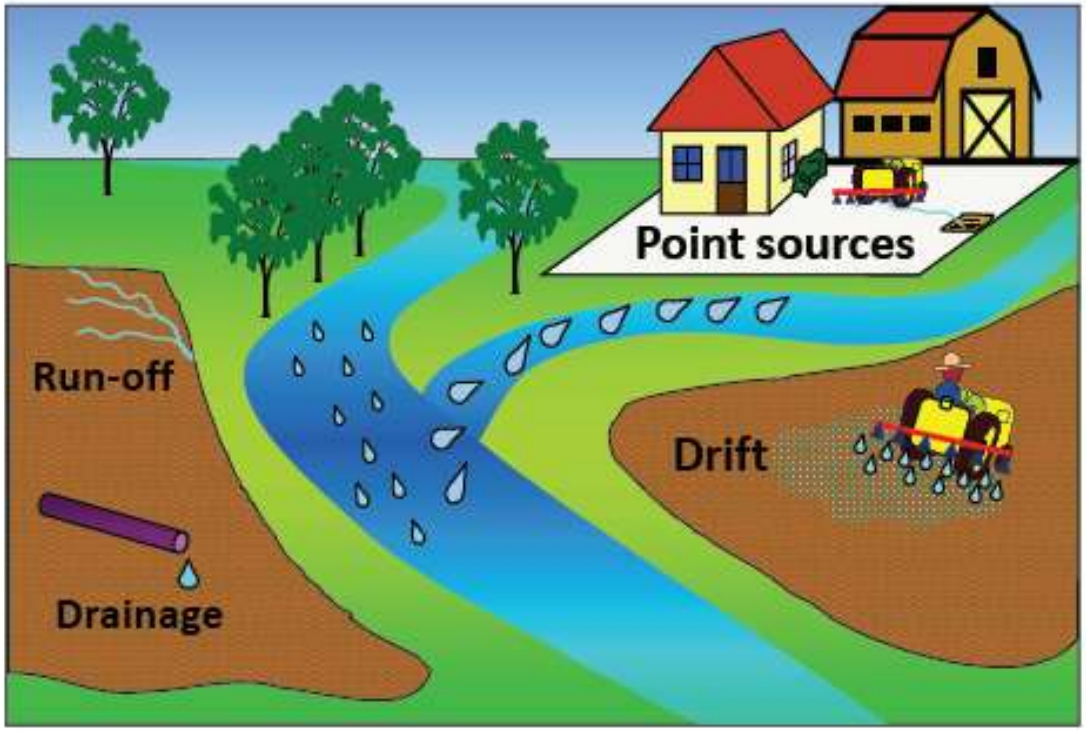
Afectan a la calidad de la aplicación



Es evidente cuando no funcionan

Dos principales rutas de entrada de PPP al agua

http://www.topps-life.org



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

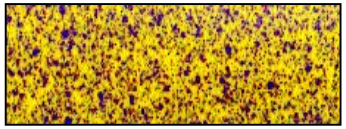
- Deriva, escorrentía
- Evitables con buenas prácticas

Buenas prácticas agrícolas

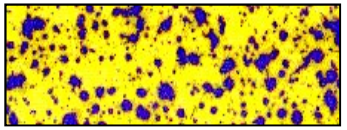
Utilizar boquillas de baja deriva

Utilizar boquillas de baja deriva

Convencional

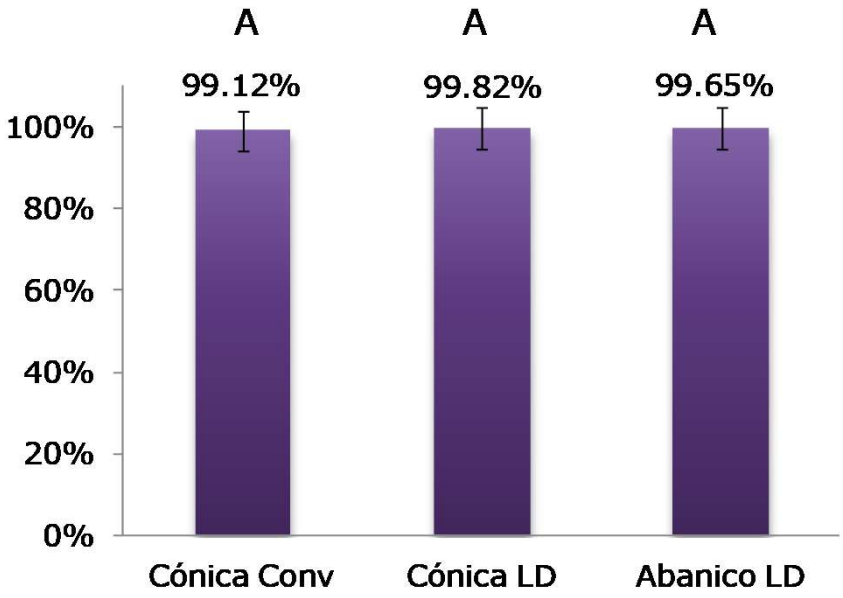


Baja deriva

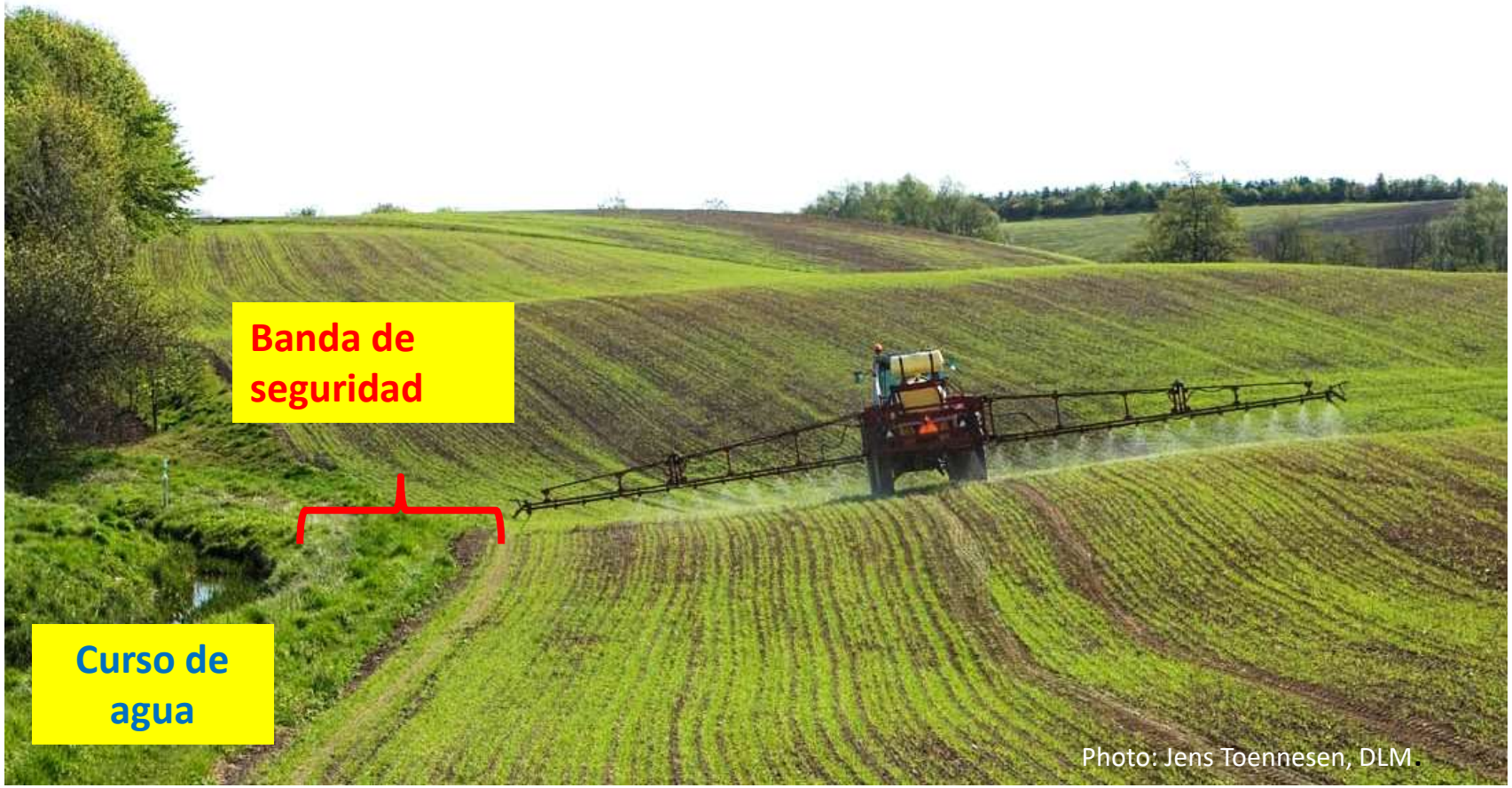


Resultados

Eficacia biológica



Adopción de bandas de seguridad zona de proteção)

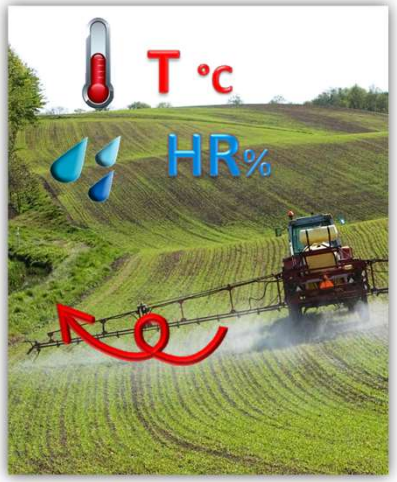


Buenas prácticas agrícolas: la clave del éxito

Boquillas y gotas

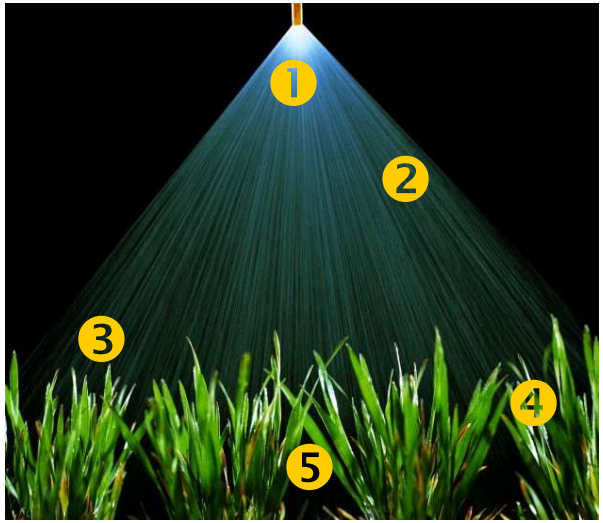
Regulación de equipos de aplicación

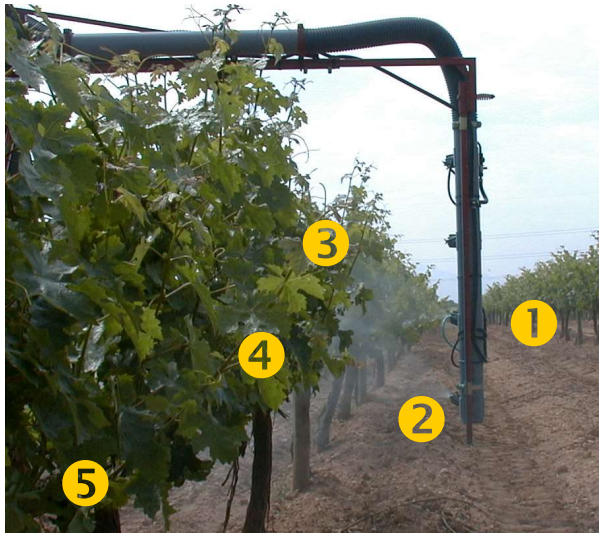
Condiciones ambientales



- Velocidad del viento:
  - Se deben evitar los tratamientos con vientos altos
- Temperatura:
  - T moderadas [10-25ºC]
  - Si la T es muy elevada → efectos térmicos tienden a levantar las gotas más finas
- Humedad:
  - HR > 50%
  - Si la HR es muy baja el agua de las gotas tiende a evaporarse → incremento de gotas más finas

Funciones de la boquilla





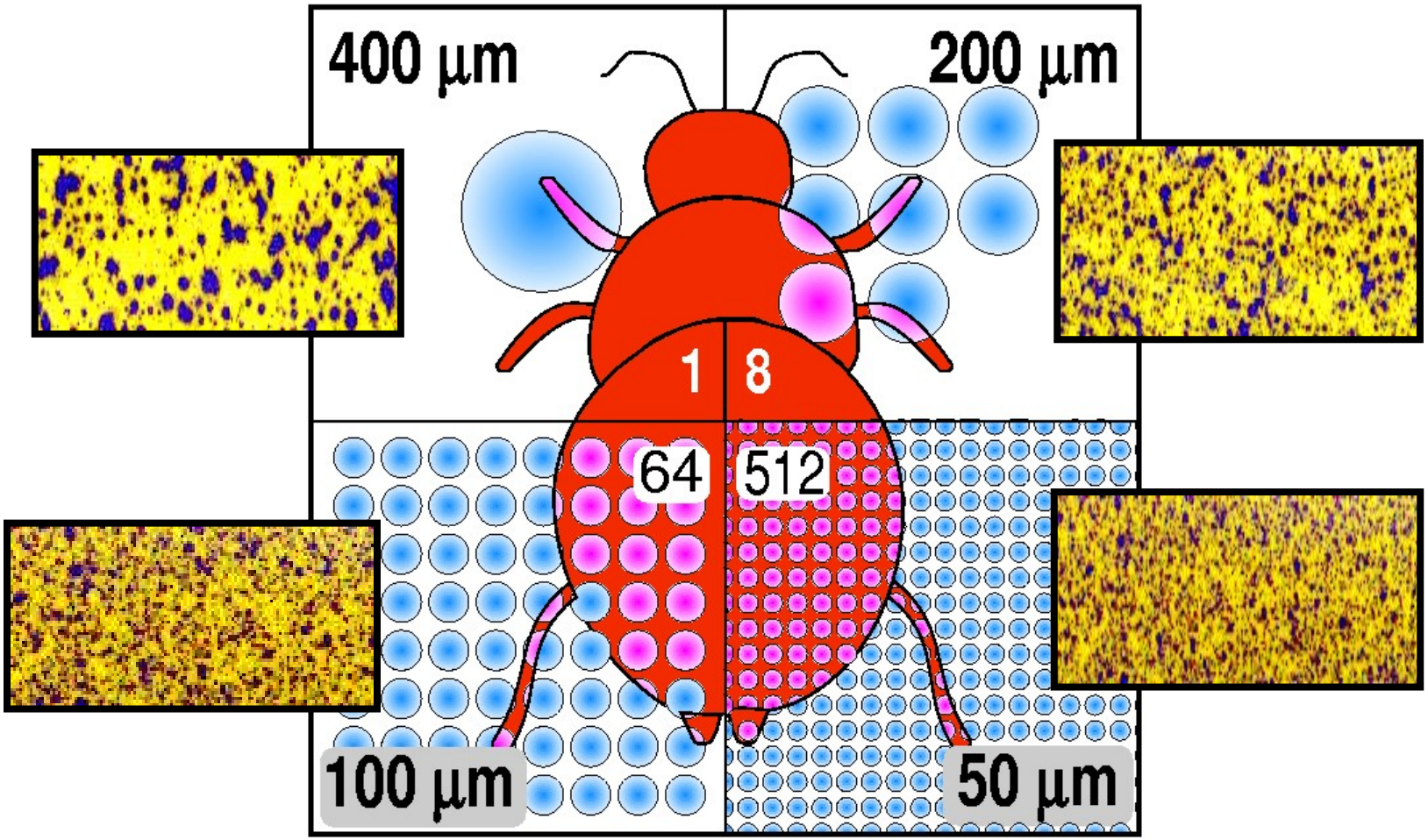
1. Control del caudal de líquido
2. Formación de las gotas
3. Distribución sobre el objetivo
4. Recubrimiento
5. Penetración

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

- El tamaño de gotas

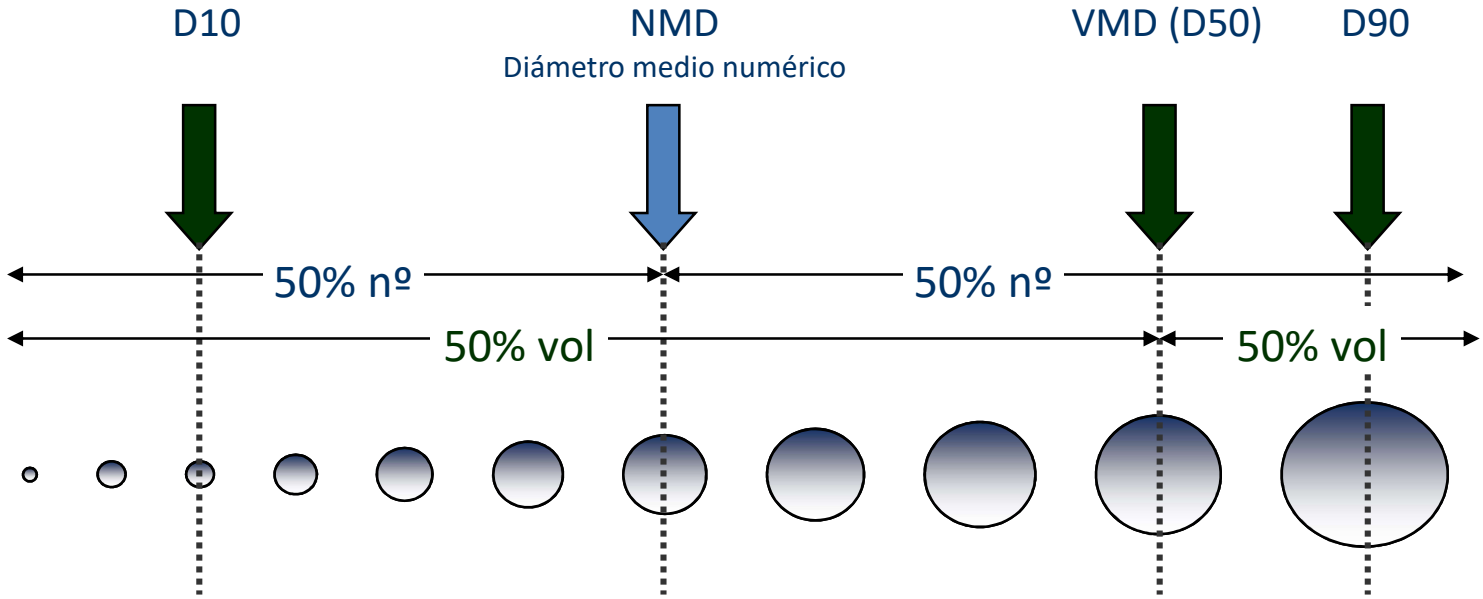
  Diámetro mediano en volumen (VMD)
- El espectro de gotas formado

  Rango (% gotas gruesas-% gotas finas)

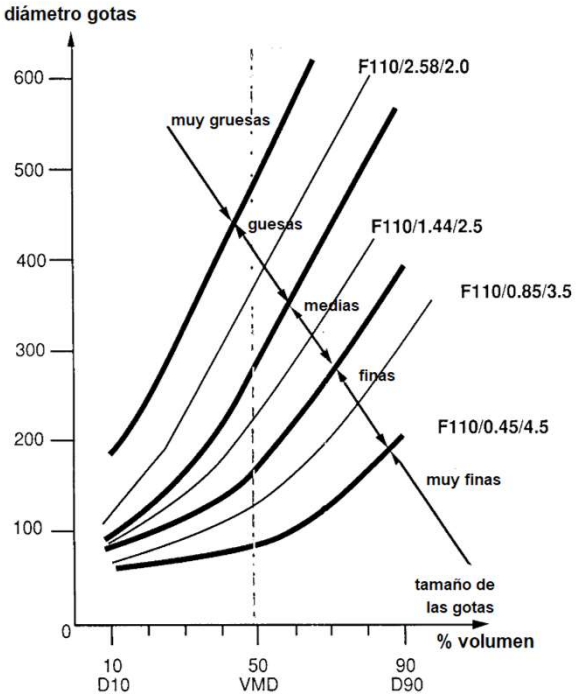

400 µm
200 µm
1
8
64
512
100 µm
50 µm

VMD
(Volume Median Diameter)
Diámetro medio volumétrico

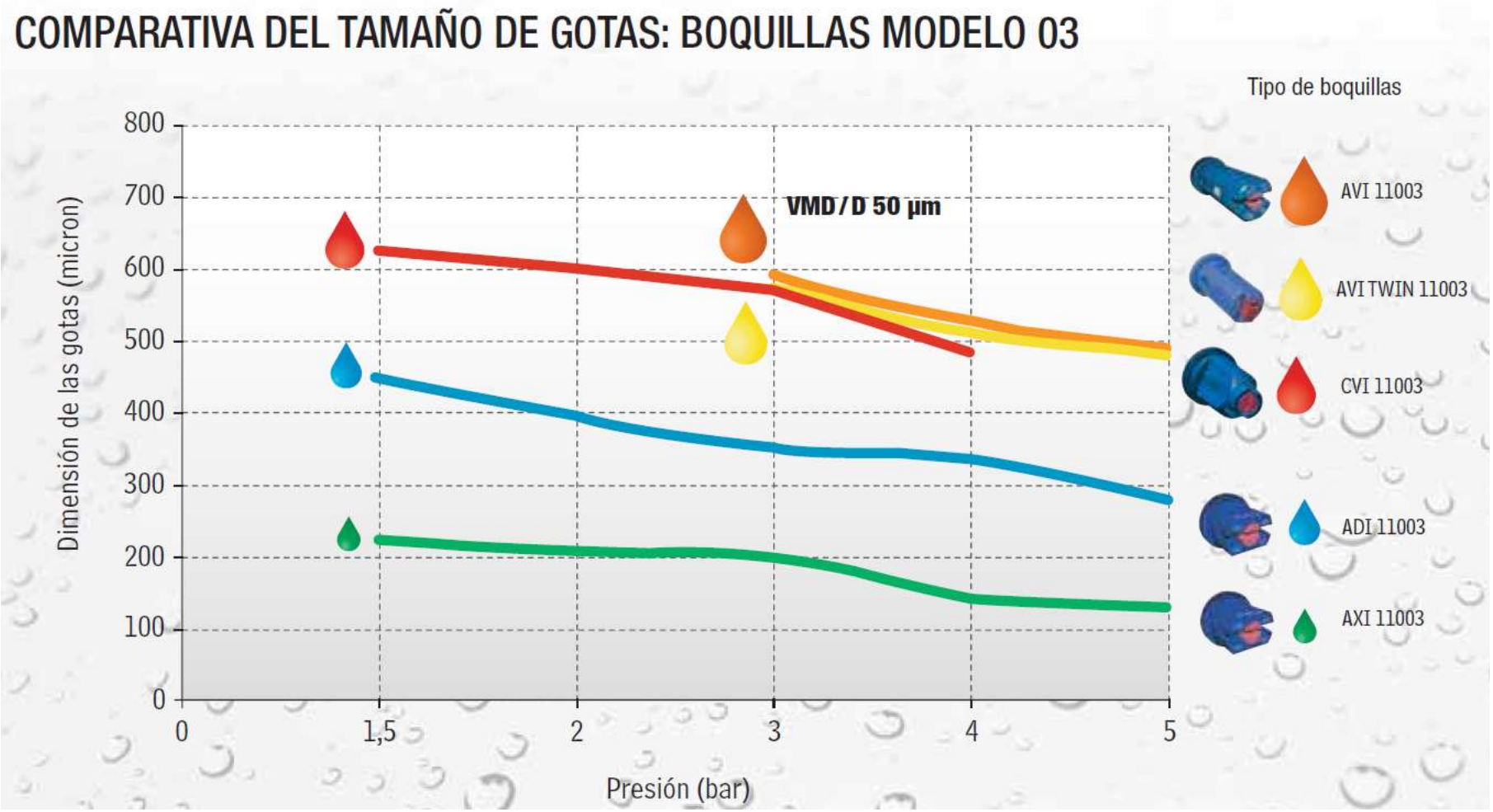
Diámetro de la gota que divide a la población en dos grupos de igual volumen



Clasificación del tamaño de gotas

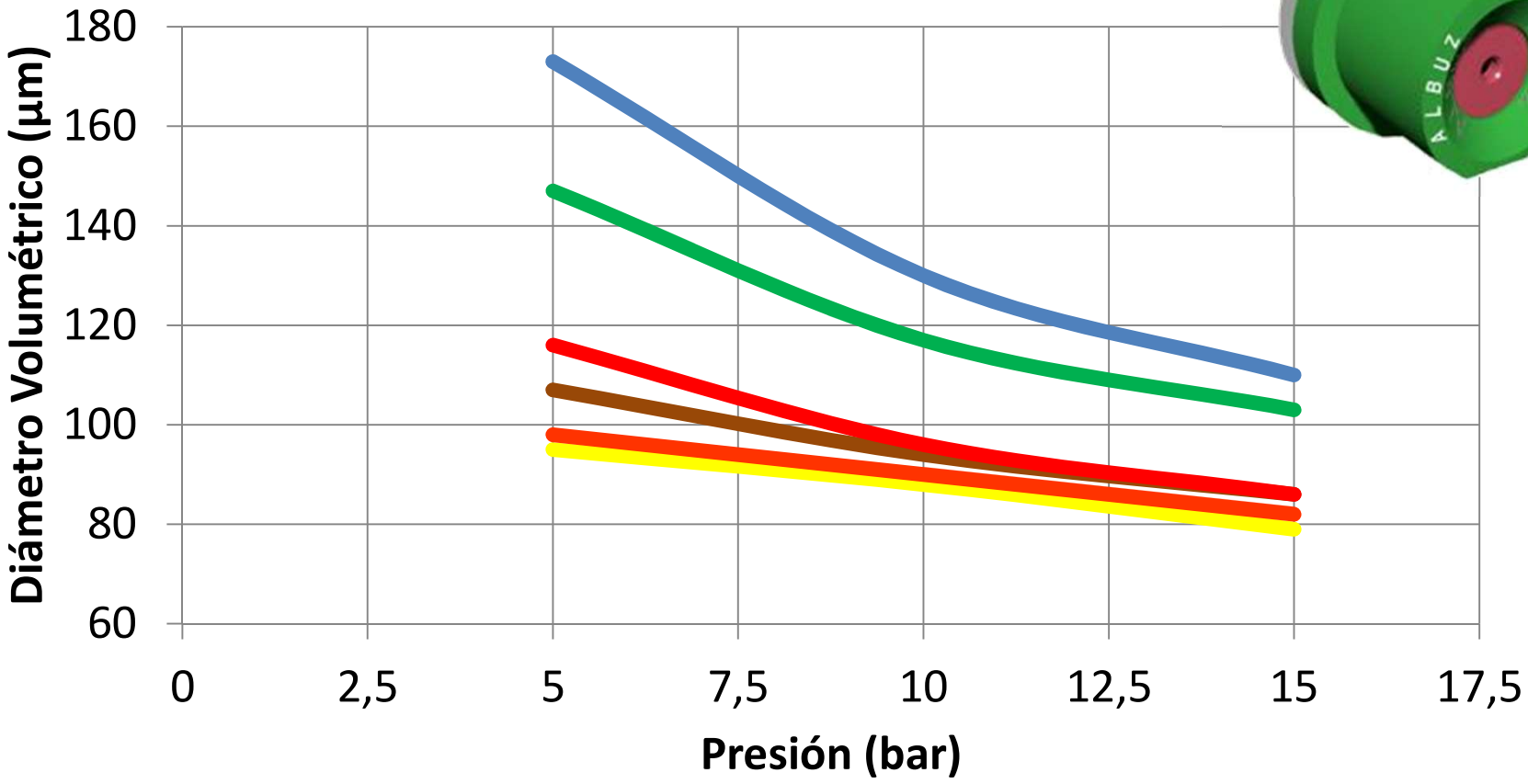


Category	BCPC	ASABE S572
Muy fina(VF)	*< 90 µm*	*< 100 µm*
Fina (F)	*90 – 200 µm*	*100 – 175 µm*
Media (M)	*200 – 300 µm*	*175 – 250 µm*
Gruesa (C)	*300 – 450 µm*	*250 – 375 µm*
Muy gruesa (VC)	*> 450 µm*	*375 – 450 µm*
Extra gruesa (XC)		*> 450 µm*

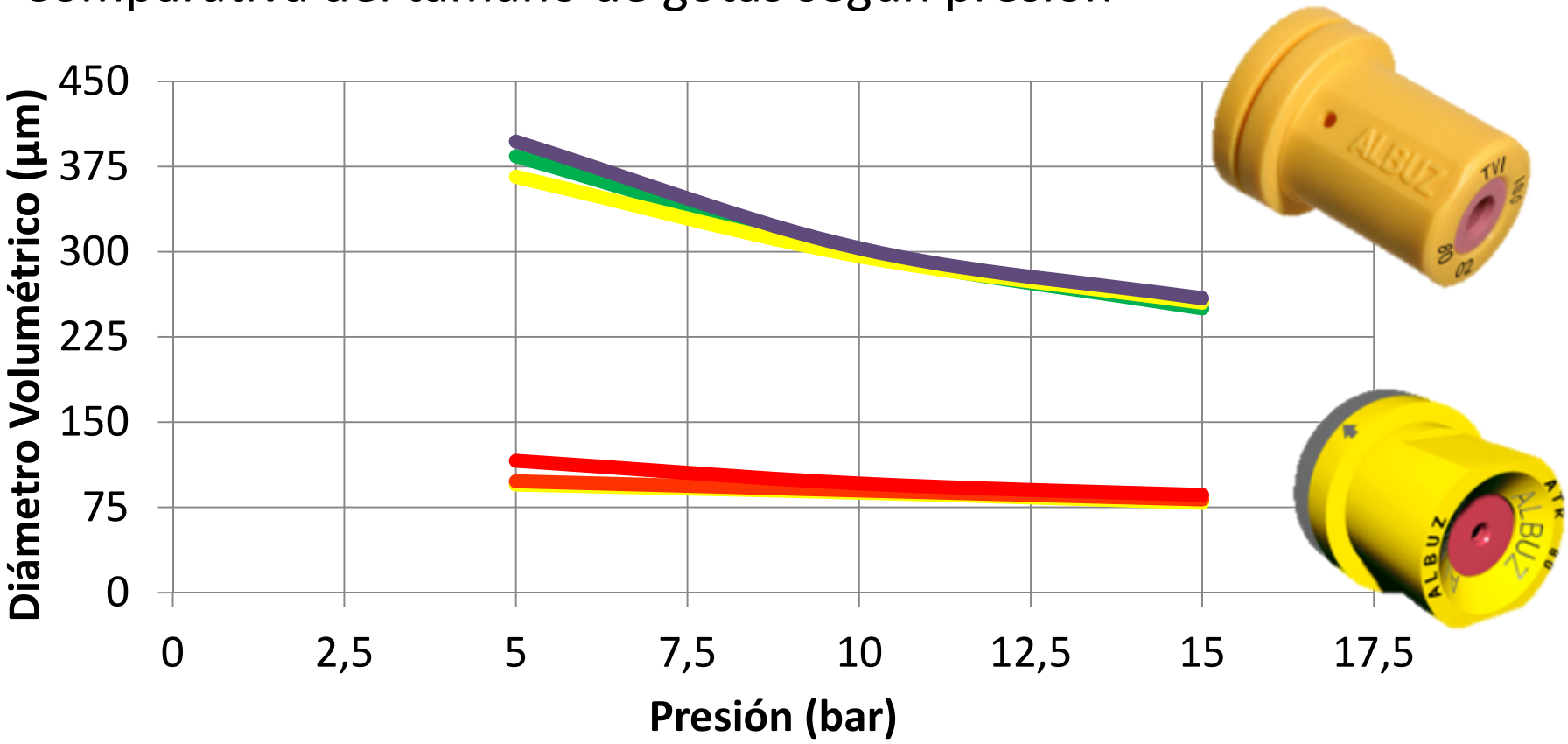


Fuente: Catalogo Albuz 2013

Comparativa del tamaño de gotas según presión



Comparativa del tamaño de gotas según presión



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

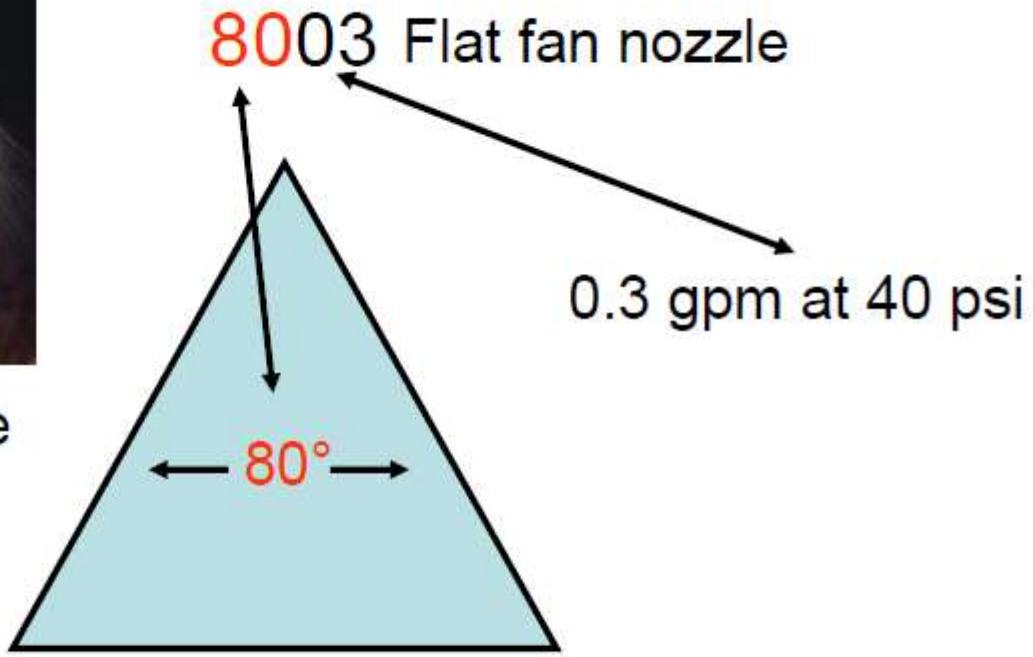
Caudal @ 3 bar / 40 psi		Color	Código	Tipo
l/min	GPM			
0.4	0.1	Naranja	01	F, LD
0.6	0.15	Verde	015	F, LD, AI
0.8	0.2	Amarillo	02	F, LD, AI
1.0	0.25	Rosa	025	AI
1.2	0.3	Azul	03	F, LD, AI
1.6	0.4	Rojo	04	F, LD, AI
2.0	0.5	Marrón	05	F
2.4	0.6	Gris	06	F
3.2	0.8	Blanco	08	F

Diferentes tipos de boquilla con código ISO

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

	Caudal (L/min)											
Presión (bar)	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	-	-	-	-

Flat fan nozzle pattern



Numbering system for Teejet nozzles

Baja deriva?

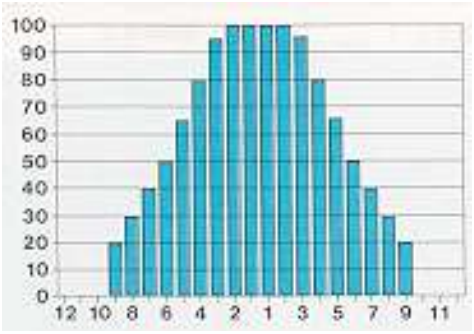
Abanico?

?*+¿!

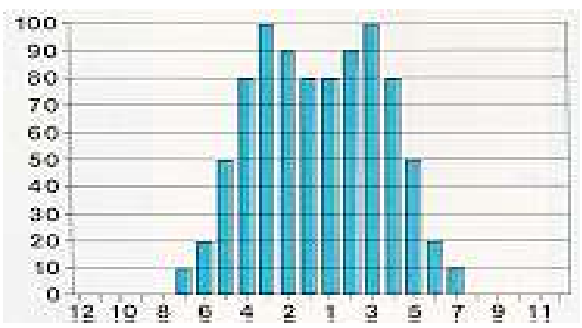
Conicas?

Angulo?

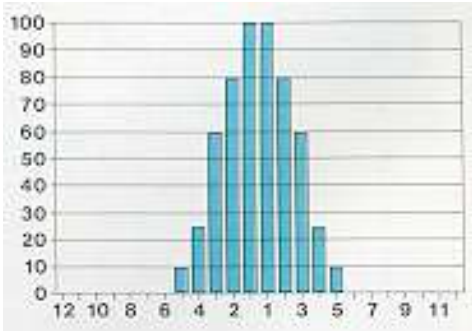
Abanico



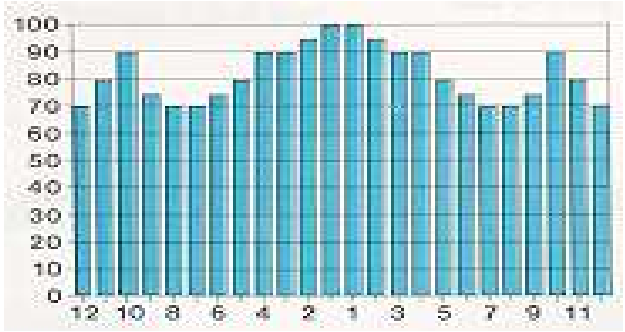
Cónica



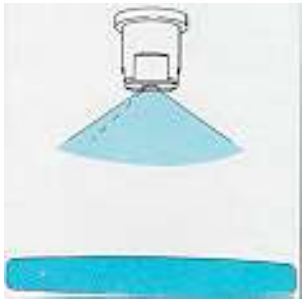
Cono lleno

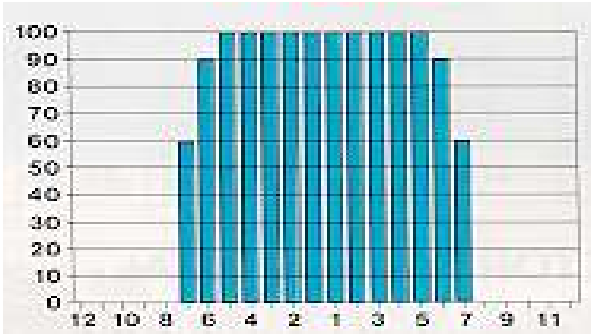


Espejo

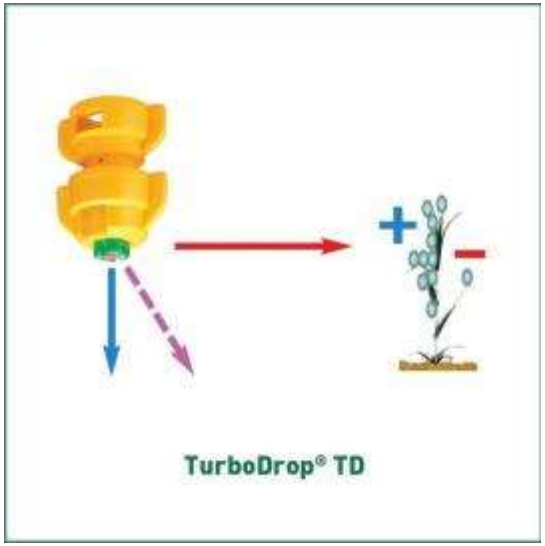


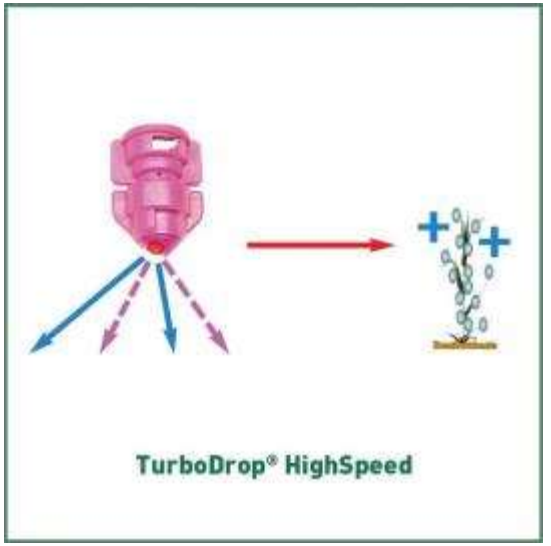
Abanico uniforme

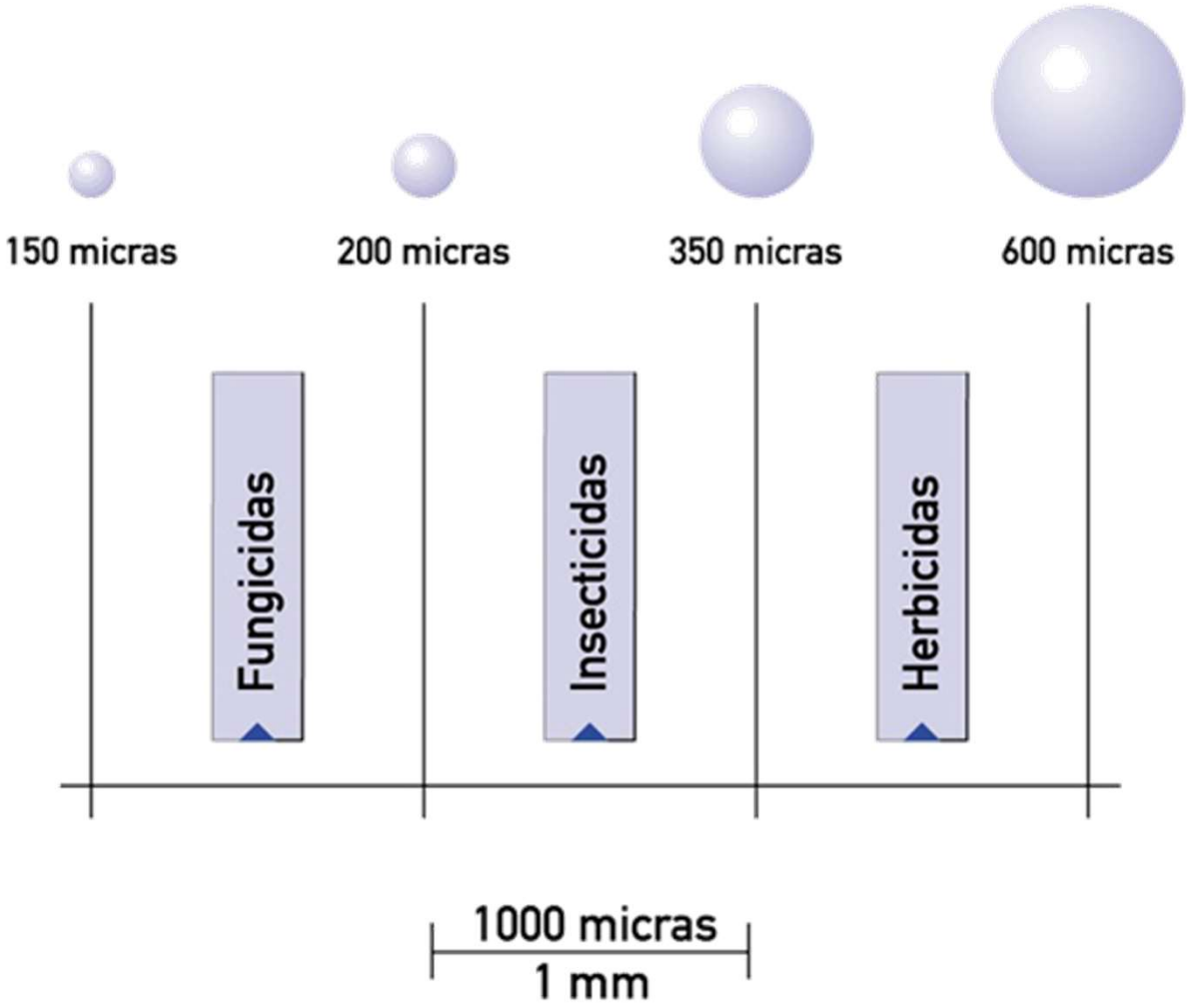




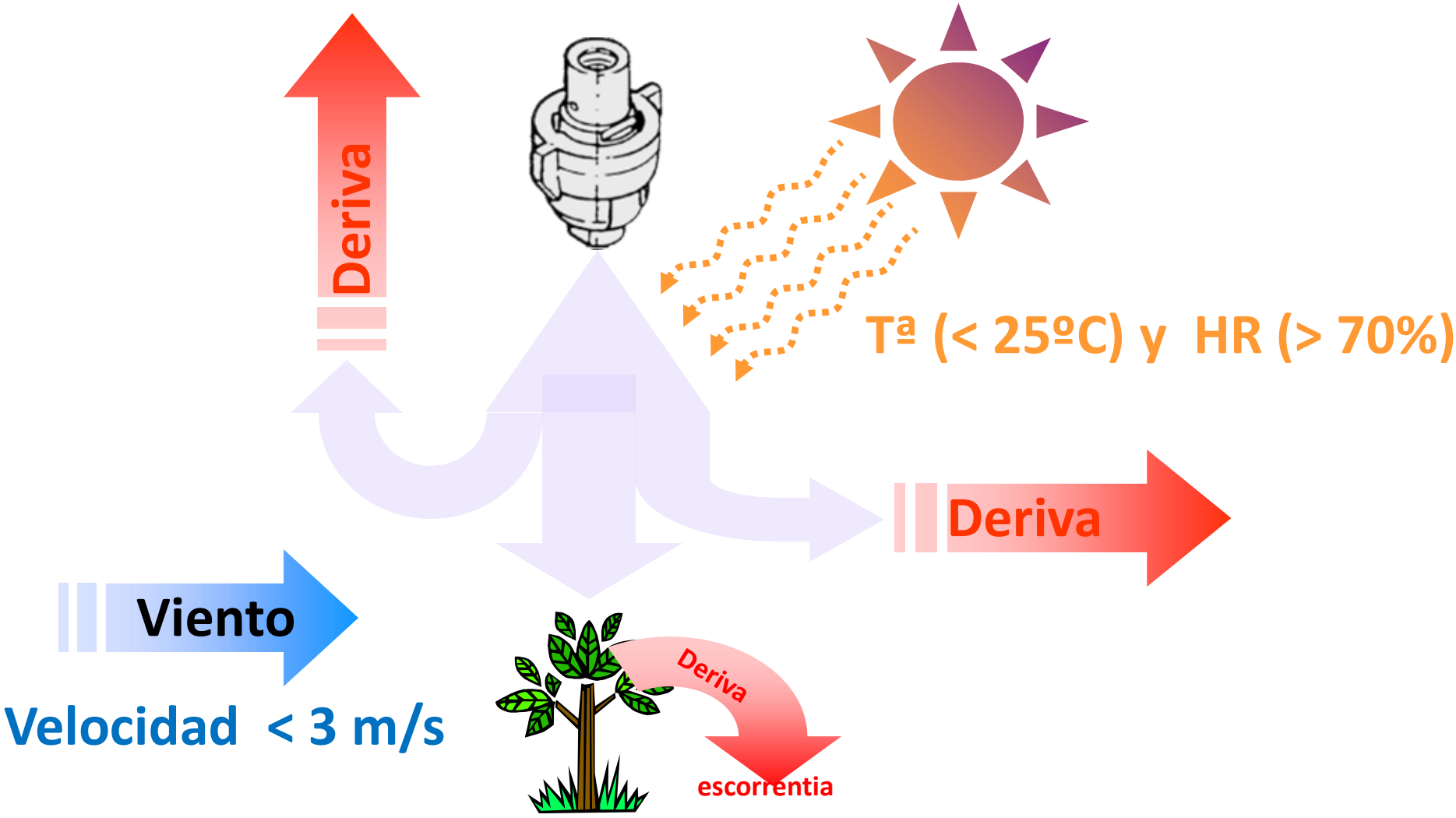
2 X 110°
AIR-FILLED DROPLET
TurboDrop® HiSpeed Standard
Asymmetric high pressure double flat fan venturi nozzle made from ceramic (coated with POM)


TurboDrop® TD


TurboDrop® HighSpeed


150 micras
200 micras
350 micras
600 micras
Fungicidas
Insecticidas
Herbicidas
1000 micras
1 mm

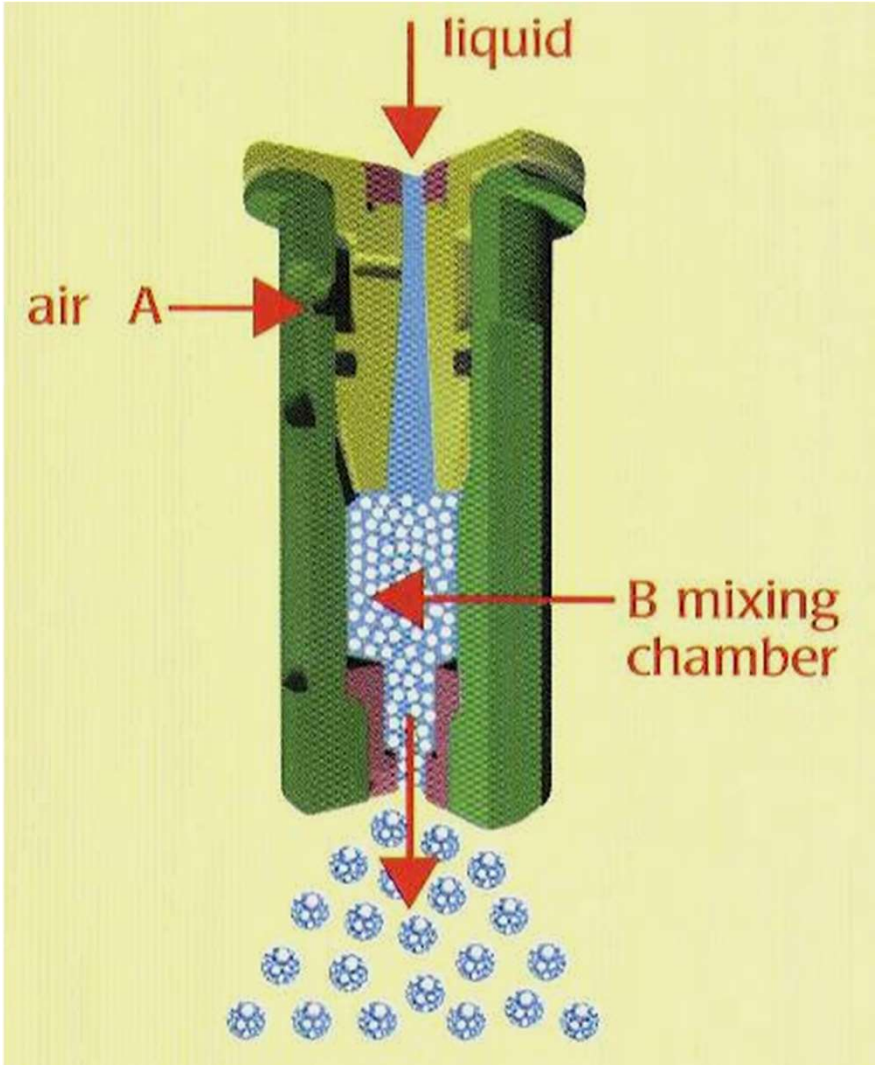
Condicionantes: Condiciones meteorológicas



Boquillas antideriva

Existen 2 tipologías:

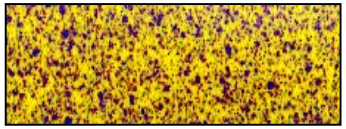
- Inyección de aire
- Con precámara



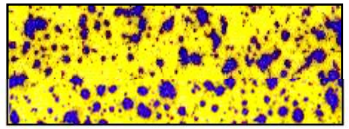
TurboDrop
Standard

Boquillas antideriva: efecto en los tratamientos

Convencional

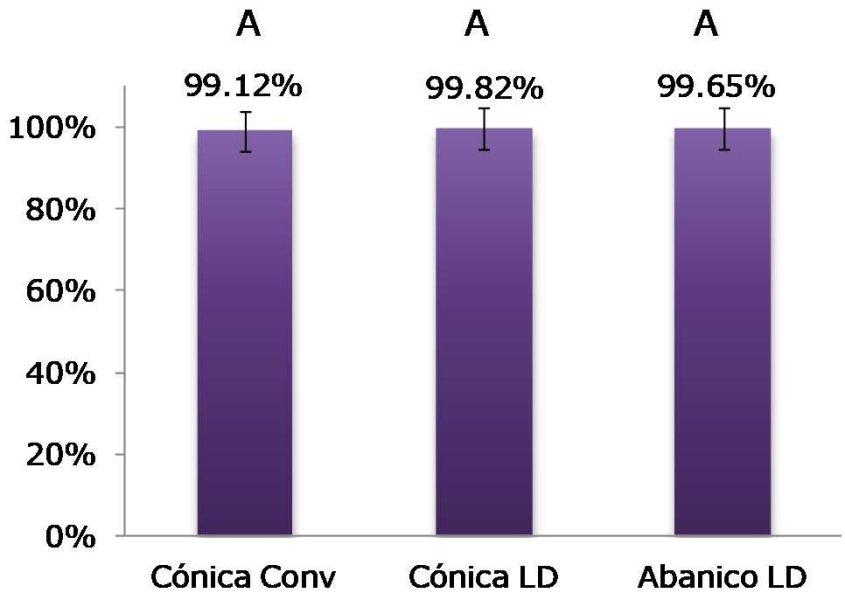


Baixa deriva



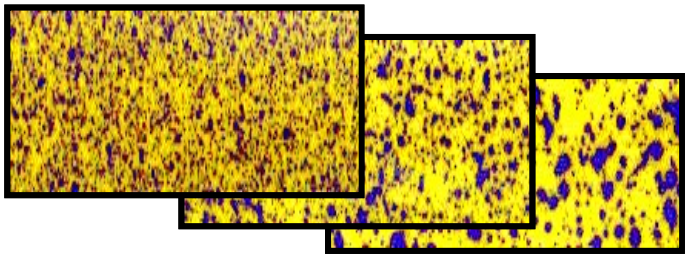
Resultats

Eficàcia biològica



Resultados presentados en GDPM, Vitoria - Gasteiz 2014

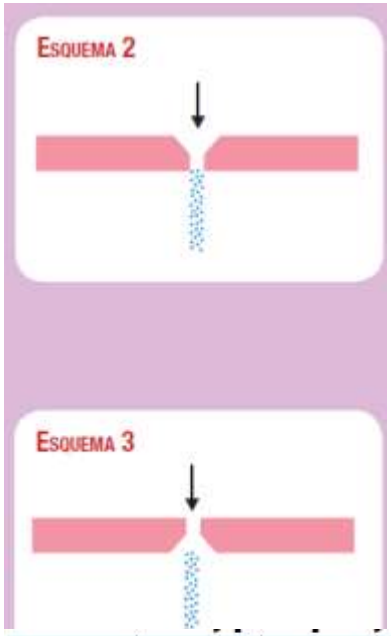
Desarrollo en las boquillas: Cambios y mejoras contínuas



Boquillas “estándar” con:

- Cono vacío, cono lleno y abanico
- Ángulo 60 °, 80 ° y 110°
- Reducción deriva y convencional

IMPORTANTE! Conocer la relación boquilla – caudal – presión



bar	Litres / mn				
	AMT ..007	AMT ..008	AMT ..010	AMT ..012	AMT ..015
2	0,42	0,54	0,91	1,14	1,88
3	0,51	0,66	1,10	1,39	2,27
4	0,59	0,75	1,25	1,60	2,60
5	0,65	0,83	1,38	1,78	2,89
10	0,91	1,15	1,89	2,51	3,99
15	1,10	1,39	2,27	3,06	4,82
20	1,27	1,59	2,59	3,52	5,51

		mm	l/min									
			0.7 bar	1 bar	2 bar	3 bar	4 bar	5 bar	6 bar	10 bar	15 bar	20 bar
D1	DC31	0.79	0.31	0.36	0.49	0.59	0.67	0.74	0.80	1.0	1.2	1.4
D1.5	DC31	0.91	0.39	0.45	0.63	0.76	0.86	0.95	1.0	1.3	1.6	1.8
D2	DC31	1.0	0.45	0.53	0.72	0.86	0.98	1.1	1.2	1.5	1.8	2.0
D3	DC31	1.2	0.49	0.58	0.80	0.95	1.1	1.2	1.3	1.6	1.9	2.2
D1	DC33	0.79	0.32	0.36	0.46	0.56	0.64	0.71	0.78	0.98	1.2	1.4
D1.5	DC33	0.91	0.42	0.47	0.63	0.75	0.85	0.95	1.0	1.3	1.6	1.9
D2	DC33	1.0	0.47	0.56	0.78	0.95	1.1	1.2	1.3	1.7	2.0	2.3
D3	DC33	1.2	0.57	0.68	0.95	1.1	1.3	1.5	1.6	2.0	2.5	2.8
D4	DC33	1.6	0.78	0.91	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.7	3.3	3.7

Buenas prácticas agrícolas: la clave del éxito

Boquillas y gotas

Regulación de equipos de aplicación

Regulación: la clave del éxito

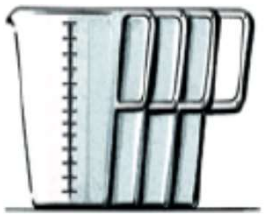
Invertir 15 minutos en ajustar el equipo para un uso óptimo en función de las condiciones del momento

Calibración de pulverizadores

Material para la calibración

Cinta métrica 20-50 m

Jalones



Jarras calibradas 2 L

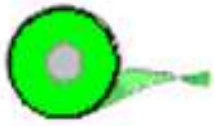
Mangueras 30 cm
(tantas como boquillas)

Libreta

Cronómetro

Cepillo

Calculadora



Cinta tela

Flexómetro

Navaja

Papel hidrosensible y
grapadora

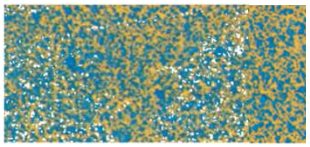
Calibración de pulverizadores

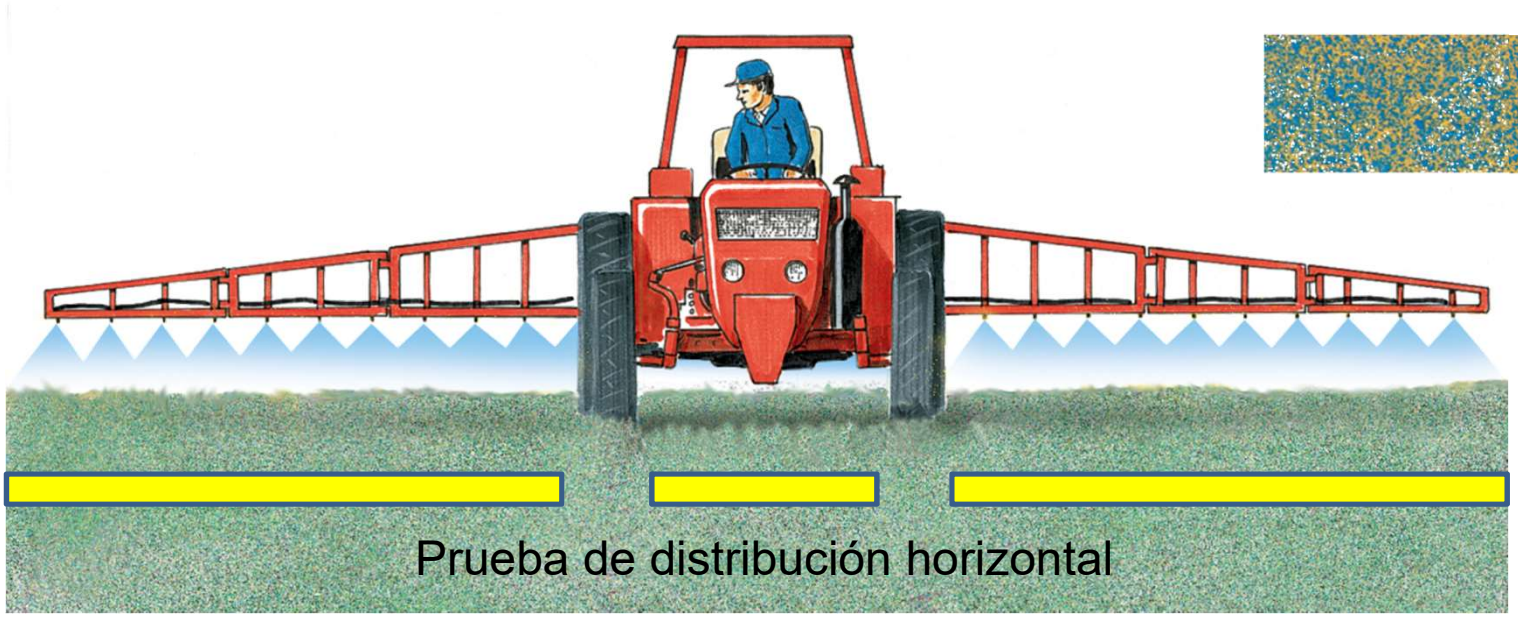
Prueba en campo de la distribución y penetración

Grapar papeles hidrosensibles en unos listones de madera colocados en el suelo

El papel hidrosensible se puede grapar también en las hojas

Papel hidrosensible y grapadora





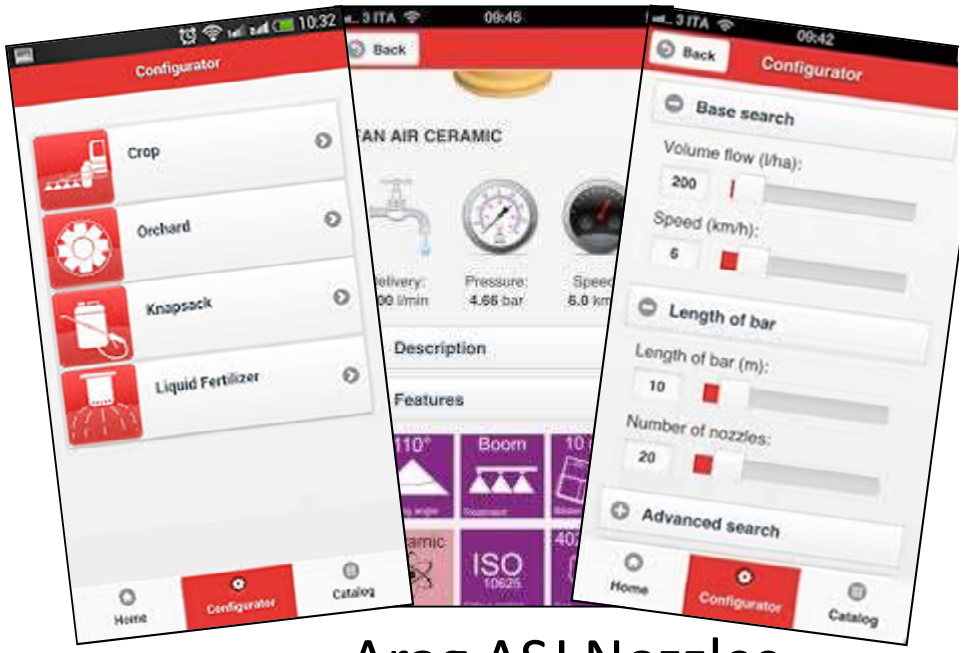
Prueba de distribución horizontal

Calibración de pulverizadores

Calcular la cantidad de producto fitosanitario a añadir al depósito del pulverizador

Herramientas calibración para smartphones y tablets

TankCalc



Arag ASJ Nozzles

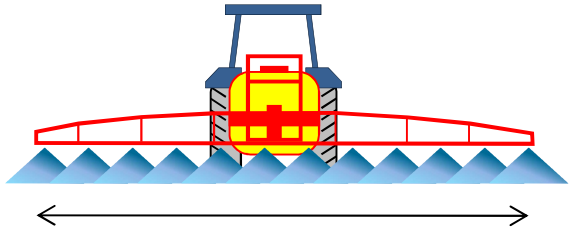
SpraySelect

1. Cultivo y condiciones ambientales

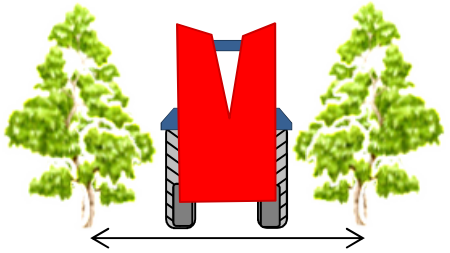
Temperatura: 10 – 25 ºC Humedad: 50 – 75% Velocidad del viento: < 3 m/s (≈ 10,8 km/h)

2. Volumen de aplicación (l/ha)

3. Ancho de trabajo (m)



En cultivos bajos:
anchura de la barra



En frutales y viña:
Distancia entre hileras

4. Velocidad de trabajo (km/h)

$$\text{Velocidad (km/h)} = \frac{\text{Distancia (m)}}{\text{Tiempo (s)}}$$

5. Selección boquillas y presión

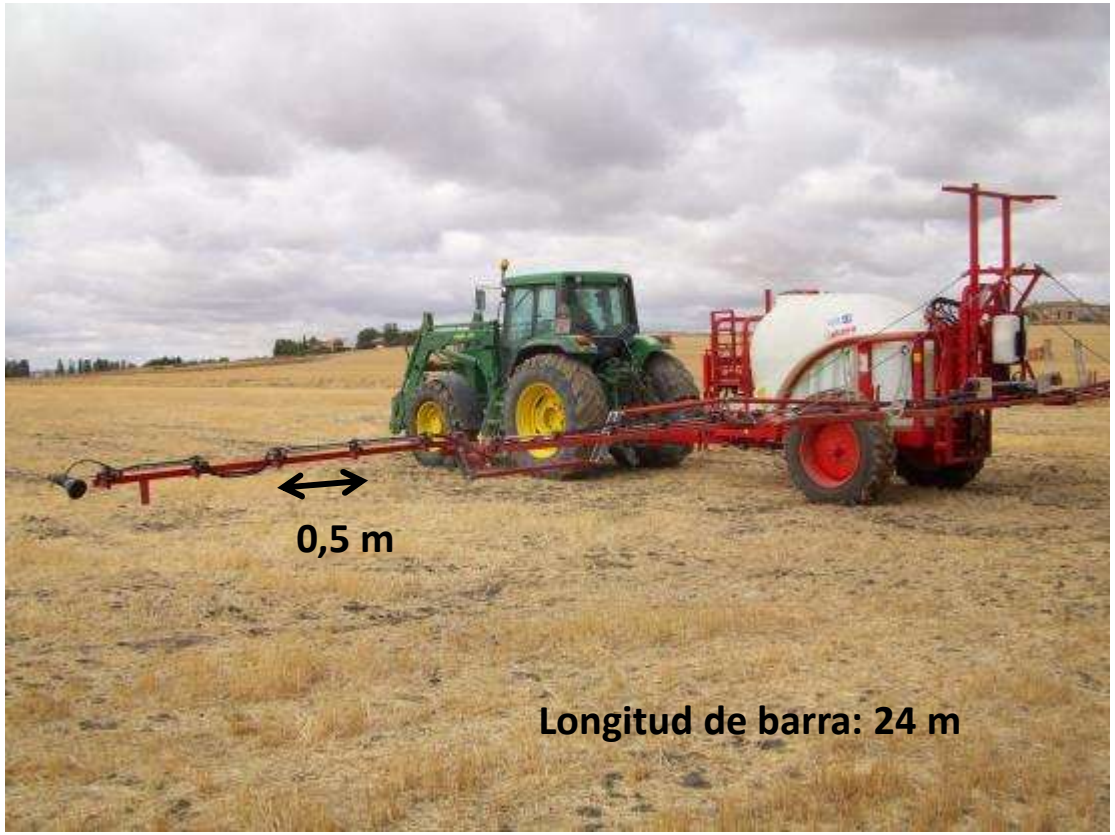
$$\text{Caudal total (l/min)} = \frac{\text{D (l/ha) x V (km/h) x A (m)}}{600} \quad \frac{\text{Caudal total}}{\text{Nº boquillas}} \quad \textbf{Caudal unitario (l/min)}$$

Presión (bar)	Caudal (l/min)								
	Morado 0050	Rosa 0075	Naranja 01	Verde 015	Amarillo 02	Lila 025	Azul 03	Rojo 04	Marrón 05
1	-	-	0,23	0,35	0,46	0,58	0,69	0,92	1,15
1,5	-	-	0,28	0,42	0,57	0,71	0,85	1,13	1,41
2	-	-	0,33	0,49	0,65	0,82	0,98	1,31	1,63
2,5	-	-	0,37	0,55	0,73	0,91	1,10	1,46	1,83
3	-	-	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,60	2,00
4	-	-	0,46	0,69	0,92	1,15	1,39	1,85	2,31
5	-	0,39	0,52	0,77	1,03	1,29	1,55	2,07	2,58
6	-	0,42	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	2,26	2,83
7	0,31	0,46	0,61	0,92	1,22	1,53	1,83	2,44	3,06
8	0,33	0,49	0,65	0,98	1,31	1,63	1,96	2,61	3,27
9	0,35	0,52	0,69	1,04	1,39	1,73	2,08	2,77	3,47

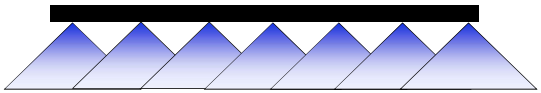
Ejemplo:

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

Tiempo para recorrer 100 m: 52 segundos



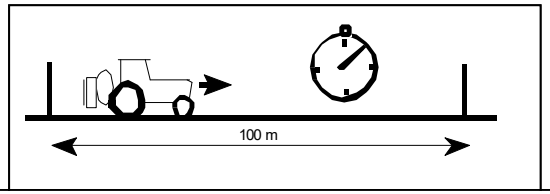
PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION



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

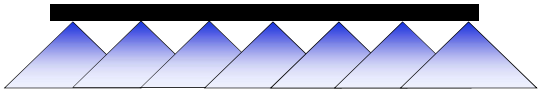
$$\frac{\textbf{200} \times \textbf{6,9} \times \textbf{0,5}}{600}$$

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



Volumen: **200 l/ha**

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

3 bar

Caudal buscado – ***1,15 l/min***

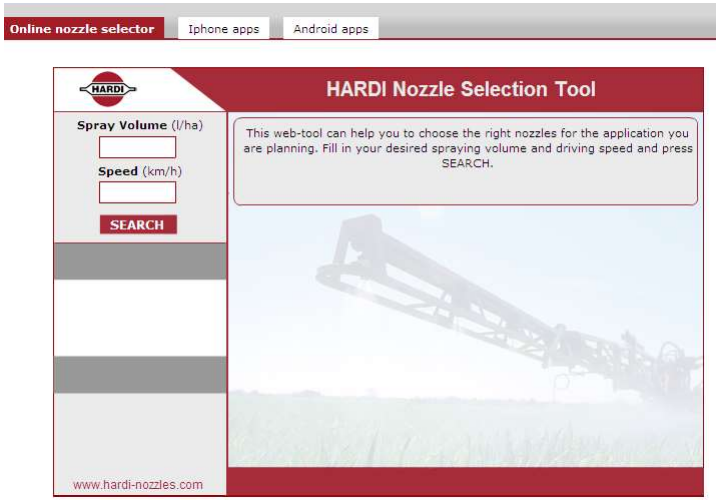
Caudal más próximo en tablas – ***1,18 l/min***

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

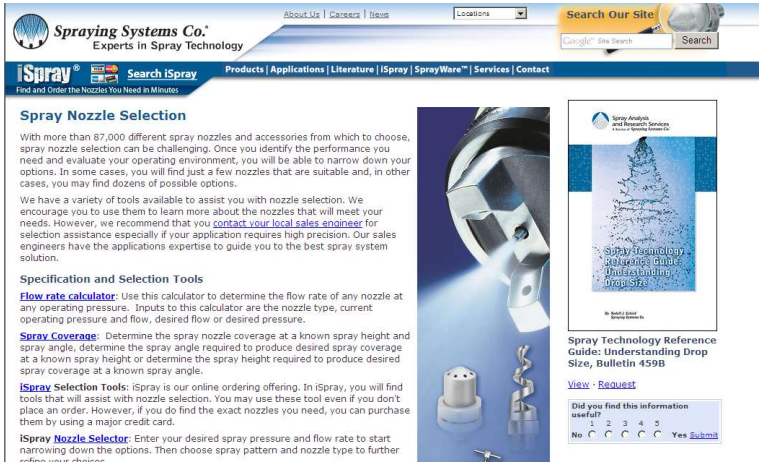
Herramientas de calibración on-line

www.agrotop.com/en/nozzle-calculator

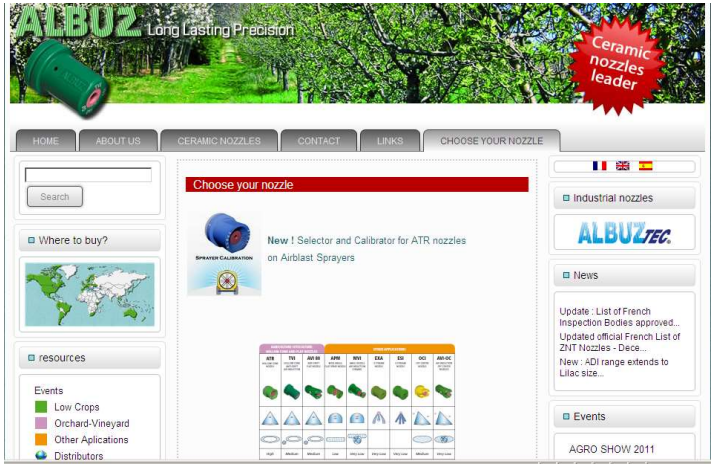
www.hardi-international.com



www.spray.com/services



www.albuz-spray.com



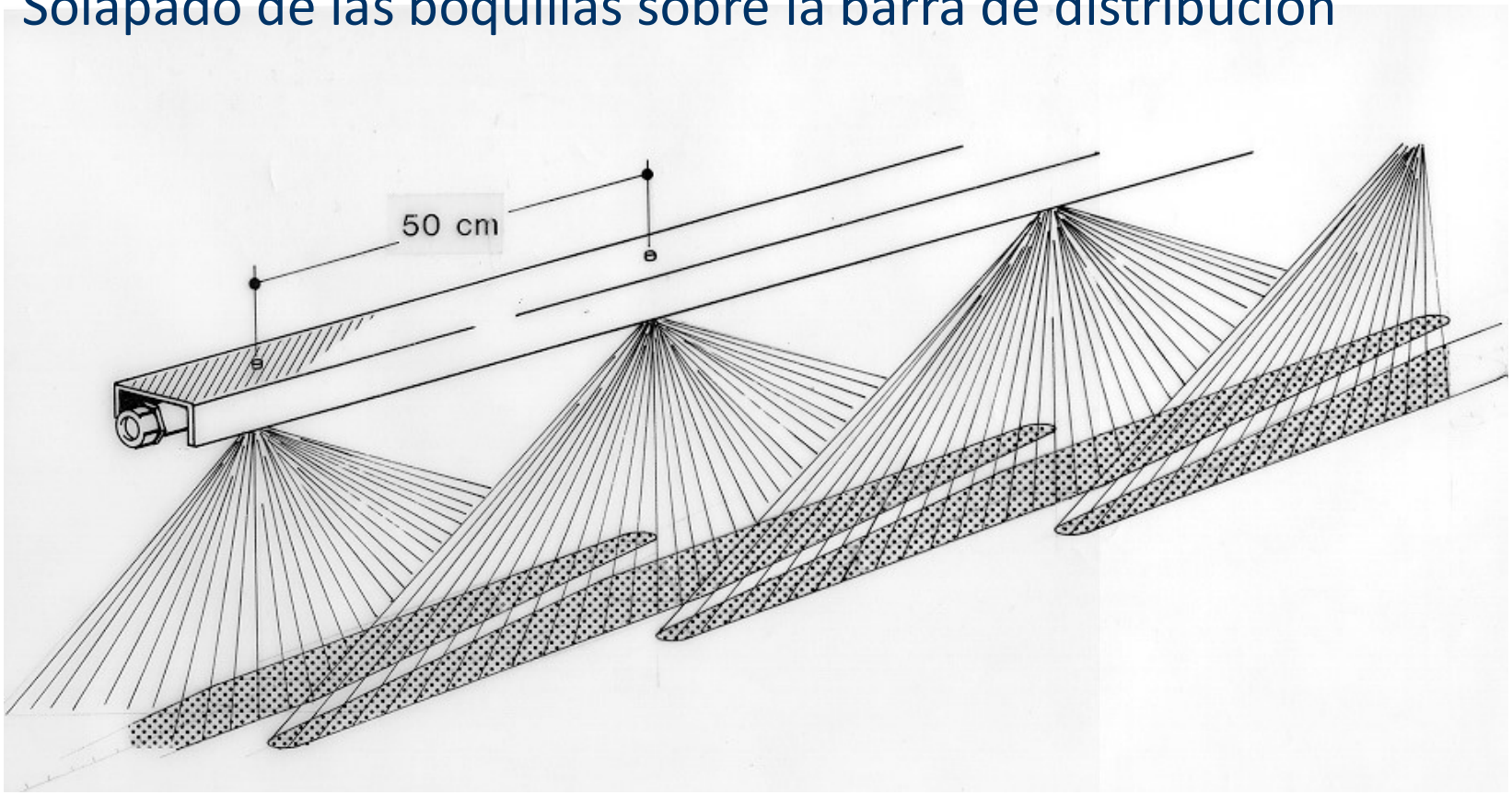
Comprobación del caudal real

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

Si $q_{real} >> q_{teorico}$; cambiar

Características Boquillas de Abanico

Solapado de las boquillas sobre la barra de distribución

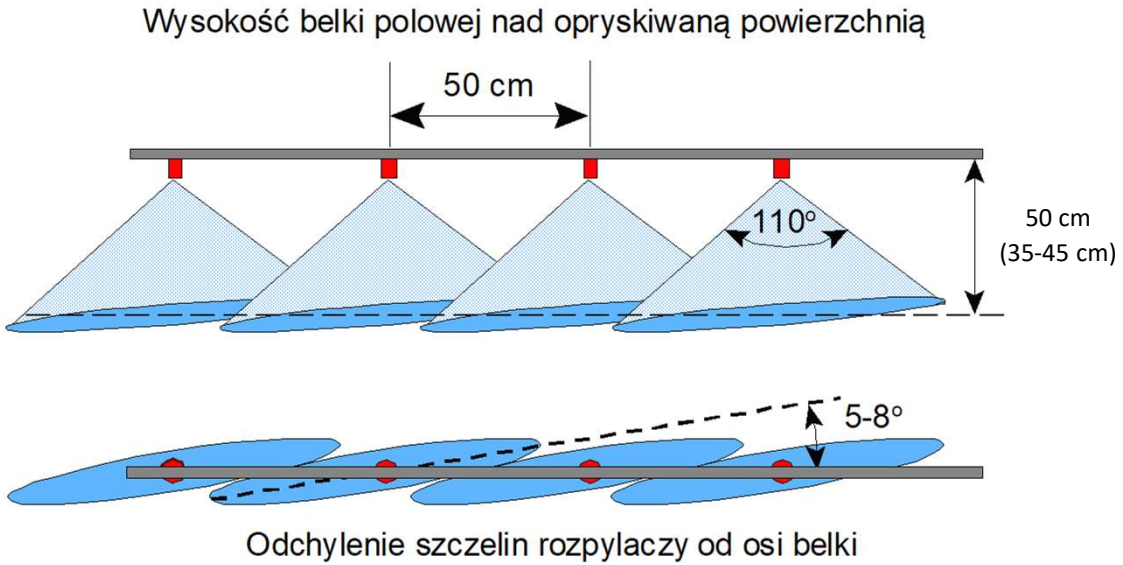


Colocación de las boquillas en la barra

Es importante que los chorros de dos boquillas contiguas no choquen en el aire. De esta forma se garantiza un adecuado recubrimiento

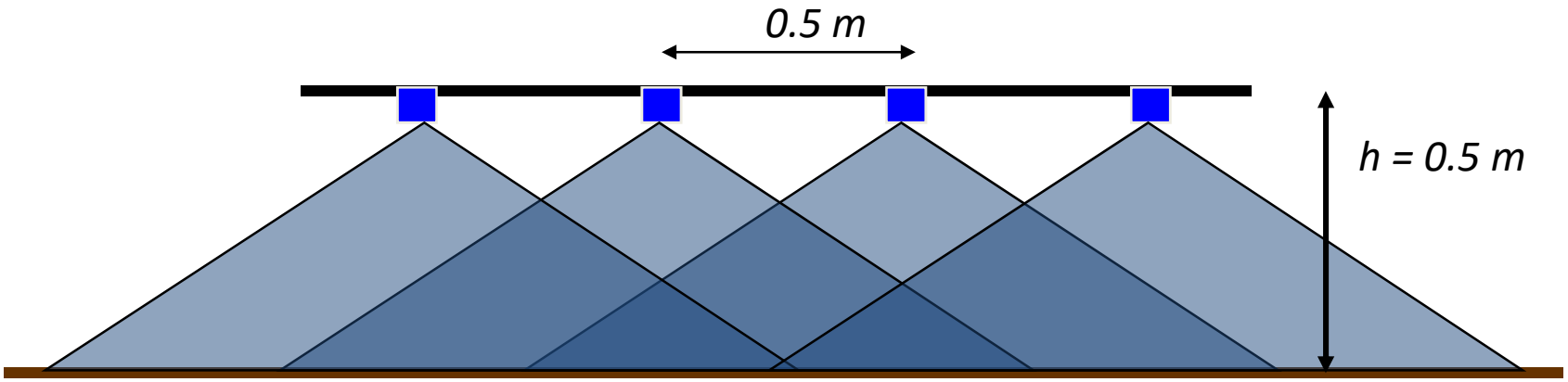
Los porta boquillas de bayoneta permiten la colocación automática de las boquillas en la posición correcta

Los porta boquillas de rosca tienen el inconveniente de precisar una comprobación posterior a contraluz para asegurar la adecuada colocación



Objetivo: solapamiento triple

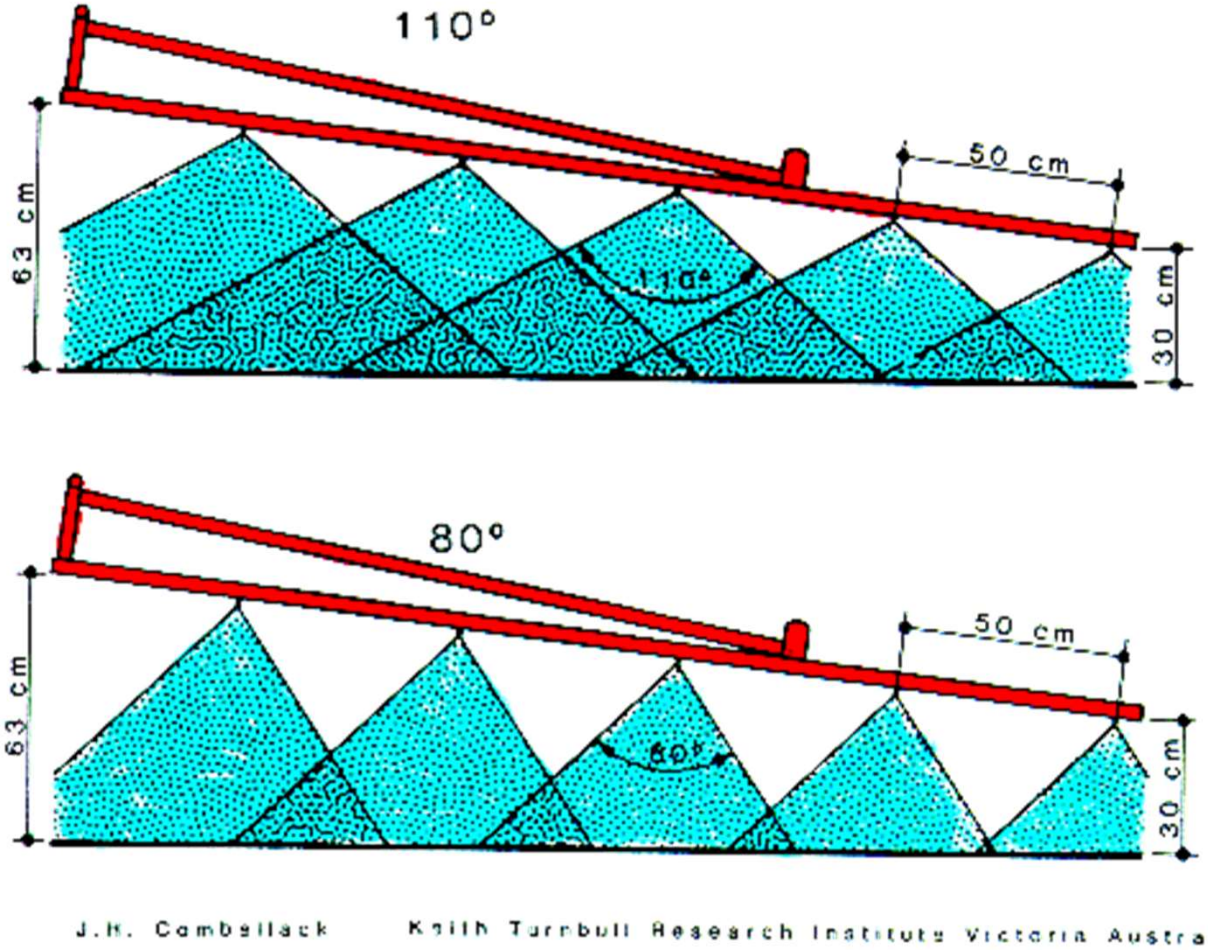
(Boquillas de 110º)



Todos los puntos reciben líquido de tres boquillas

Más información sobre la altura óptima de la barra en la web junto a estas diapositivas

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



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

Gracias