

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

Jordi Llop y Jordi Llorens
Departamento de Ingeniería Agroalimentaria y Biotecnología
Universitat Politècnica de Catalunya

Ponte do Lima, 18 de Março de 2015



Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

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



- **10:00** a las **11:30** Sesión teórica (Aula)
- **11:30** a **12:00** Coffee break
- **12:00** a **14:00** Sesión Práctica (En parcela)
- **14:00** Almoço



http://www.uma.deab.upc.edu

Unidad de Mecanización Agraria. UMA

investigación



Català ■ English

➤ Presentación

➤ Equipo

➤ Ubicación

➤ Líneas de investigación

➤ Formación y transferencia

➤ Topps-Prowadis

➤ Certificaciones y ensayos

➤ Inspección de equipos de aplicación

➤ Curso de inspectores

➤ Enlaces

➤ Publicaciones

Bienvenido a la UMA



La Unidad de Mecanización Agraria (UMA) pertenece al Departamento de Ingeniería Agroalimentaria y Biotecnología (DEAB) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). Se encuentra ubicada a las instalaciones de la Escuela Superior de Agricultura de Barcelona (ESAB) en el Campus del Baix Llobregat (Parque Mediterráneo de la Tecnología).

→ **Síguenos también en Facebook!**

Tweets

 Seguir



uma.deab.upc @umadeabupc
BPA para la Conservación del Suelo y el Agua:
youtu.be/p7cXbFEwt70 via @YouTube

3 oct

Càtedra
Syngenta-UPC

TOPPS
PROWADIS 

ESAB 

DEAB 

aprogip 



<https://catedrasyngenta.upc.edu>



Está en: Inicio » Actividades » Cursos

ACTIVIDADES

> Cursos

- Olite, Navarra, 2014
- San Juan de la Calzada, Gijón, 2014
- Finca la Grajera, Logroño, 2014
- Villanueva de los Infantes, 2014
- Villanueva de Algaidas, 2014
- Los Palacios y Villafranca, 2014
- Benicarló, 2014
- Anadia e Lisboa, Portugal

Cursos

Compartir    

Cursos a técnicos y agricultores

- Olite (Navarra) - Octubre 2014
- Santo Domingo de la Calzada (Gijón) - Setiembre 2014
- Aranda de Duero - Junio 2014
- Villanueva de los Infantes (Ciudad Real) - Junio 2014
- Villanueva de Algaidas (Málaga) - Junio 2014
- Los Palacios y Vilafranca (Sevilla) - Junio 2014
- Benicarló (Castelló) - Mayo 2014
- Anadia e Lisboa (Portugal) - Abril 2014
- Jerez de la Frontera (Cádiz) - Octubre 2013
- Figueruelas (Zaragoza) - Octubre 2013
- Antequera (Málaga) - Septiembre 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















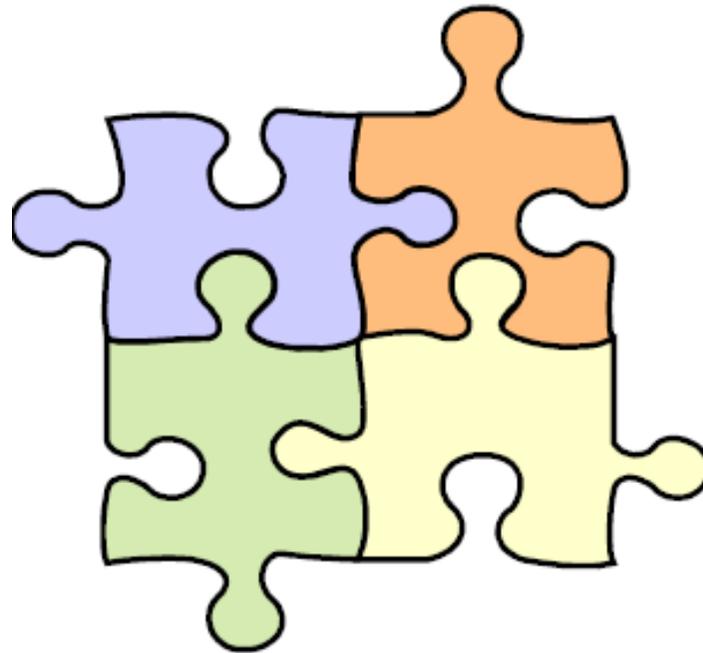






Visión global de los aspectos legislativos en materia de agua y fitosanitarios

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





GOVERNO DE
PORTUGAL

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA
E DO MAR

Lei n.º26/2013 de 11 de Abril → aplicación
sostenible de fitosanitarios

Decreto-Lei n.º86/2010 de 15 de Julho →
inspección de equipos de aplicación de fitosanitarios

Plano de Ação Nacional



Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

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



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...



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



Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Tipología de los equipos a inspeccionar. Prioridades



Tratamientos
aéreos



Instalaciones
fijas



Post cosecha

Prioridades

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

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



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)

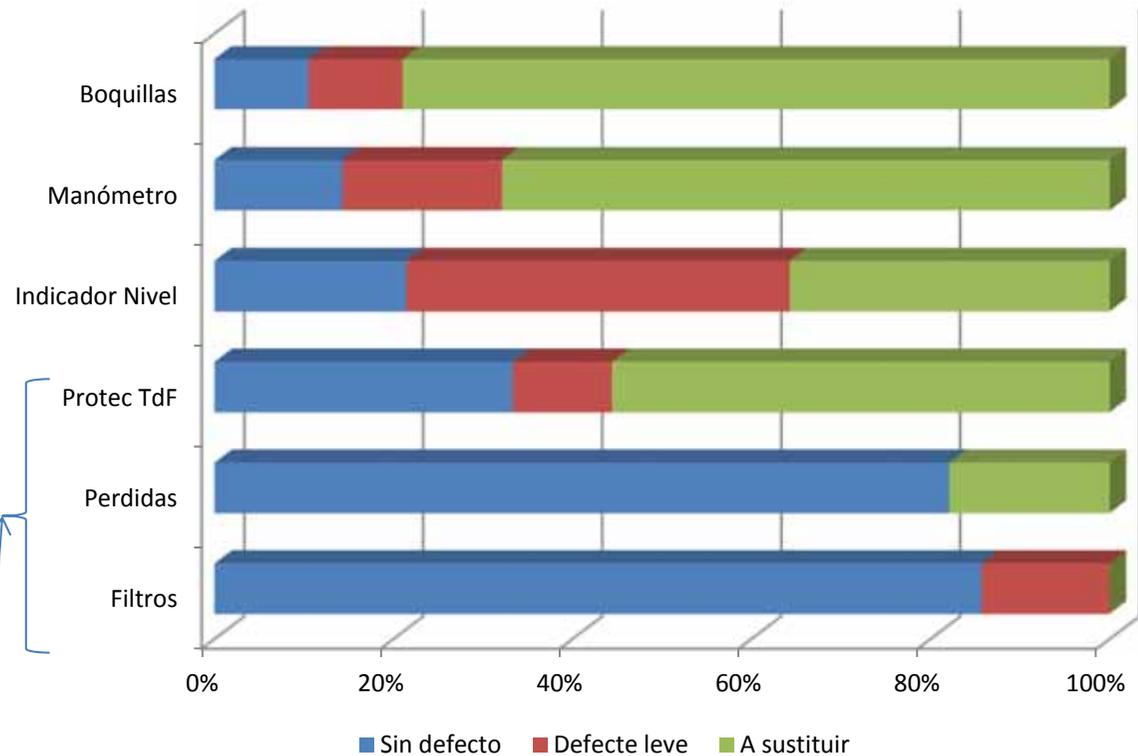


Metodología estándar para las inspecciones



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

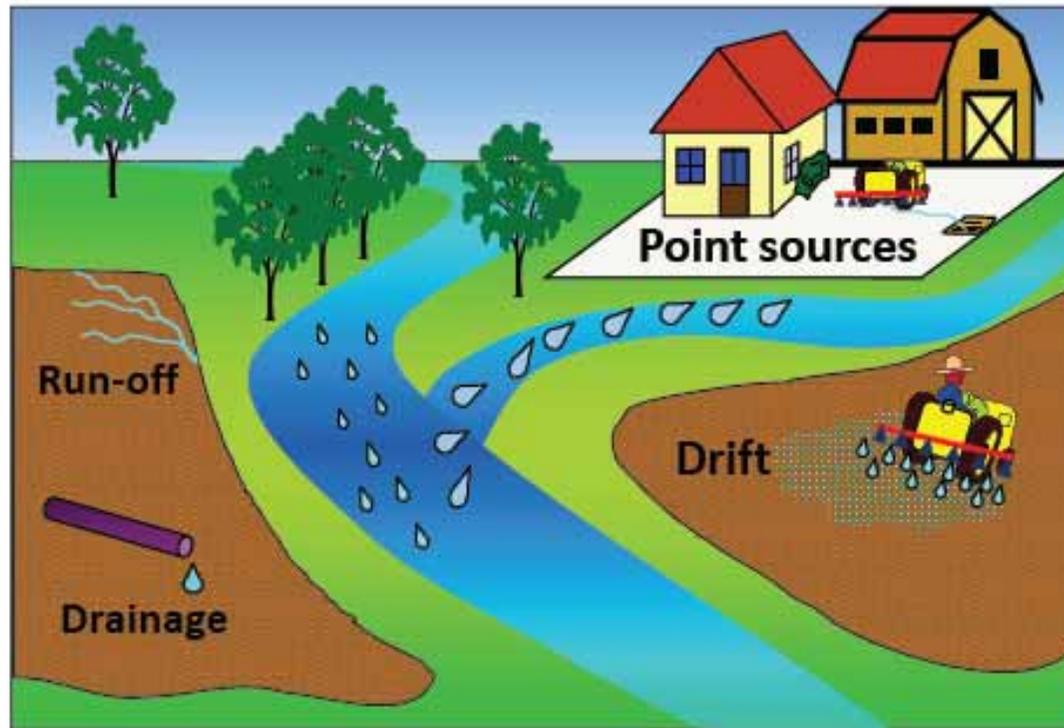


Es evidente cuando no funcionan



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

<http://www.topps-prowadis.es>



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

TOPPS
PROWADIS



Propuesta inicial para el establecimiento de Bandas de Seguridad



	Productos no peligrosos para areas acuáticas		Productos peligrosos para areas acuáticas	
	Boquilla convencional	Boquilla baja deriva	Boquilla convencional	Boquilla baja deriva
Pulv. hidráulico	5 m	5 m	15 m	10 m
Atomizadores	10 m	5 m	25 m	15 m





Buenas prácticas agrícolas: la clave del éxito

Boquillas y gotas



Regulación de equipos de aplicación



Condiciones ambientales

- Velocidad del viento:
 - El RD 1311/2012 establece que se evitara todo tipo de tratamientos con vientos > 3 m/s
- Temperatura:
 - T moderadas [10-25°C]
 - Si la T es muy elevada \rightarrow 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 \rightarrow 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

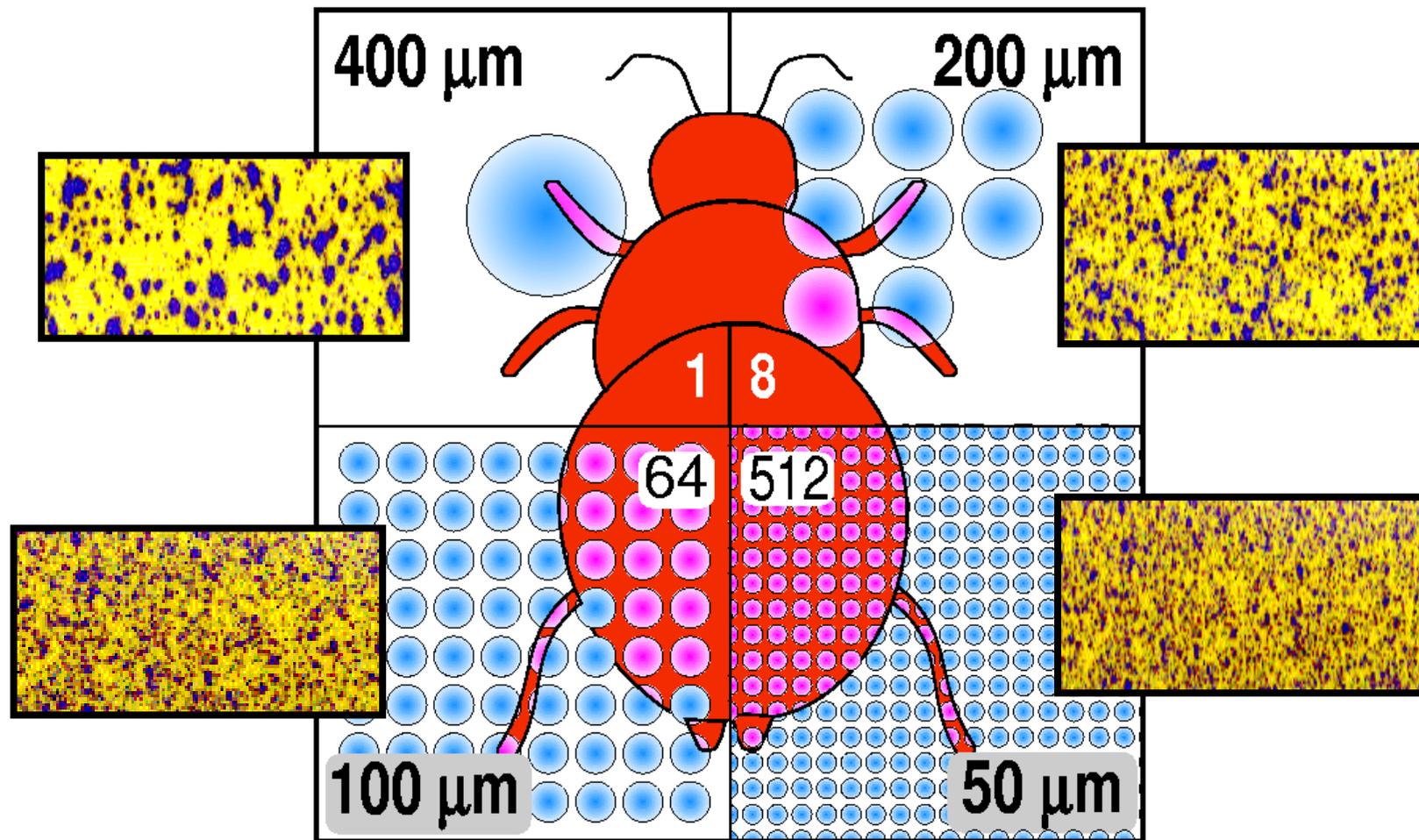


La eficacia y el riesgo de deriva de un tratamiento dependen de:



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



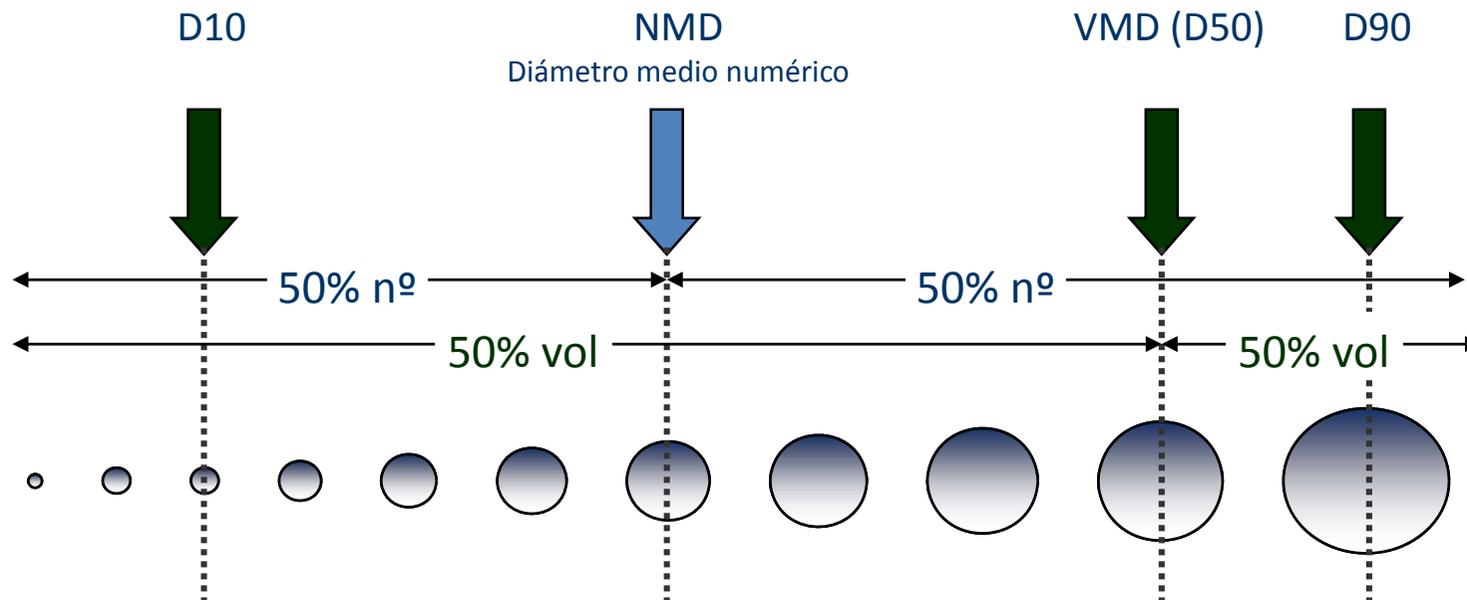


VMD

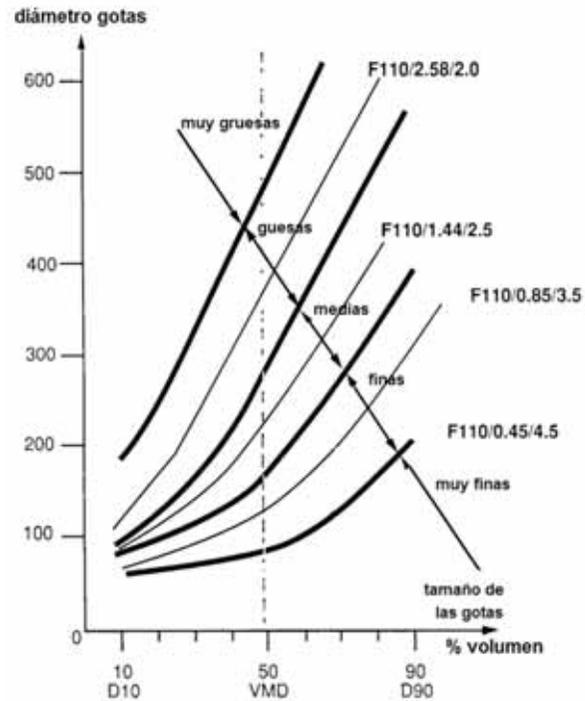
(Volume Median Diameter)

Diámetro medio volumétrico

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



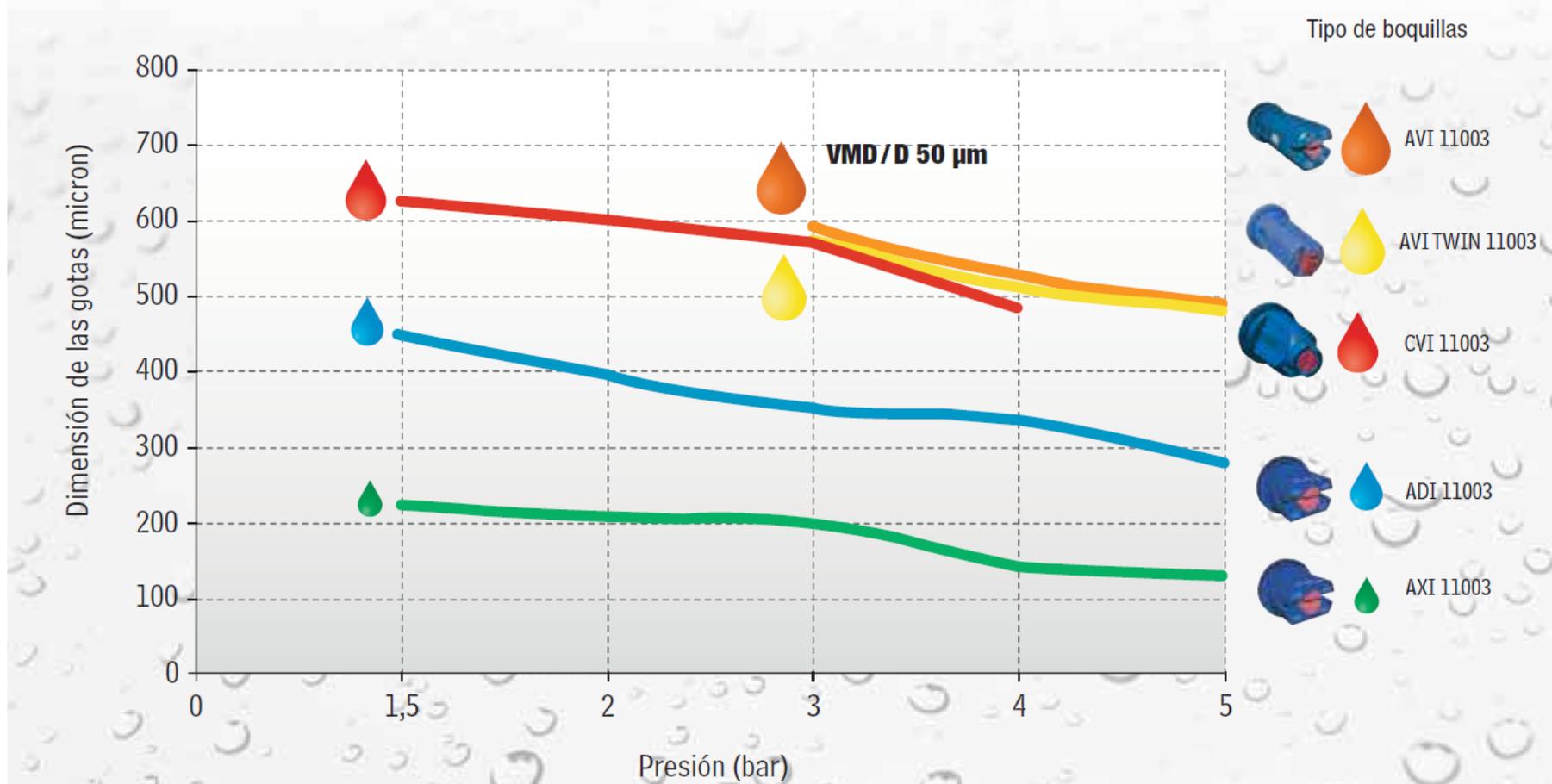
Clasificación del tamaño de gotas



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



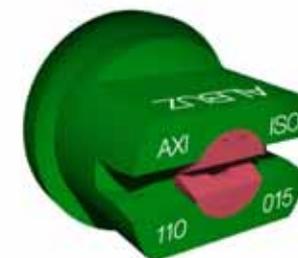
COMPARATIVA DEL TAMAÑO DE GOTAS: BOQUILLAS MODELO 03



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	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	Grís	06	F
3.2	0.8	Blanco	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	
O1-Naranja	SYNTAL-CT 371764 (12 uds. 755627)		SYNTAL-S 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	
O1-Naranja	SYNTAL-CT 371837 (12 uds. 755708)		SYNTAL-S 371817 (12 uds. 755698)									
	CERAMIC-CT 371842 (12 uds. 755713)		CERAMIC-S 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



Tipo de boquillas

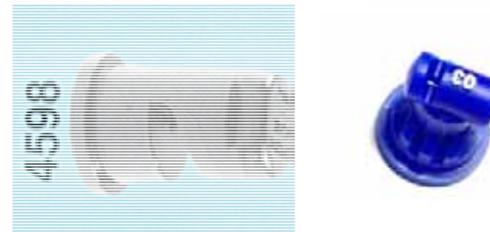
Abanico o chorro plano



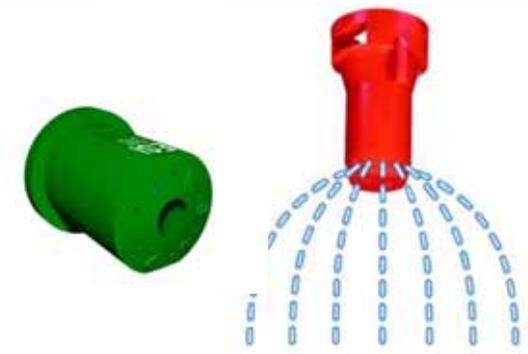
Turbulencia o cónicas



Deflectoras o de espejo



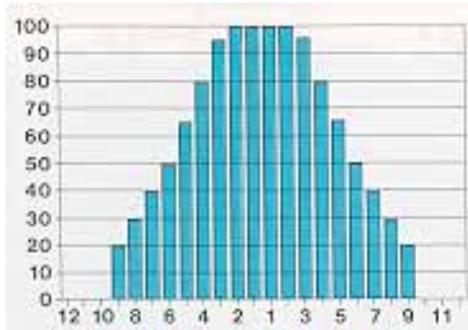
De chorros múltiples



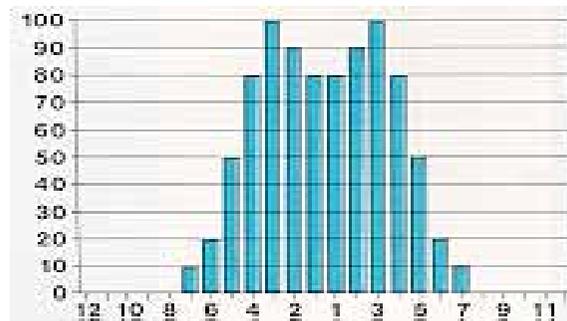
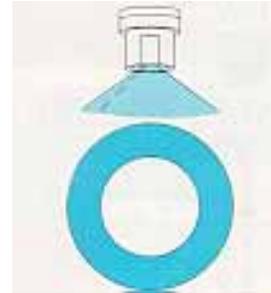
Especiales



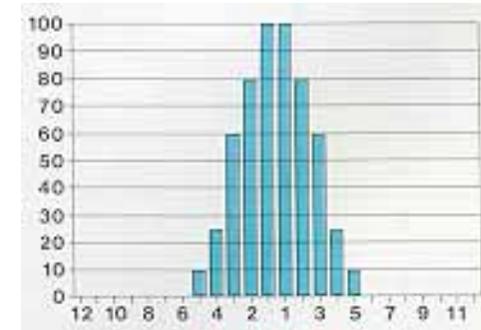
Abanico



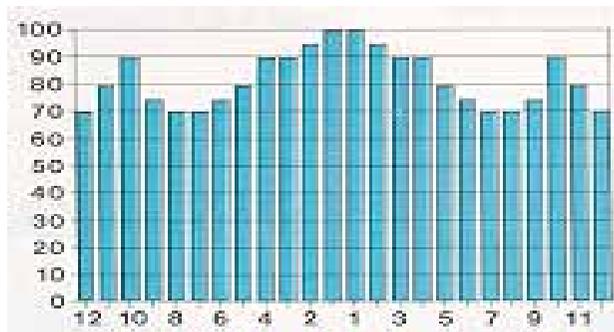
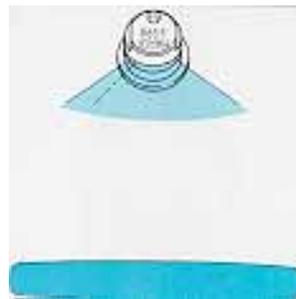
Cónica



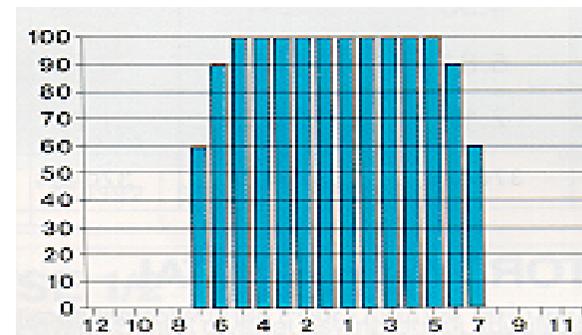
Cono lleno



Espejo

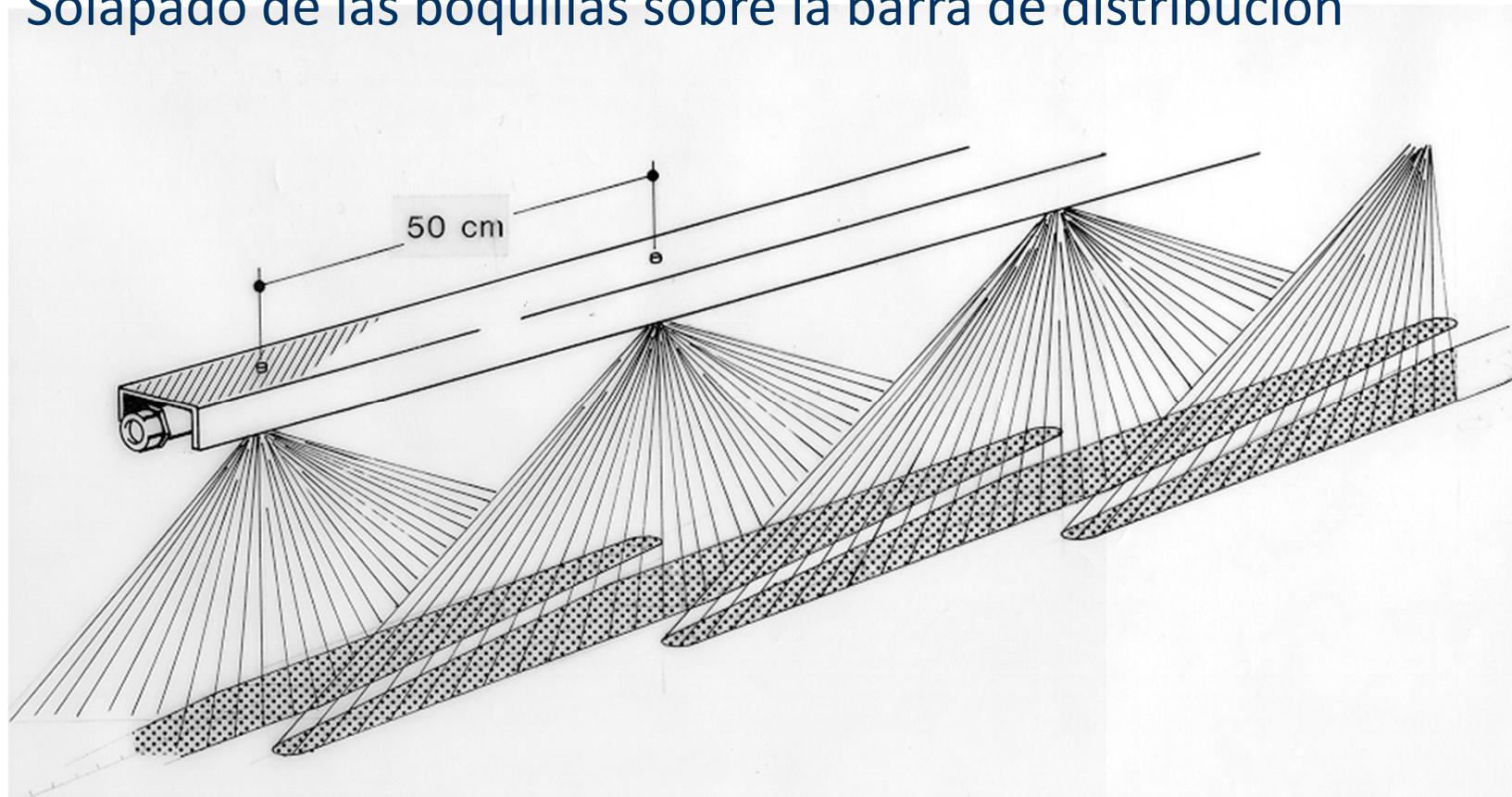


Abanico uniforme

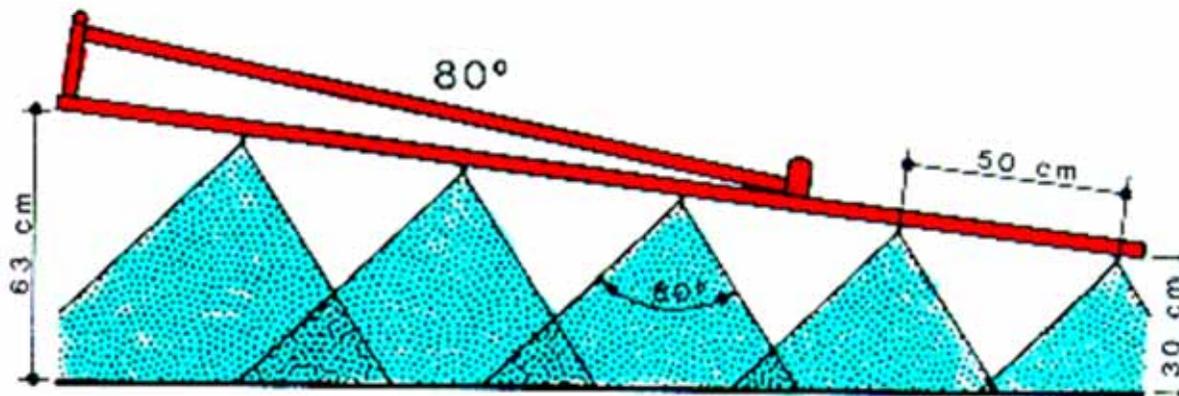
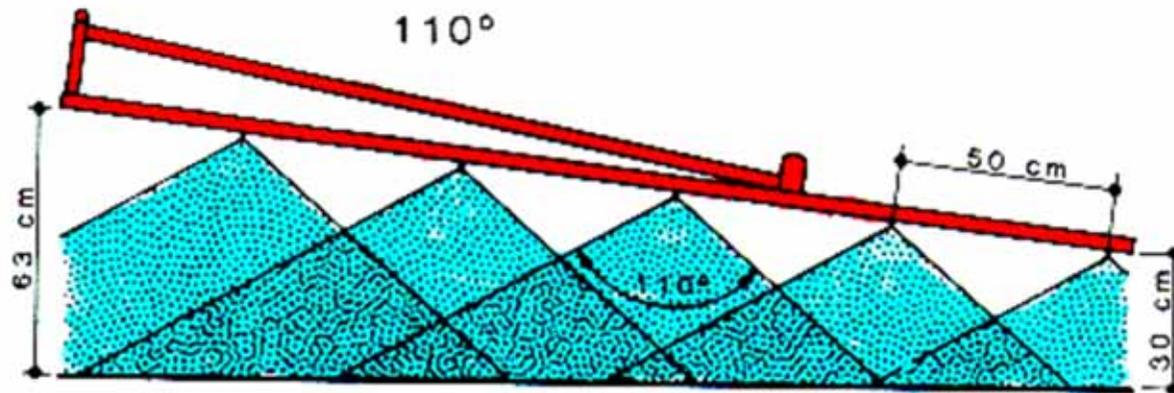


Características Boquillas de Abanico

Solapado de las boquillas sobre la barra de distribución



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



J.H. Combellack Keith Turnbull Research Institute Victoria Australia

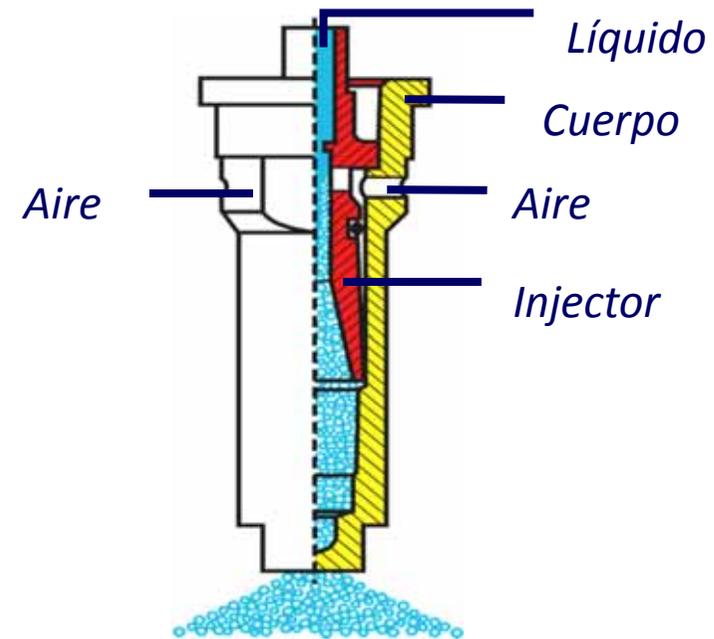
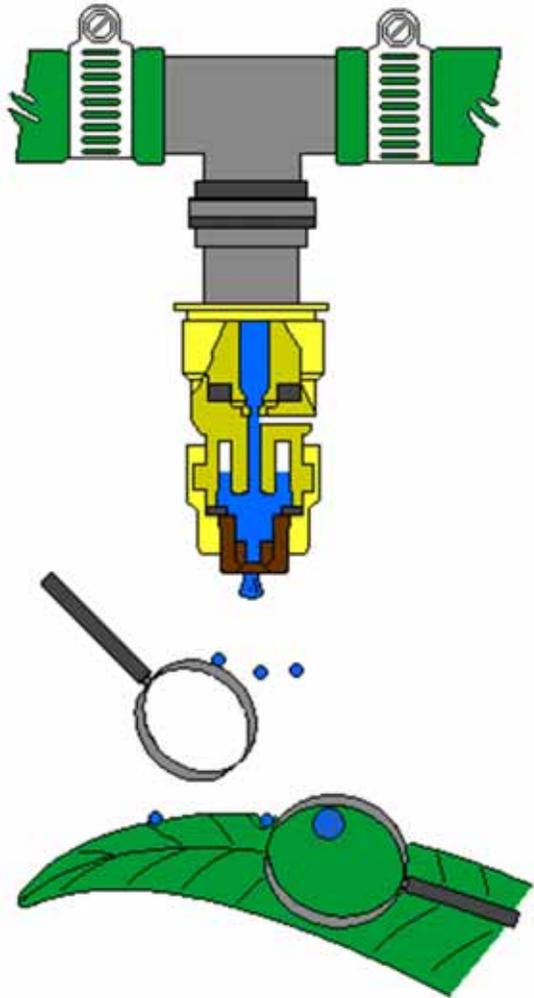




Striping caused by boom being too low or having insufficient pressure to develop spray pattern



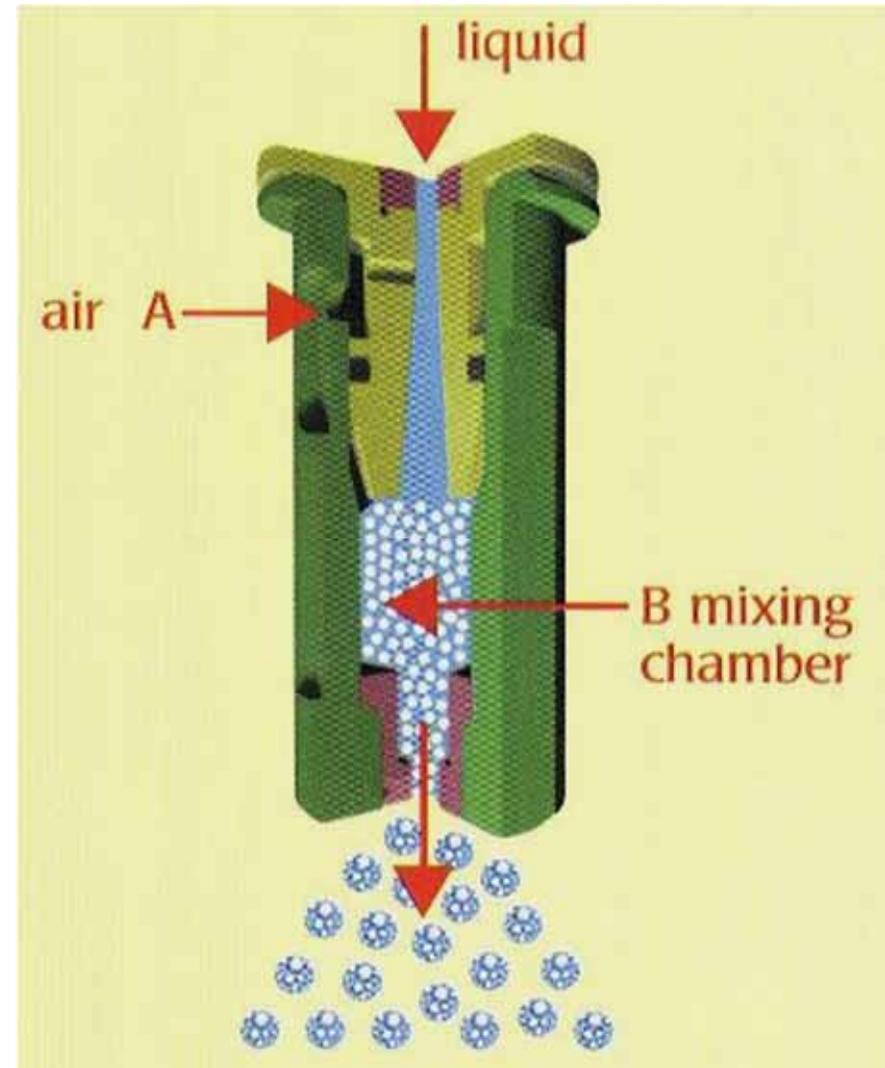
Utilizar boquillas de baja deriva



Boquillas antideriva

Existen 2 tipologías:

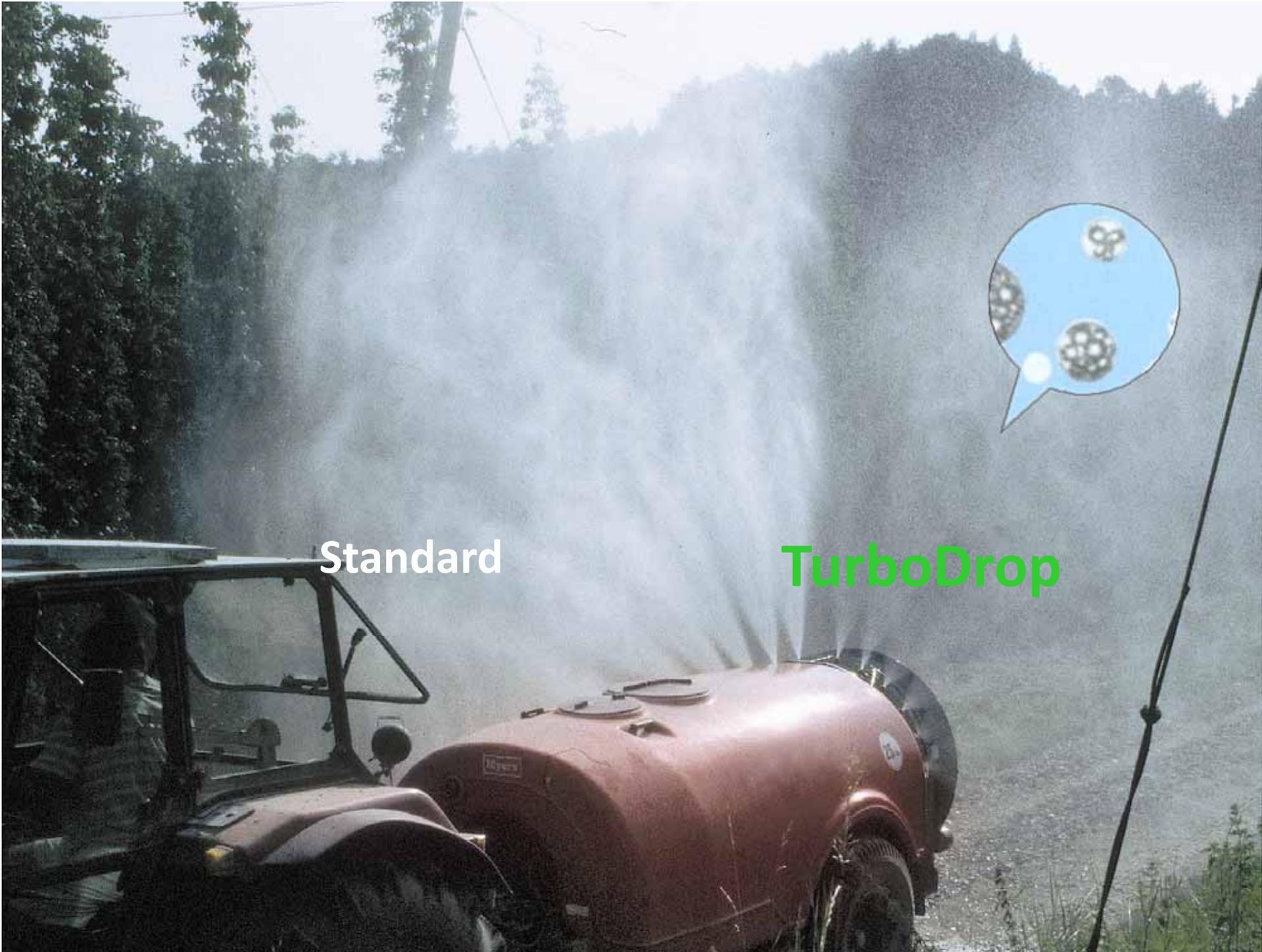
- Inyección de aire
- Con precámara





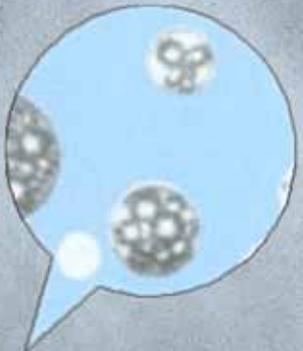
TurboDrop

Standard



Standard

TurboDrop





Buenas prácticas agrícolas: la clave del éxito

Boquillas y gotas

Regulación de equipos de aplicación



Regulación: la clave del éxito

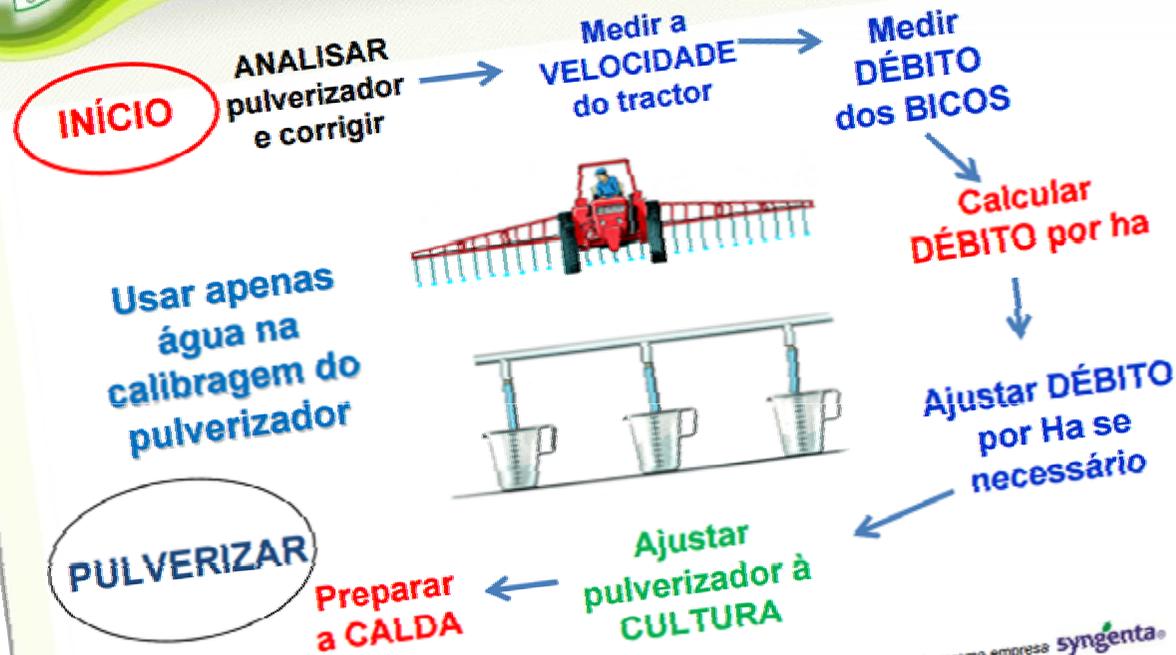


Invertir 15 minutos en ajustar el equipo para un uso óptimo en función de las condiciones del momento



Cultivar a Segurança

Calibração Pulverizador de Barras

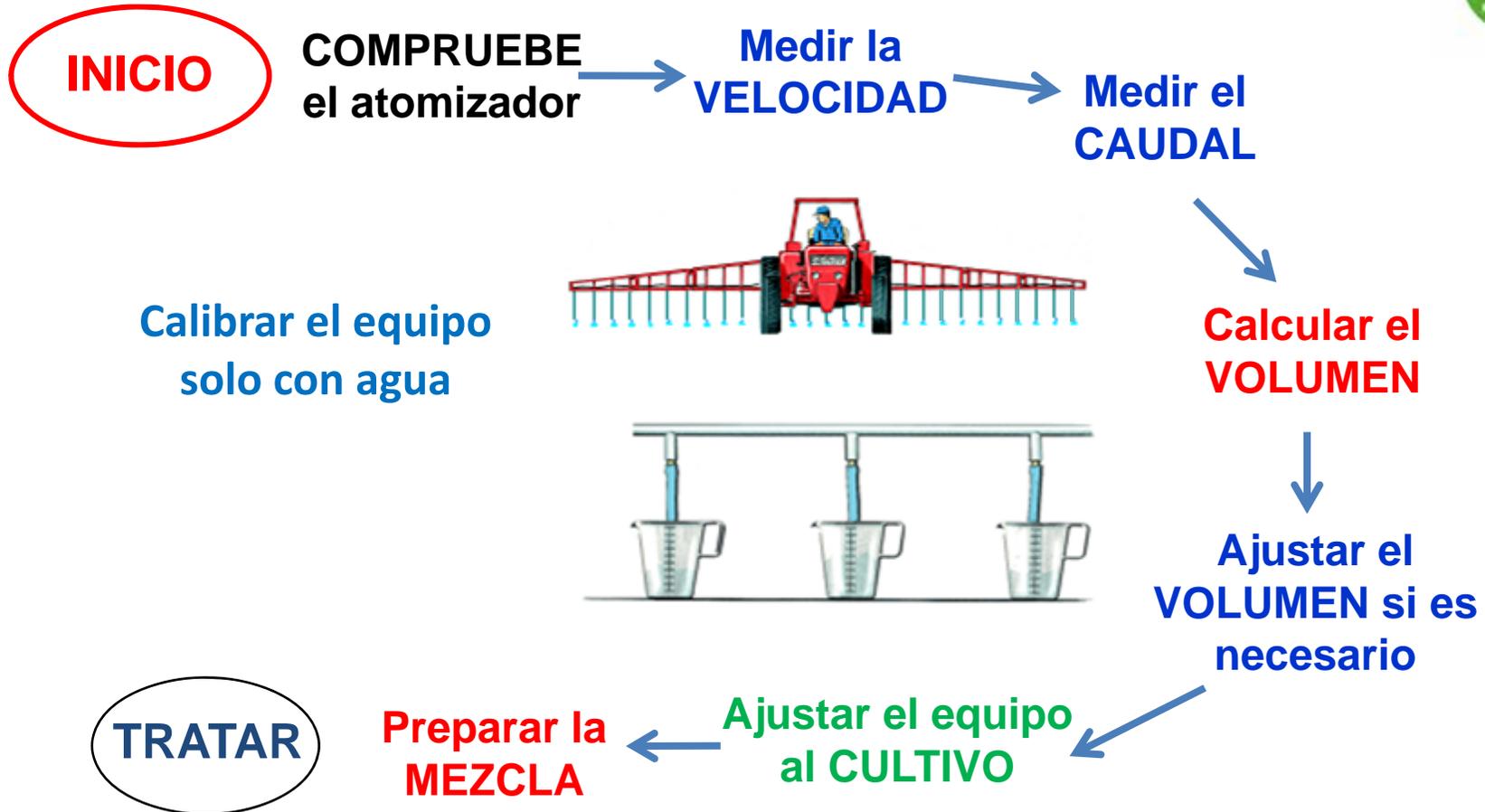


Documento elaborado com base em material didáctico da empresa Syngenta, as imagens foram na sua maioria cedidas pela mesma empresa 

http://www.alensado.pt/calibracao_pulverizador_barras.pdf



Calibración de pulverizadores de barras



Calibración de pulverizadores

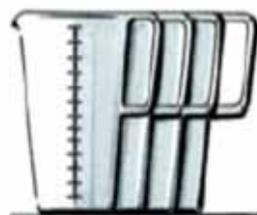
Material para la calibración



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

Antes de la calibración

COMPRUEBE la barra

Capacidad del depósito (máxima cantidad de mezcla)

_____ L

Tuberías en buenas condiciones

Boquillas

Número y disposición simétricos en ambos lados

Todas del mismo tamaño

Todas del mismo tipo

Limpiar boquillas y filtros

Comprobar la horizontalidad de la barra



Calibración de pulverizadores

Antes de la calibración

Comprobar con agua (llenar el tanque hasta la mitad)

Poner en marcha la bomba a 540 rpm (TdF)

Abrir las válvulas y empezar la pulverización

Limpiar las boquillas defectuosas

Las boquillas cerradas no deben gotear

Reemplace las boquillas dañadas

Compruebe y ajuste

 Pérdidas

 Las válvulas deben funcionar correctamente

 Comprobar el sistema de agitación

 Comprobar lectura de presión en el manómetro bar (kg/cm²)



Calibración de pulverizadores

Comprobar la velocidad



Cinta métrica 20-50 m



Cronómetro



Jalones



Calculadora



Libreta



- 1) Marcar una distancia ej. 100 m
- 2) Llenar el depósito hasta el 50%
- 3) Elegir la velocidad (marcha, TDF a 540 rpm) adecuada para el tratamiento
- 4) Mantener la velocidad constante y anotar el tiempo necesario para recorrer los 100 m
- 5) Medir el tiempo: _____ s. (ejemplo: 45 s)
- 6) Calcular la velocidad

$$\frac{\text{Distancia } 100 \text{ m} \times \text{Factor } 3.6}{\text{Tiempo } 46 \text{ s}} = 8.0 \text{ km/h}$$



Calibración de pulverizadores

Comprobar el caudal

Hay dos métodos para determinar el caudal de las boquillas:

- **Método preciso: medir el caudal de cada una de las boquillas durante 1 minuto.**
- **Método aproximado: medir el volumen gastado del tanque en 5 minutos.**



Calibración de pulverizadores

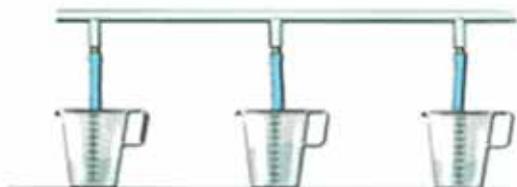
Preciso: Medir el caudal de cada boquilla durante 1 minuto



Cronómetro

Calculadora

Jarras calibradas 2 L



- 1) Ajustar las revoluciones del motor
- 2) Empezar la pulverización
- 3) Recoger el agua de cada boquilla durante un minuto
- 4) Anotar el caudal de cada boquilla
- 5) Calcular el caudal medio por boquilla (L/min)

Left side (from left to right)				Middle (L to R)		Right side (from left to right)			
Nozzle	l/min	Nozzle	l/min	Nozzle	l/min	Nozzle	l/min	Nozzle	l/min
1		16		1		1		16	
2		17		2		2		17	
3		18		3		3		18	
4		19		4		4		19	
5		20		5		5		20	
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
Total I									
Total II	l/min from all nozzles								
l/min	l/min per open nozzle								

La variación del caudal entre las boquillas debe ser $\leq \pm 10\%$ del caudal medio

Las boquillas con un caudal $> \pm 10\%$ se deben limpiar o cambiar y comprobar de nuevo



Calibración de pulverizadores

Aprox: Medir el volumen gastado del tanque durante 2 minutos

Pasos 1-3: no cambiar la posición del atomizador!



- 1) Llenar el depósito con agua hasta un nivel definido (ej. máximo)
- 2) Poner el tractor al régimen establecido
- 3) Pulverizar durante 5 minutos a la presión y condiciones seleccionadas
- 4) Medir el volumen de agua necesario para llenar el depósito hasta el volumen anteriormente definido
- 5) Calcular el caudal por boquilla



$$\frac{\text{Cantidad añadida } 153 \text{ L}}{\text{Tiempo de pulverización } 2 \text{ min} \times \text{Boquillas } 48} = 1.6 \text{ L/min por boquilla}$$



Calibración de pulverizadores

Calcular el volumen de aplicación (L/ha)



$$\frac{\text{Caudal } 1.6 \text{ L/min} \times \text{Factor } 600 \times \text{N}^\circ \text{ boquillas } 28}{\text{Barra } 14 \text{ m} \times \text{Velocidad } 5 \text{ km/h}} = 384 \text{ L/ha}$$

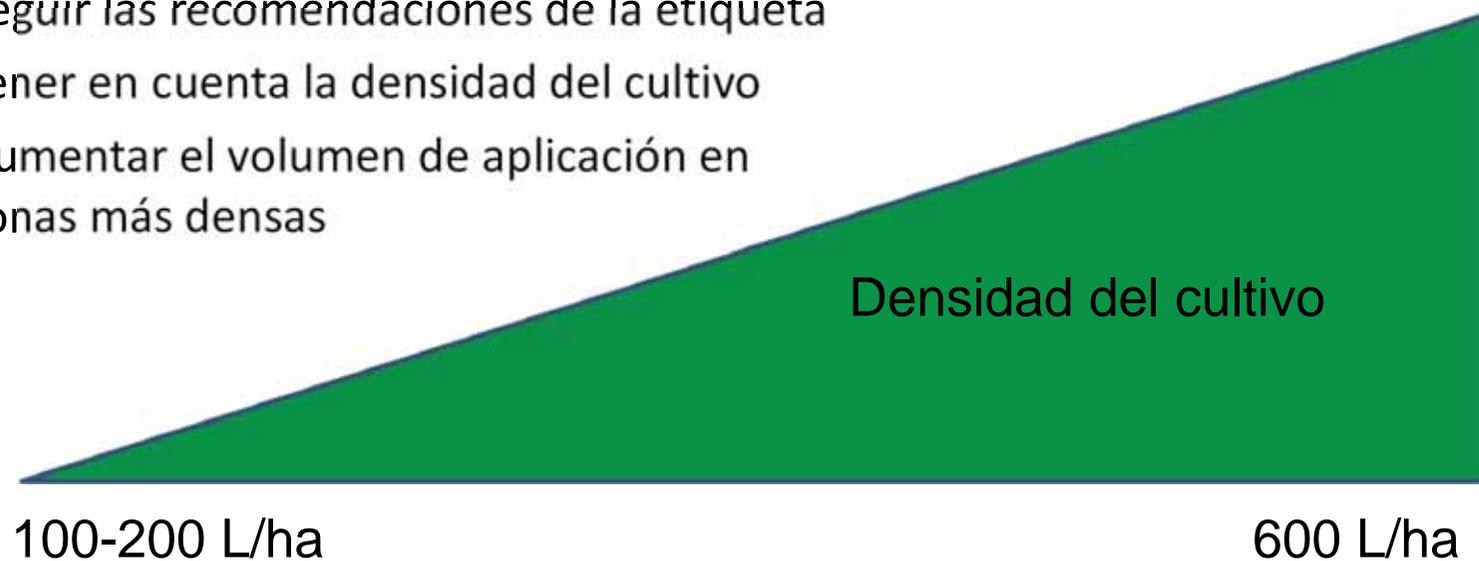


Calibración de pulverizadores

Volúmenes de aplicación recomendados (L/ha)

Si el volumen de aplicación calculado está dentro del rango recomendado, continuar con “Ajustes del equipo al cultivo”

- Seguir las recomendaciones de la etiqueta
- Tener en cuenta la densidad del cultivo
- Aumentar el volumen de aplicación en zonas más densas

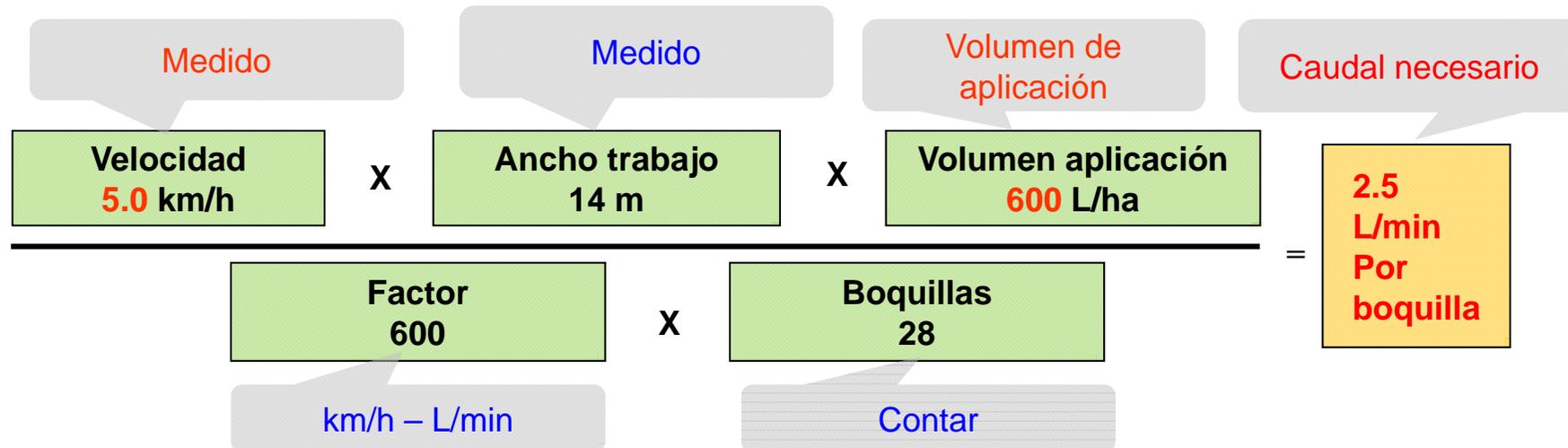


Calibración de pulverizadores

Cambiar el tamaño de las boquillas (ajuste grande)

- 1) Calcular el caudal necesario por boquilla para la velocidad de avance y el volumen de aplicación deseado
- 2) Seleccionar la boquilla necesaria /color ej. GRIS para 2.5 L/min.

bar	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
ISO size/colour	l/min					
03-Blue	0.85	0.98	1.10	1.20	1.39	1.55
04-Red	1.13	1.31	1.46	1.60	1.85	2.07
05-Brown	1.41	1.63	1.83	2.00	2.31	2.58
06-Grey	1.70	1.96	2.19	2.40	2.77	3.10



Herramientas de calibración on-line

www.agrotop.com/en/nozzle-calculator

www.spray.com/services

www.hardi-international.com

www.albuz-spray.com

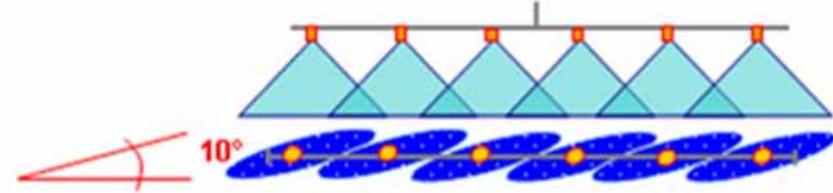


Calibración de pulverizadores



Flexómetro

Orientación



Boquillas, y presión de trabajo. Velocidad y volumen de aplicación

Comprobar la orientación y la distancia boquillas



Boquillas de 110° altura 50 cm

Ajustar la altura de la barra en función del cultivo y del tipo de boquillas

Boquillas de 80° altura 70-75 cm



Calibración de pulverizadores

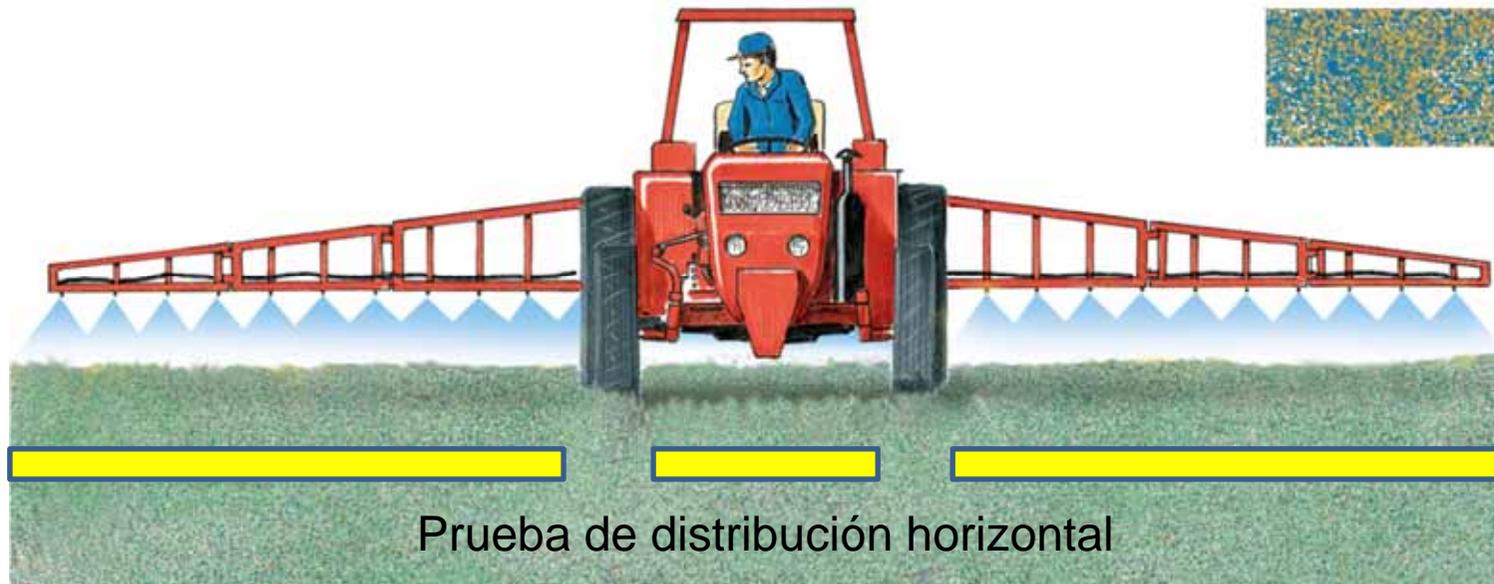
Prueba en campo de la distribución y penetración

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

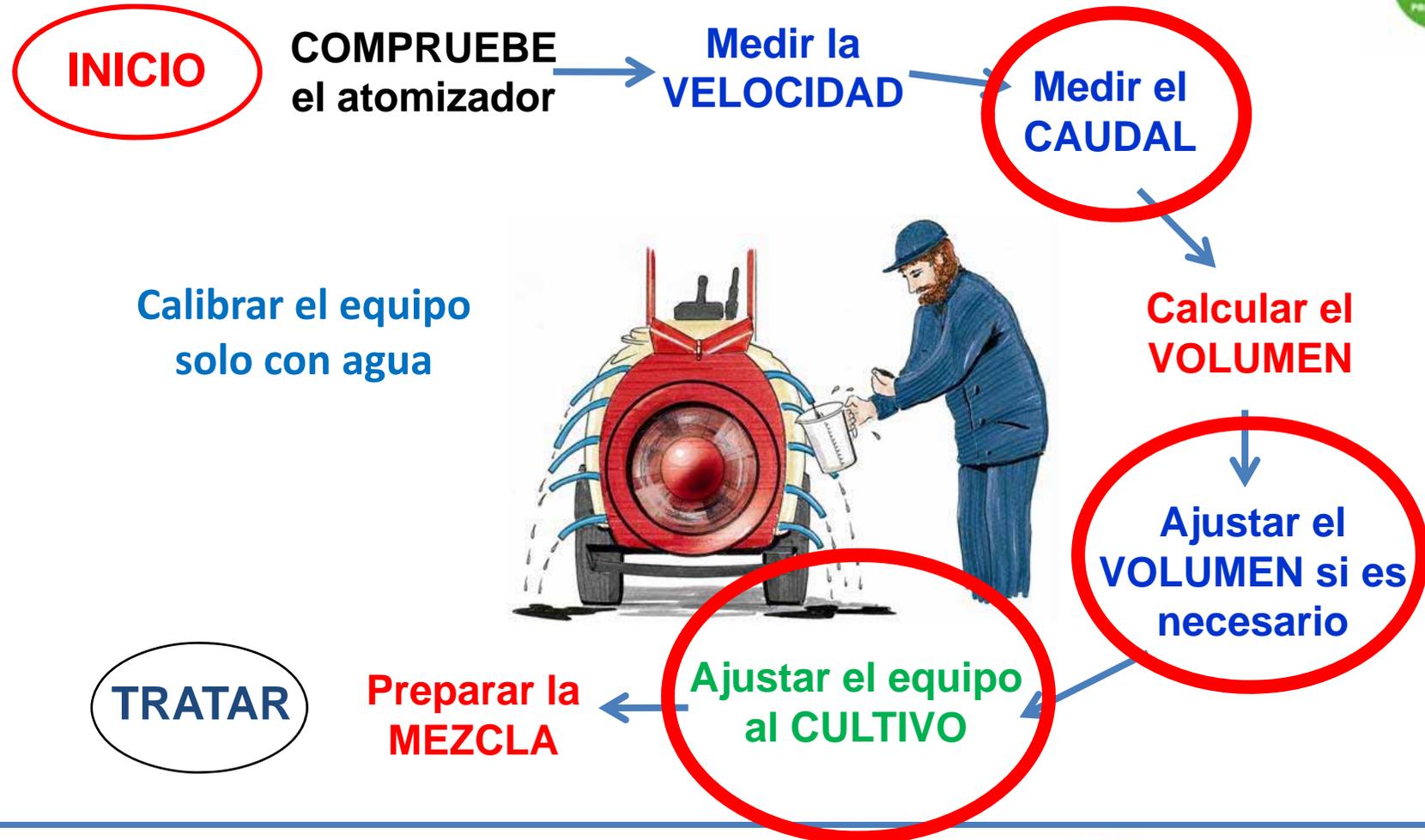


Calibración de pulverizadores

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



Calibración de atomizadores



Calibración de atomizadores

Comprobar el caudal

Hay dos métodos para determinar el caudal de las boquillas:

- **Método preciso: medir el caudal de cada una de las boquillas durante 1 minuto.**
- **Método aproximado: medir el volumen gastado del tanque en 5 minutos.**



Calibración de atomizadores

Medir el caudal de cada boquilla durante 1 minuto



Jarras calibradas 2 L



Mangueras 30 cm
(tantas como
boquillas)

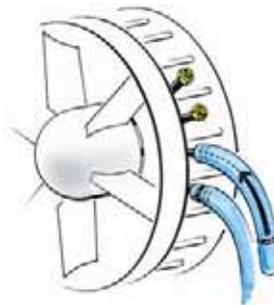
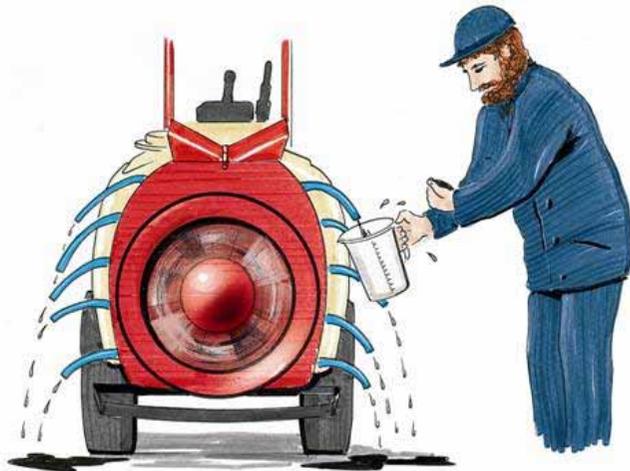


Cronómetro



Calculadora

Libreta



Boquilla	IZQ	DER
1 abajo		
2		

La variación del caudal entre las boquillas debe ser $< \pm 10\%$ del caudal medio

Las boquillas con un caudal $> \pm 10\%$ se deben limpiar o cambiar y comprobar de nuevo

- 1) Ajustar las revoluciones del motor
- 2) Empezar la pulverización
- 3) Recoger el agua de cada boquilla durante un minuto
- 4) Anotar el caudal de cada boquilla
- 5) Calcular el caudal medio por boquilla (L/min)

0		
9		
10		
Total I		
Total II	L/ min totales	
L/min	L/ min por boquilla	



Calibración de atomizadores

Calcular el volumen de aplicación (L/ha)



$$\frac{\text{Caudal } 1.05 \text{ L/min} \times \text{Factor } 600 \times \text{Nº boquillas } 12}{\text{Ancho trabajo } 4 \text{ m} \times \text{Velocidad } 5.0 \text{ km/h}} = 378 \text{ L/ha}$$



Calibración de atomizadores

Recomendación de volumen de aplicación (L/ha)

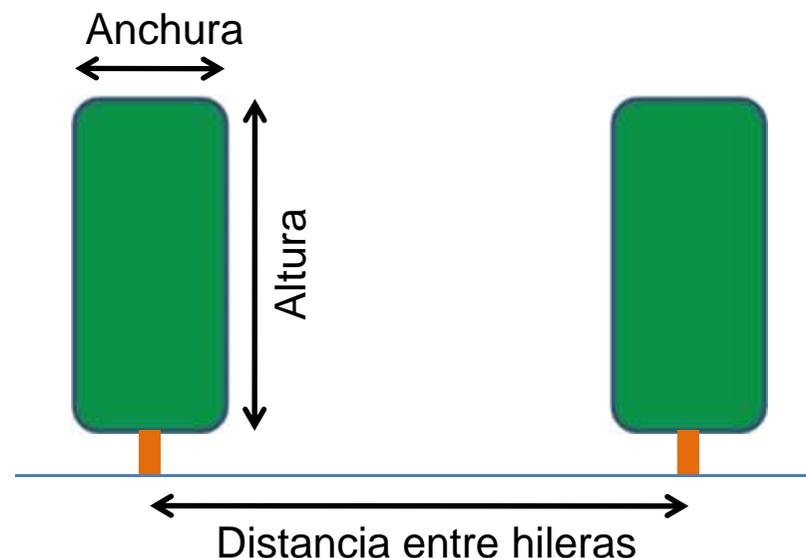
Si el volumen de aplicación calculado está dentro del rango recomendado, continuar con “Ajustes del equipo al cultivo”

Volúmenes recomendados

Leer las recomendaciones de la etiqueta del producto fitosanitario

Evitar escorrentía y goteo

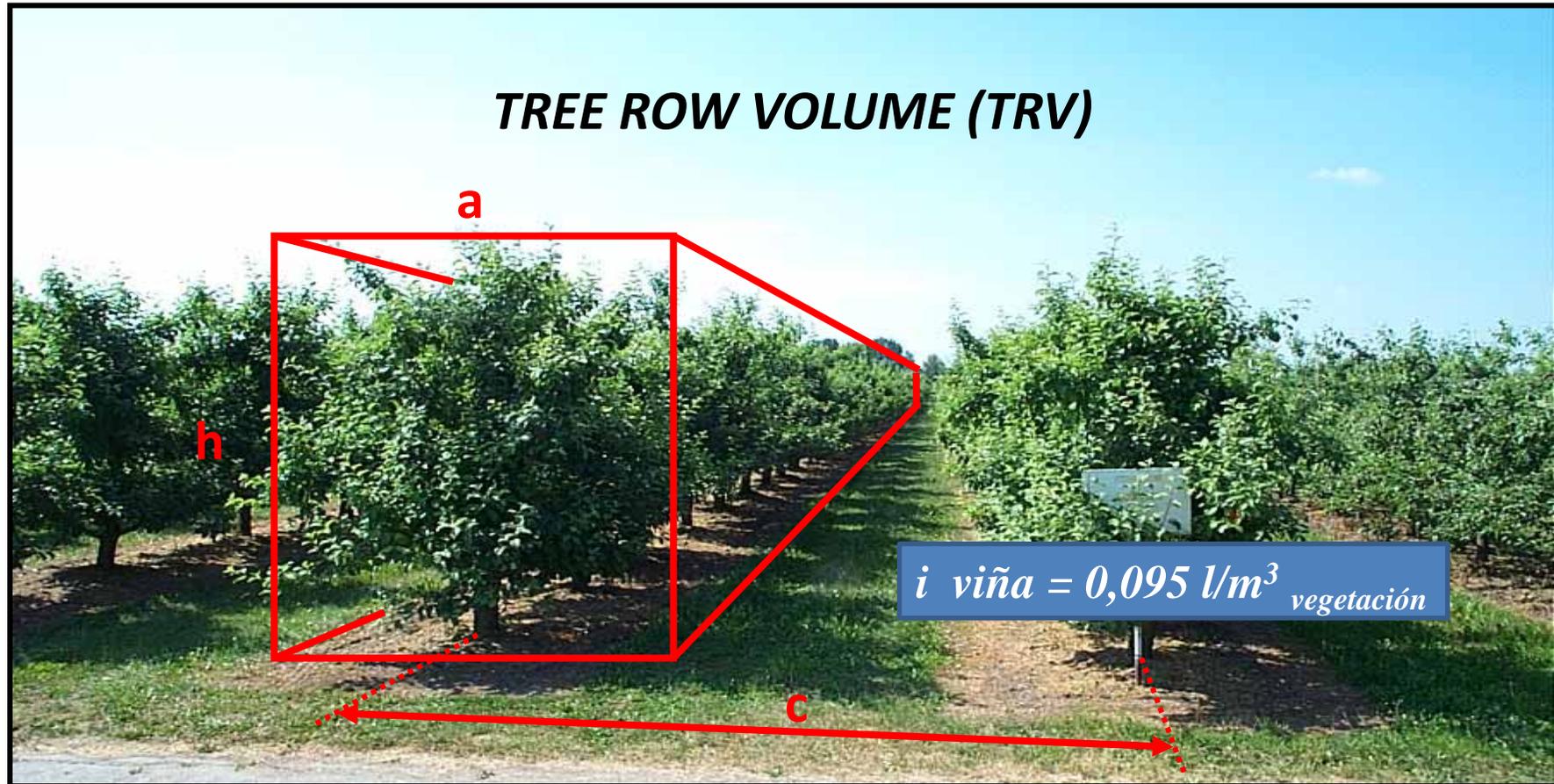
Existen modelos que tienen en cuenta la distancia entre hileras, la altura y la anchura de la vegetación



Condicionantes: características del cultivo



TREE ROW VOLUME (TRV)



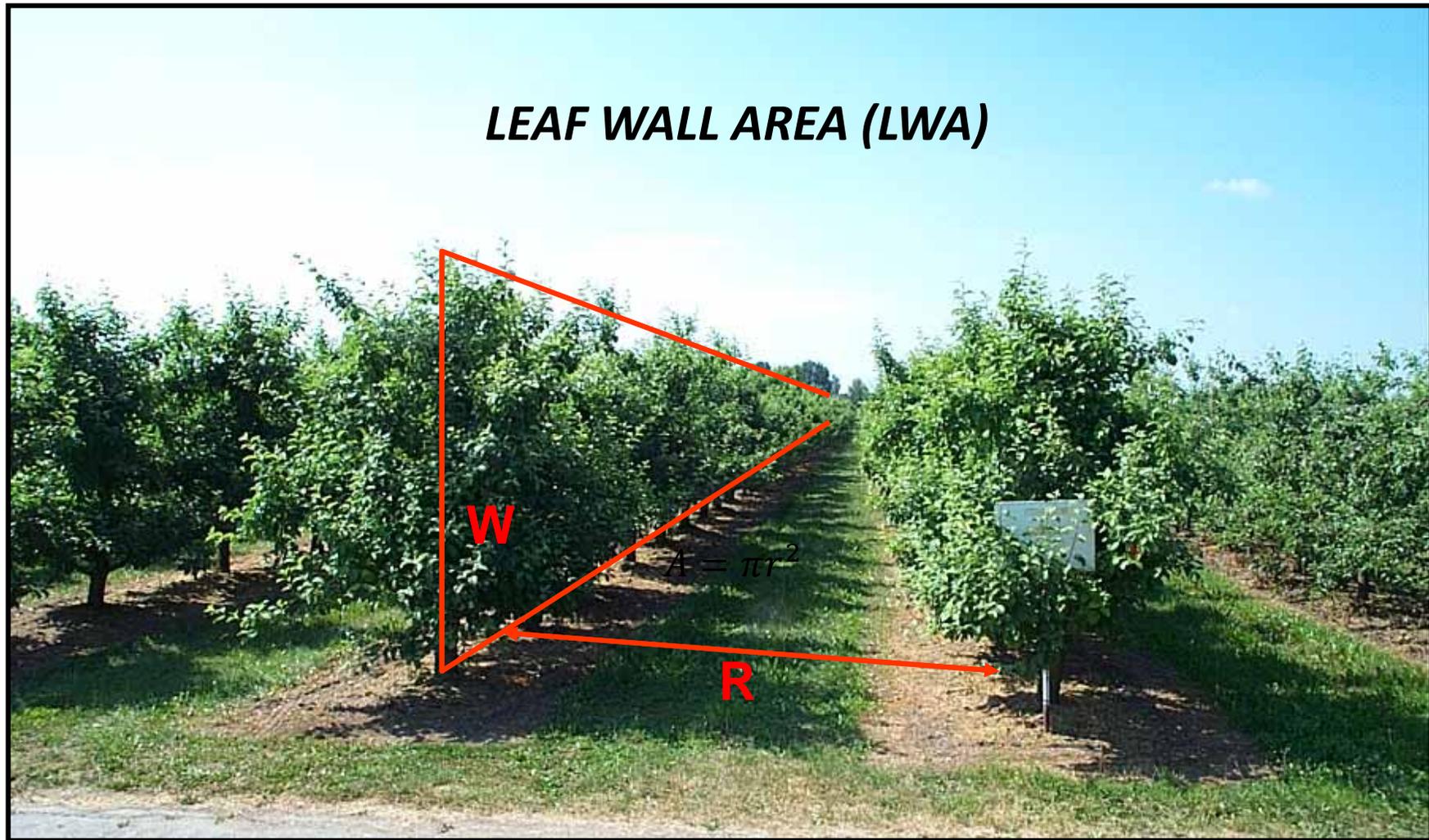
(Fuente: Doruchowski, 2003)

$$TRV \left(m^3_{veg} ha^{-1} \right) = \frac{h \times a \times 10.000}{c}$$

$$DOSIFICACIÓN \left(l ha^{-1} \right) = TRV \times i \left(l m^3_{veg} \right)$$



LEAF WALL AREA (LWA)



(Fuente: Doruchowski, 2003)

$$LWA \text{ (} m^2_{\text{vegetación}}/ha) = \frac{W * 10000}{R} * 2 \quad \text{VOLUMEN (} l \text{ ha}^{-1}\text{)} = LWA \times i \text{ (} l \text{ m}^2_{\text{veg}}\text{)}$$

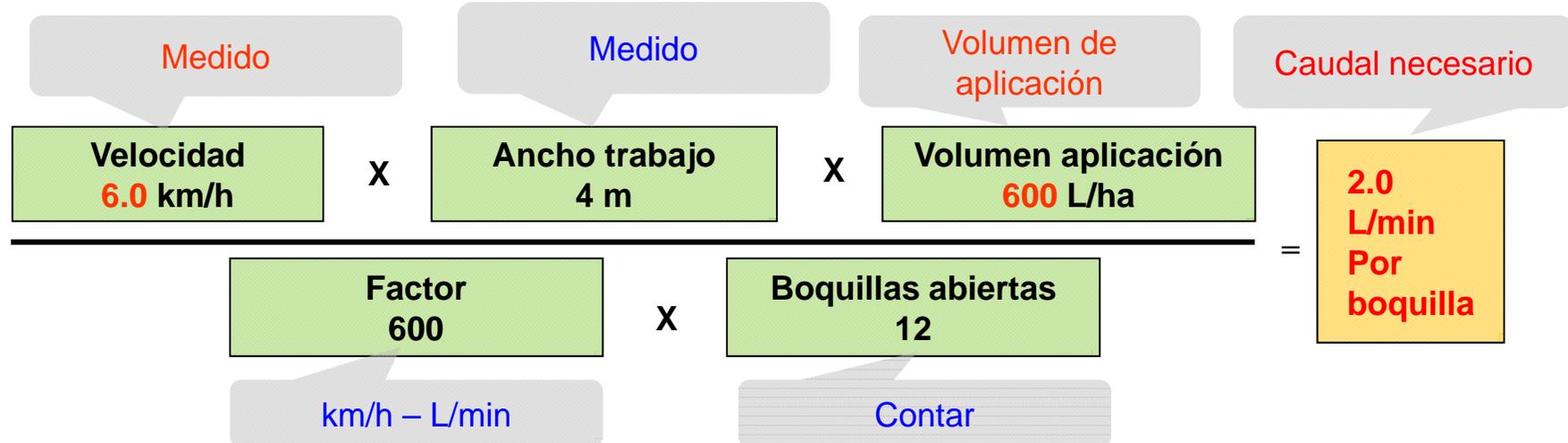


Calibración de atomizadores

Cambiar el tamaño de las boquillas (ajuste grande)

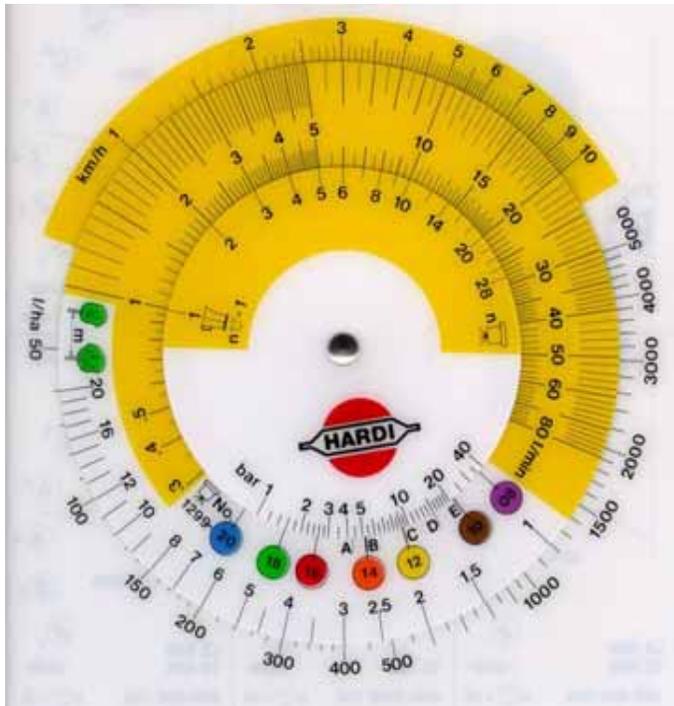
- 1) Calcular el caudal necesario por boquilla para la velocidad de avance y el volumen de aplicación deseado
- 2) Seleccionar la boquilla necesaria /color ej. GRIS para 2.0 L/min.

Bar	l/mn									
	WHITE	LILAC	BROWN	YELLOW	ORANGE	RED	GREY	GREEN	BLACK	BLUE
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	2.00	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



Herramientas de calibración

Explicación



Explicación



www.uma.deab.upc.edu



Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>

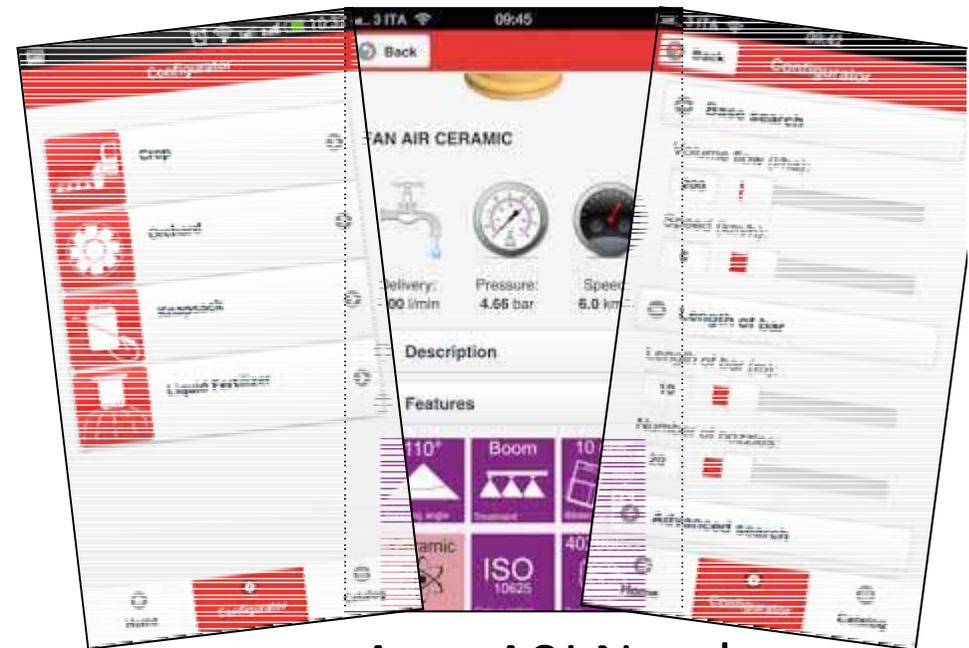


UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Herramientas calibración para smartphones y tablets



TankCalc



Arag ASJ Nozzles



SpraySelect



Calibración de atomizadores

Ajuste del caudal de aire a la vegetación

El caudal de aire (m^3/h) y la velocidad de avance se deben adaptar a las características de la vegetación asegurando que la pulverización llegue solo a la zona objetivo

Demasiado aire: poca deposición en la vegetación, deriva

Muy poco aire: dificultades para la penetración al interior de la vegetación



Calibración de atomizadores

Cálculo del caudal de aire del ventilador

Aire necesario (m³/h) para llenar la hilera pulverizada (ver esquema)

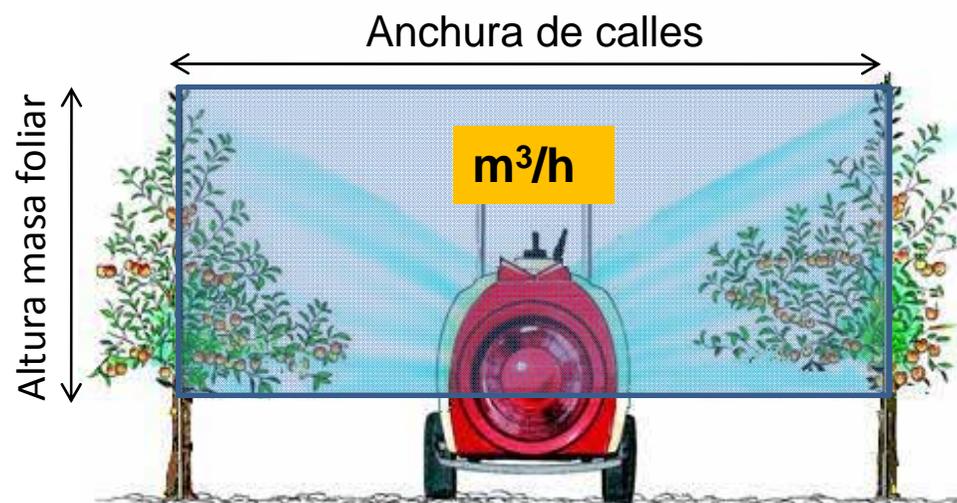
Ejemplo

$$\frac{\text{Anch. calles } 4 \text{ m} \times \text{Altura masa foliar } 3 \text{ m}}{\text{Factor desplazamiento aire } 3} \times \text{Velocidad } 5 \text{ km/h} \times \text{Factor } 1,000 = 20,000 \text{ m}^3/\text{h}$$

Factor desplazamiento aire 3

Factores a aplicar

- árboles anchos: 2
- árboles normales: 3
- árboles estrechos: 4



Calibración de atomizadores

Ajuste del caudal de aire a la vegetación

- 1) Preparar dos mástiles al menos 50 cm más altos que los árboles
- 2) Colocar los mástiles en la hilera y atar 4 trozos de cinta en cuatro niveles:
 - a) 50 cm sobre el cultivo
 - b) En lo alto del cultivo
 - c) En la parte de abajo
 - d) 50 cm bajo la vegetación
- 3) Colocar cuatro trozos de cinta en las partes altas y bajas del ventilador
- 4) Ajustar los deflectores (si los hay) para adecuar la corriente de aire a la vegetación



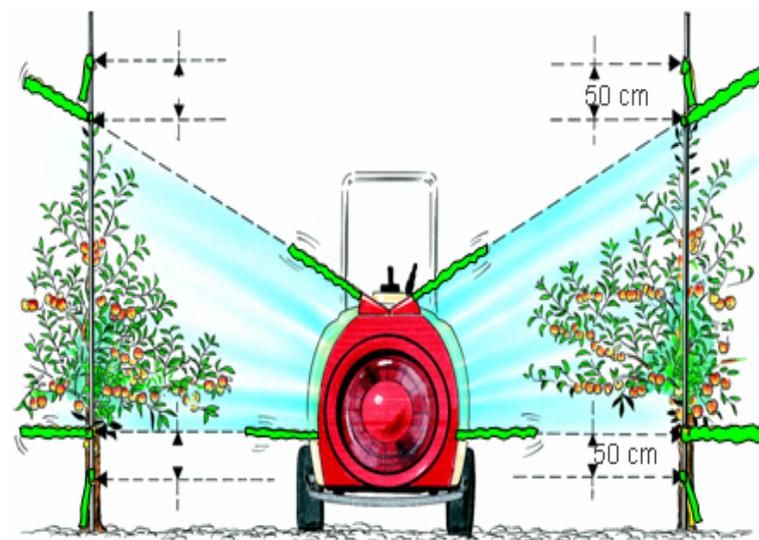
Flexómetro



Cinta



Jalones

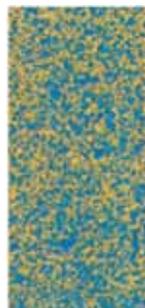


Calibración de atomizadores

Prueba en campo de la distribución y penetración



Papel hidrosensible
y grapadora



Grapar papeles hidrosensibles en unos mástiles de madera colocados en la vegetación
El papel hidrosensible se puede grapar también en las hojas
Orientar las boquillas ajustándolas a las partes altas y bajas de la vegetación



Calibración de atomizadores

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



Curso de calibración de equipos de aplicación de fitosanitarios

- **12:00 a 14:00**
Sesión Práctica
(En parcela)



Curso de calibración de equipos de aplicación de fitosanitarios

**Pulverizador hidráulico
(Barra)**



+

	Grupo
12:00 a 13:00	A
13:00 a 14:00	B

**Pulverizador
hidroneumático
(Atomizador)**



	Grupo
12:00 a 13:00	B
13:00 a 14:00	A

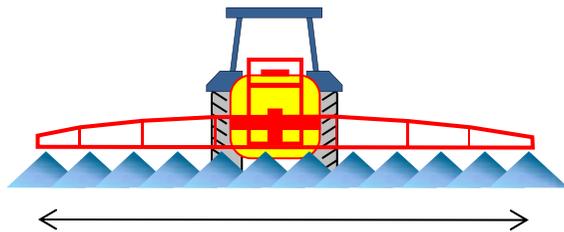


1. Cultivo y condiciones ambientales

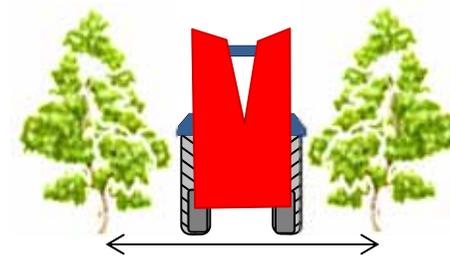
Temperatura: 10 – 25 °C Humedad: 50 – 75% Velocidad del viento: < 3 m/s (≈ 10,8 km/h)

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

$$\text{Caudal total (l/min)} = \frac{D \text{ (l/ha)} \times V \text{ (km/h)} \times A \text{ (m)}}{600} \quad \frac{\text{Caudal total}}{\text{N}^\circ \text{ boquillas}} \quad \text{Caudal unitario (l/min)}$$



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





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