

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

Jordi Llop y Montse Gallart
Departament d'Enginyeria Agroalimentària i Biotecnologia
Universitat Politècnica de Catalunya

Vinaròs, 14 de Mayo de 2015



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



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

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

inicio • mapa del sitio • contacto • identificate

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

[uma.deab.upc](#) @umsadeabupc
EPA para la Conservación del Suelo y el Agua
youtu.be/p7c0bFEct70 via @YouTube

Càtedra Syngenta-UPC
TOPPS PROWADIS
ESAB
DEAB
aprogip



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



<https://catedrasyngenta.upc.edu>

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH

inicio • mapa del sitio • contacto • identificate BUSCAR

Cátedra Syngenta - UPC

syngenta

• Català • English

Está en: Inicio • Actividades • Cursos

PRESENTACIÓN ACTIVIDADES DOCUMENTOS DIFUSIÓN

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 Villafranca (Sevilla) - Junio 2014
- Benicarló (Castelló) - Mayo 2014
- Anadia e Lisboa (Portugal) - Abril 2014
- Jerez de la Frontera (Cádiz) - Octubre 2013
- Figeruelas (Zaragoza) - Octubre 2013
- Antequera (Málaga) - Septiembre 2013

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

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH



Buenas prácticas agrícolas



Boquillas y gotas

Regulación de equipos de aplicación

Factores claves para una buena aplicación

- 1) Producto fitosanitario
- 2) Equipo
- 3) Condiciones ambientales



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

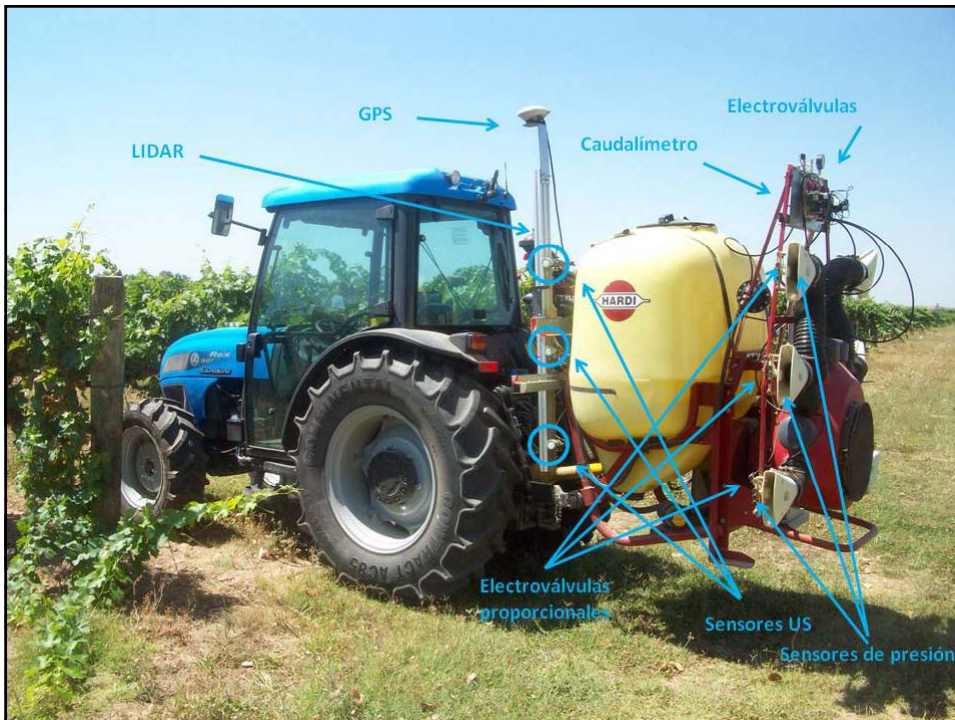


UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
UNICEL.COMUTIB











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



MINISTERIO
DE AGRICULTURA,
ALIMENTACIÓN
Y MEDIO RURAL Y MARINO



GOBIERNO
DE ESPAÑA

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



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA

Cuaderno de explotación



Todas las intervenciones fitosanitarias deberán constar en el "Cuaderno de Explotación" o en la documentación de asesoramiento

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

Carnet de aplicador



"FORMACIÓN DE USUARIOS, PROFESIONALES Y VENDEDORES"

Todos los usuarios profesionales, vendedores y personal auxiliar en el manejo de productos fitosanitarios deberán disponer de carnet que acredite los conocimientos necesarios

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



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA

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?

“GESTIÓN INTEGRADA DE PLAGAS”

EXPLORACIONES EXENTAS

EXPLORACIONES CON OBLIGACIÓN DE ASESORAMIENTO

EXPLORACIONES SIN OBLIGACIÓN DE ASESORAMIENTO

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

Es suficiente con seguir las indicaciones...

Las explotaciones acogidas a Producción Ecológica, Integración ATRIAS y ADV ya cumplen con dichos principios

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

GUIAS DE GESTIÓN INTEGRADA

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

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

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



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
 DE CATALUNYA
 BARCELONA

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



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
 DE CATALUNYA
 BARCELONA

INSPECCIÓN DE MAQUINARIA



NOVIEMBRE
26
2016

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



Inspección

Maquinaria móvil,
duchas post cosecha...







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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
UNIVERSITY OF CATALUNYA

Periodicidad las inspecciones

- **Todos** los equipos deberán estar inspeccionados, al menos una vez antes del **26 de noviembre de 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)



¿Que se revisa en una inspección?



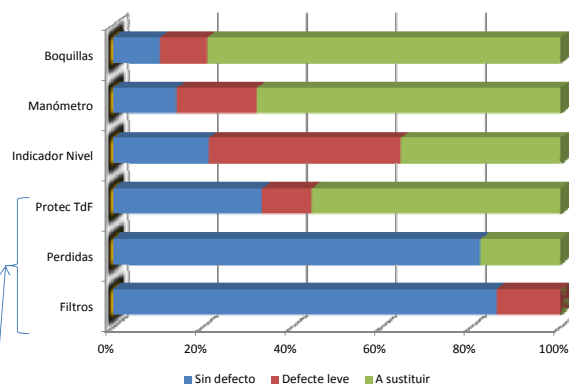
Elemento	Inspección visual	Medidas
Sistemas de protección	✓	
Bomba	✓	
Sistema de agitación	✓	
Tanque	✓	
Sistema de regulación	✓	✓
Tuberías	✓	
Filtros	✓	
Boquillas	✓	✓



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
 DE CATALUNYA
 BARCELONA



Afectan a la calidad de la aplicación



Es evidente cuando no funcionan



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



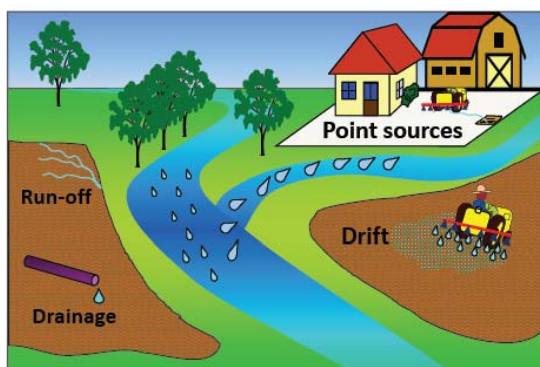
UNIVERSITAT POLITÈCNICA
 DE CATALUNYA
 BARCELONA

Buenas prácticas agrícolas

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

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

TOPPS
PROWADIS



5 %
Drift
30 %
Run-off

La contaminación difusa se puede reducir

> 50 %
Point source

La contaminación puntual se puede evitar



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA

Buenas prácticas agrícolas

Utilizar boquillas de baja deriva



Boquillas convencionales

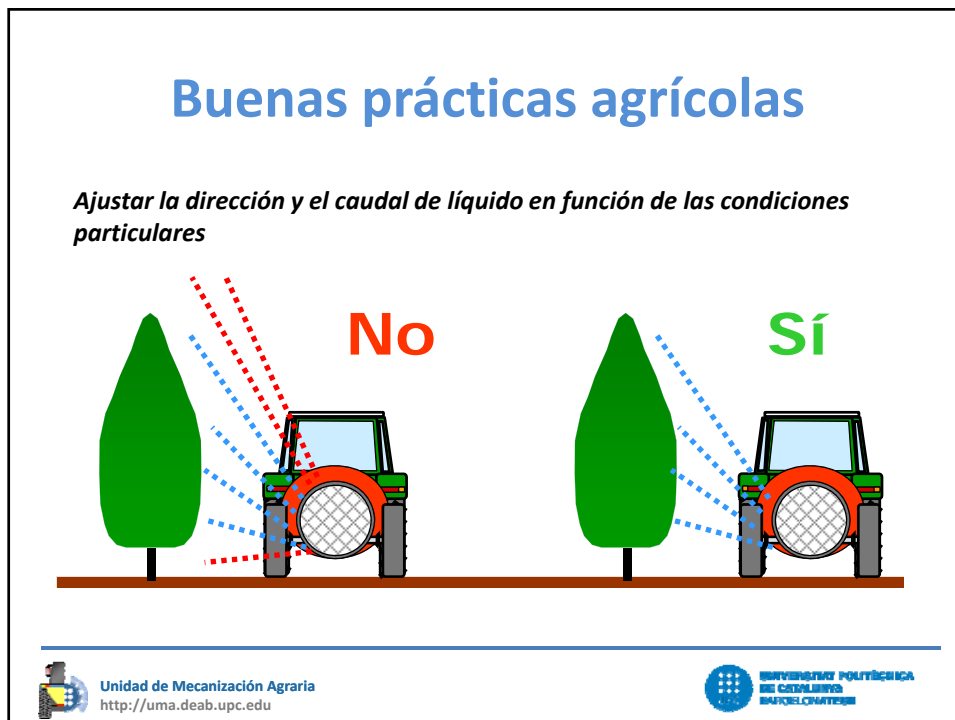
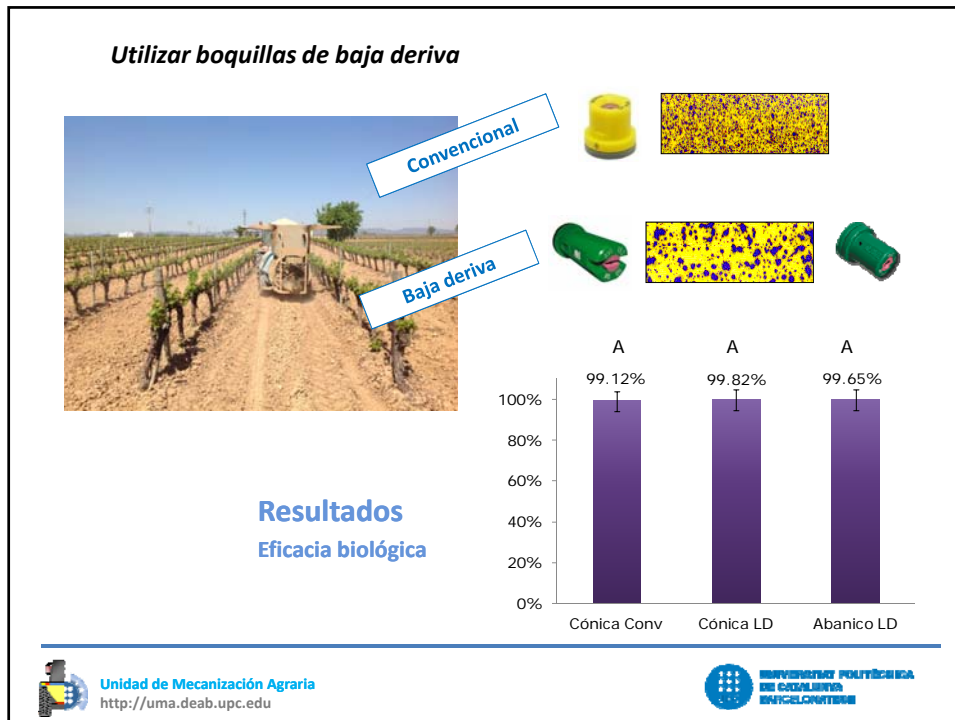
Boquillas baja deriva



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

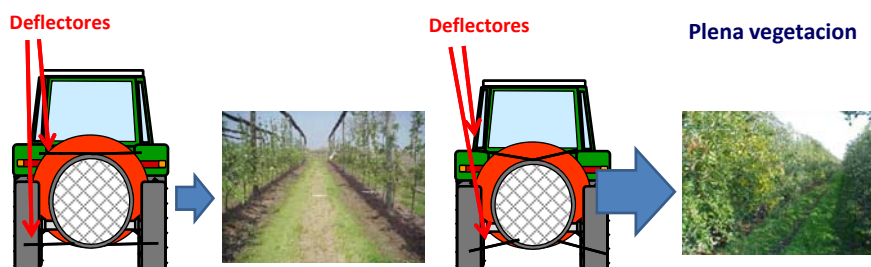


UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA



Buenas prácticas agrícolas

Ajustar la dirección y el caudal de aire en función de las condiciones particulares



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONA



Buenas prácticas agrícolas

Boquillas y gotas

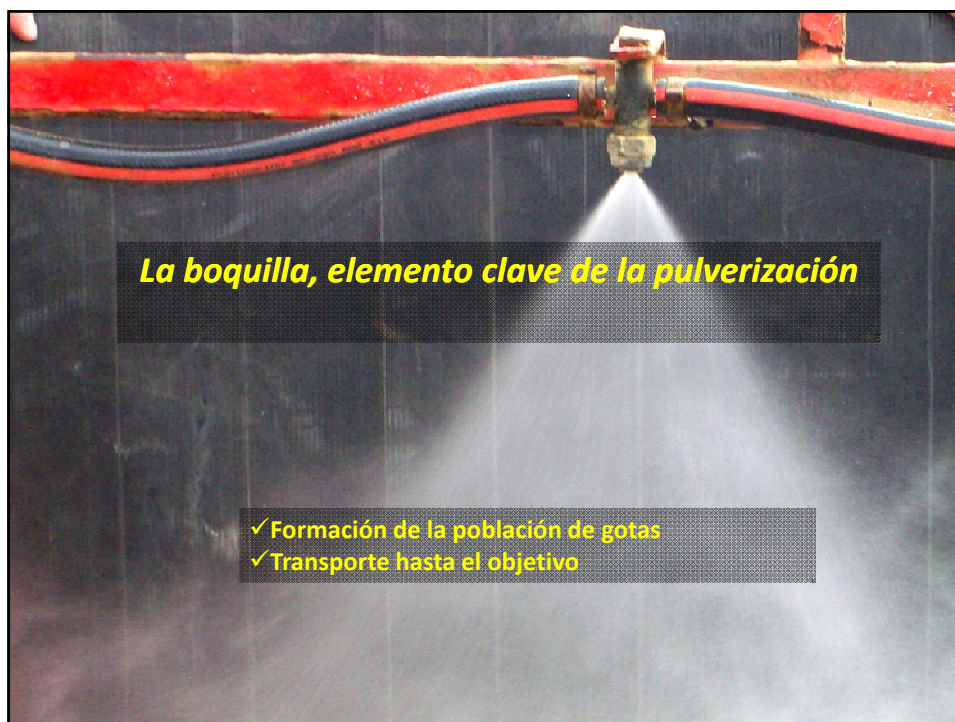
Regulación de equipos de aplicación



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONA



Funciones de la boquilla

1. Control del caudal de líquido

2. Formación de las gotas

3. Distribución sobre el objetivo

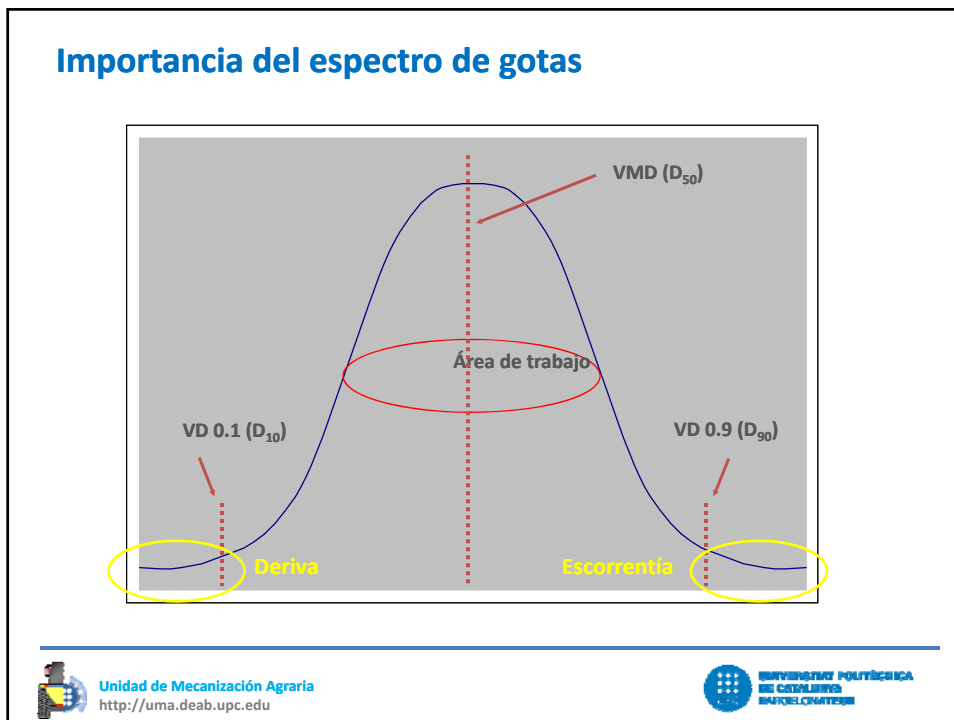
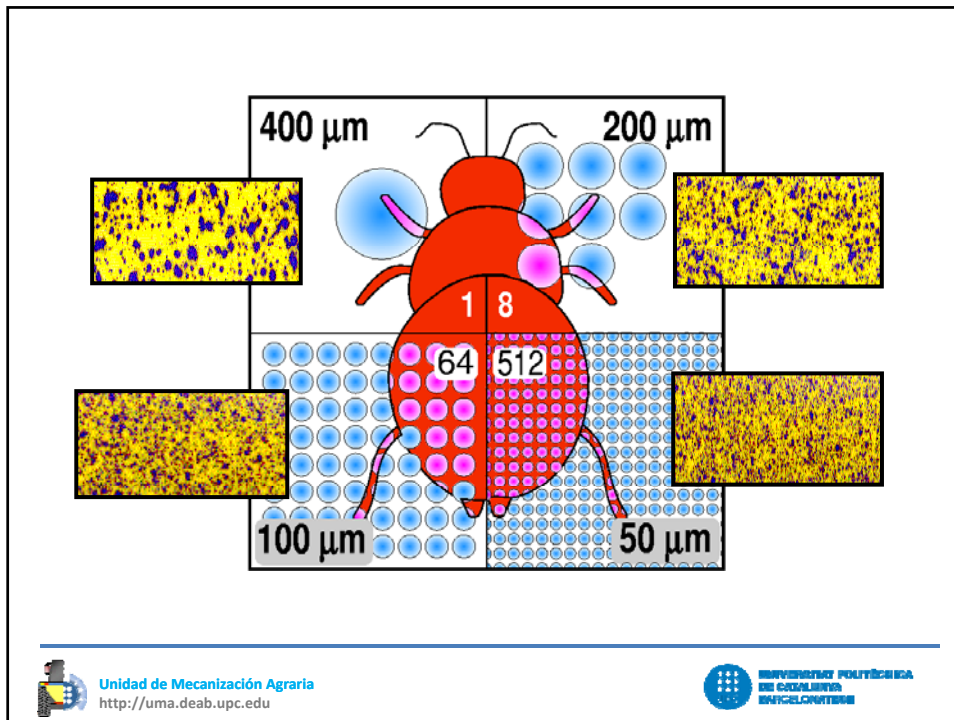
4. Recubrimiento

5. Penetración

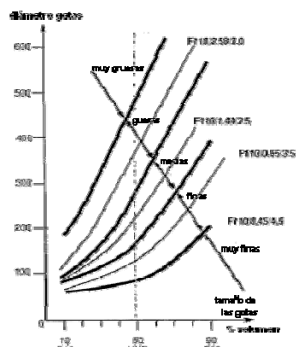


Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>



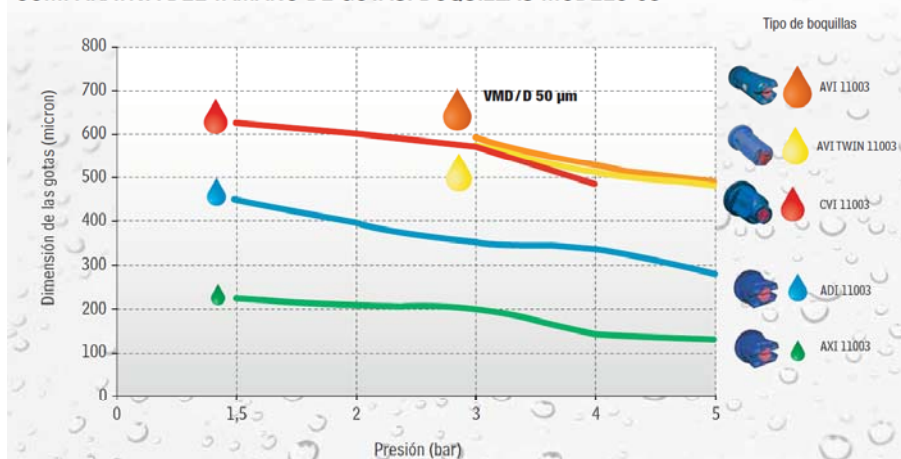


Clasificación del tamaño de gotas




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 Albus 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	



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

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA

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

Model	Pressure (bar)	Drop Size	Capacity (l/min)	Color	Model	Pressure (bar)	Drop Size	Capacity (l/min)	Color	Model	Pressure (bar)	Drop Size	Capacity (l/min)	Color	Model	Pressure (bar)	Drop Size	Capacity (l/min)	Color
AIXR110015 (100)	1.0	XC	0.34	Verde	AI80015	2.0	UC	0.48	Verde	XR8001	1.0	M	0.23	Verde	XR11001	1.0	M	0.23	Verde
	2.0	VC	0.48			3.0	XC	0.59			1.5	F	0.28			1.5	F	0.28	
	3.0	C	0.59			4.0	XC	0.68			2.0	F	0.32			2.0	F	0.32	
	4.0	C	0.68			5.0	UC	0.76			2.5	F	0.36			2.5	F	0.36	
	5.0	M	0.76			6.0	VC	0.83			3.0	F	0.39			3.0	F	0.39	
AIXR11002 (50)	1.0	XC	0.46	Verde	AI8002	2.0	UC	0.65	Verde	XR80015	1.0	M	0.34	Verde	XR110015	1.0	M	0.34	Verde
	2.0	VC	0.65			3.0	XC	0.79			1.5	F	0.42			1.5	F	0.42	
	3.0	C	0.79			4.0	XC	0.91			2.0	F	0.48			2.0	F	0.48	
	4.0	C	0.91			5.0	VC	1.02			2.5	F	0.54			2.5	F	0.54	
	5.0	C	1.02			6.0	VC	1.12			3.0	F	0.59			3.0	F	0.59	
AIXR110025 (50)	1.0	XC	0.57	Verde	AI80025	2.0	UC	0.81	Verde	XR8002	1.0	M	0.46	Verde	XR11002	1.0	M	0.46	Verde
	2.0	XC	0.81			3.0	XC	0.99			1.5	M	0.56			1.5	M	0.56	
	3.0	VC	0.99			4.0	XC	1.14			2.0	M	0.65			2.0	M	0.65	
	4.0	C	1.14			5.0	VC	1.28			2.5	M	0.72			2.5	M	0.72	
	5.0	C	1.28			6.0	VC	1.40			3.0	M	0.79			3.0	M	0.79	
AIXR11003 (50)	1.0	XC	0.68	Verde	AI8003	2.0	UC	0.96	Verde	XR8003	1.0	M	0.57	Verde	XR11003	1.0	M	0.57	Verde
	2.0	XC	0.96			3.0	XC	1.18			1.5	M	0.70			1.5	M	0.70	
	3.0	VC	1.18			4.0	XC	1.36			2.0	M	0.81			2.0	M	0.81	
	4.0	C	1.36			5.0	VC	1.52			2.5	M	0.90			2.5	M	0.90	
	5.0	C	1.52			6.0	VC	1.67			3.0	M	0.99			3.0	M	0.99	
AIXR11004 (50)	1.0	UC	0.91	Verde	AI8004	2.0	UC	1.29	Verde	XR8004	1.0	M	0.68	Verde	XR11004	1.0	M	0.68	Verde
	2.0	XC	1.29			3.0	XC	1.58			1.5	M	0.83			1.5	M	0.83	
	3.0	VC	1.58			4.0	XC	1.82			2.0	M	0.96			2.0	M	0.96	
	4.0	VC	1.82			5.0	VC	2.04			2.5	M	1.08			2.5	M	1.08	
	5.0	C	2.04			6.0	VC	2.23			3.0	M	1.18			3.0	M	1.18	
6.0	C	2.23	7.0	C	2.41	4.0	M	1.26	4.0	M	1.26								
8.0	C	2.58	8.0	C	2.58	8.0	C	2.58	8.0	C	2.58								

bar	l/mn							
	MORADA 80-0050	ROSA 80-0075	NARANJA 80-01	VERDE 80-015	AMARILLA 80-02	LILA 80-025	AZUL 80-03	ROJA 80-04
5	-	0,39	0,52	0,77	1,03	1,29	1,55	2,07
6	-	0,42	0,57	0,85	1,13	1,41	1,70	2,26
7	0,31	0,46	0,61	0,92	1,22	1,53	1,83	2,44

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?

Abanico?

Angulo?

Conicas?

S 4110

1003

S 3110

?*+;!

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

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA

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**




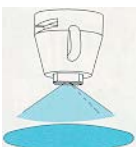


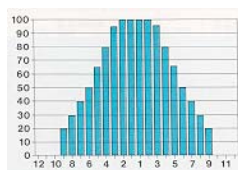
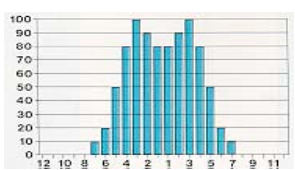
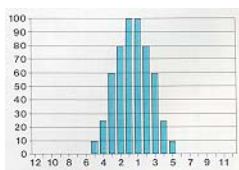

- De chorros múltiples**



- Especiales**





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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA

<i>Abanico</i>	<i>Cónica</i>	<i>Cono lleno</i>
		
		
		


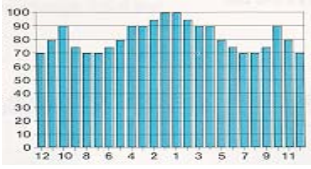

Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>


UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA


Espejo




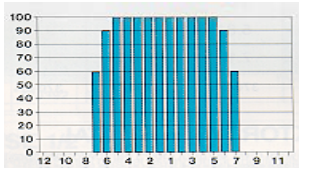
4598





Abanico uniforme




4680E



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




UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
ENFCOL.COMPTES

Características Boquillas de Abanico

Solapado de las boquillas sobre la barra de distribución



The diagram illustrates the overlap of nozzles on a distribution bar. A horizontal bar is shown with a dimension line indicating a length of 50 cm. Below the bar, four nozzles are depicted, each emitting a fan-shaped spray. The nozzles are positioned such that their spray patterns overlap, ensuring full coverage of the area below the bar.

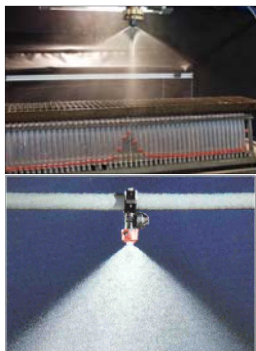


Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
ENFCOL.COMPTES

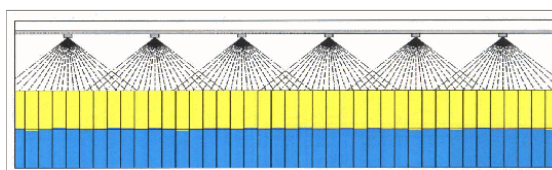
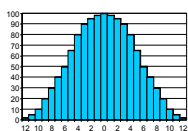
Uniformidad de distribución – factor clave



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



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONA



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



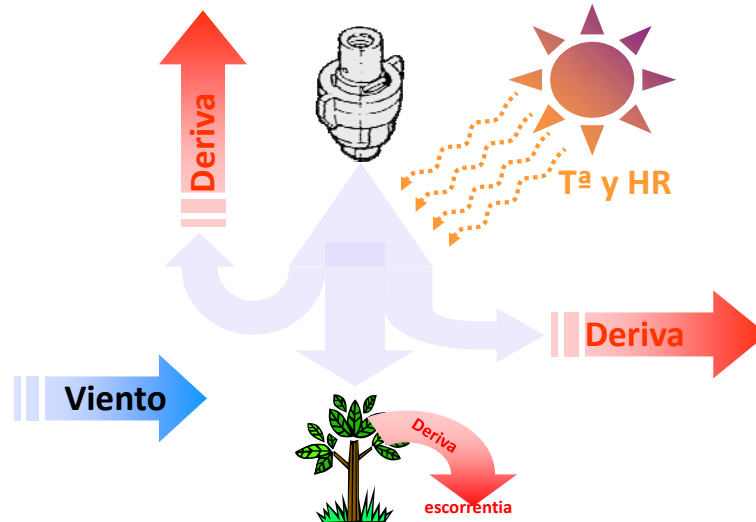
Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONA

Deriva

Parte de la pulverización que no alcanza el objetivo



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

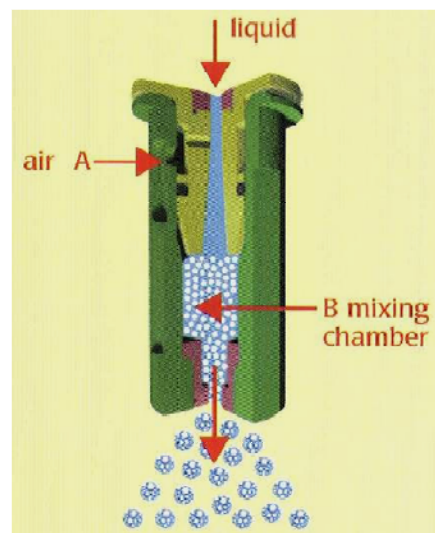


UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONA

Boquillas antideriva

Existen 2 tipologías:

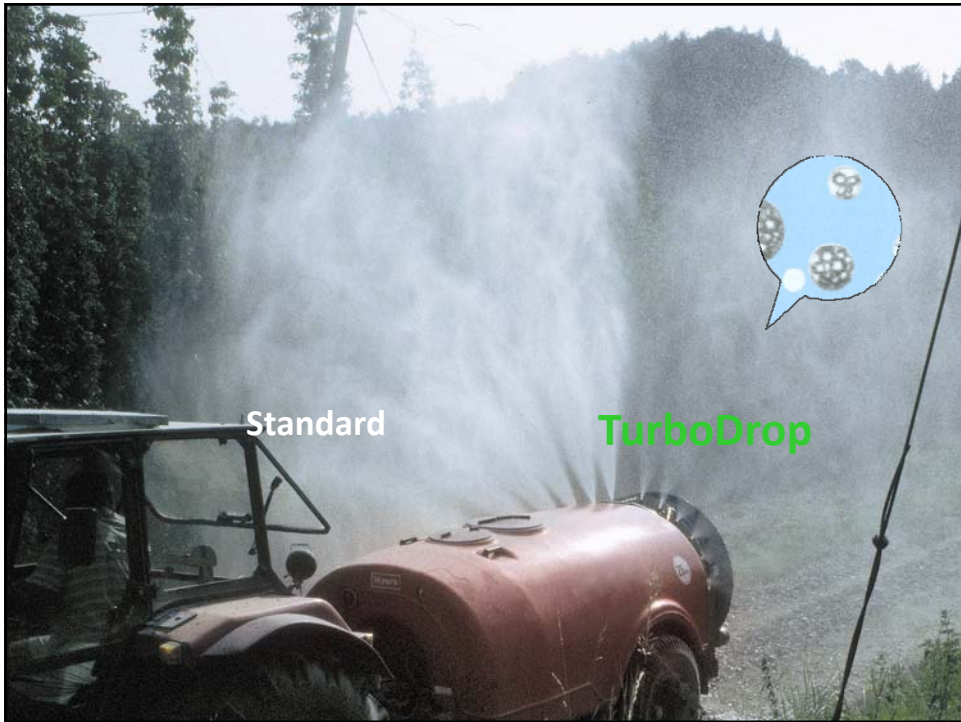
- Inyección de aire
- Con precámara



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONA





Buenas prácticas agrícolas

Boquillas y gotas

Regulación de equipos de aplicación



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONA

Regulación: la clave del éxito



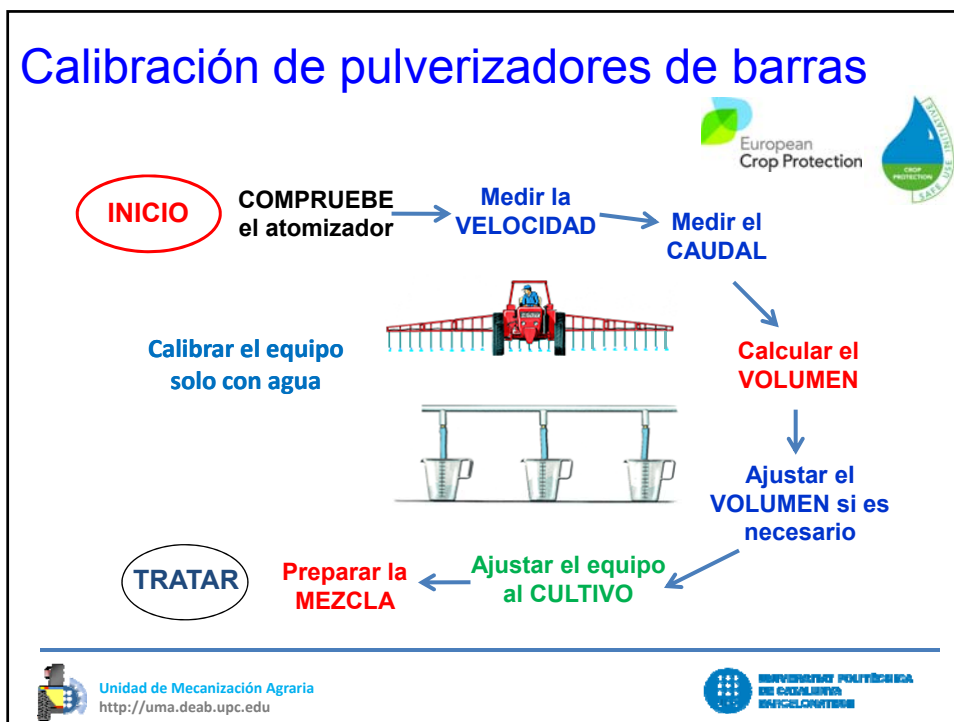
Invertir 15 minutos en ajustar el equipo para un uso óptimo en función de las condiciones del momento



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONA



Calibración de pulverizadores

Antes de la calibración

COMPRUEBE la barra

- | | |
|--|--------------------------|
| Capacidad del depósito (máxima cantidad de mezcla) | _____ L |
| Tuberías en buenas condiciones | <input type="checkbox"/> |
| Boquillas | |
| Número y disposición simétricos en ambos lados | <input type="checkbox"/> |
| Todas del mismo tamaño | <input type="checkbox"/> |
| Todas del mismo tipo | <input type="checkbox"/> |
| Limpiar boquillas y filtros | <input type="checkbox"/> |
| Comprobar la horizontalidad de la barra | |



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



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) | <input type="checkbox"/> |
| Abrir las válvulas y empezar la pulverización | <input type="checkbox"/> |
| Limpiar las boquillas defectuosas | <input type="checkbox"/> |
| Las boquillas cerradas no deben gotear | <input type="checkbox"/> |
| Reemplace las boquillas dañadas | <input type="checkbox"/> |
| Compruebe y ajuste | |
| Pérdidas | <input type="checkbox"/> |
| Las válvulas deben funcionar correctamente | <input type="checkbox"/> |
| Comprobar el sistema de agitación | <input type="checkbox"/> |
| Comprobar lectura de presión en el manómetro | _____ bar (kg/cm ²) |



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

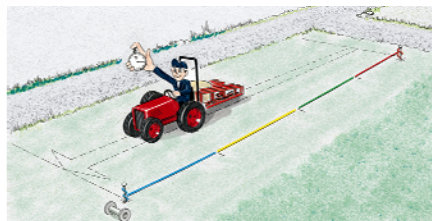


Calibración de pulverizadores

Comprobar la velocidad



- 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



Distancia 100 m	x	Factor 3.6	=	8.0 km/h
		Tiempo 46 s		

Calibración de pulverizadores

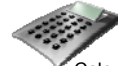
Comprobar el caudal

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



Libreta

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									

l/min from all nozzles
l/min per open nozzle

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



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA

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



$$\frac{\text{Cantidad añadida}}{\text{Tiempo de pulverización}} \times \text{Boquillas} = \text{Caudal por boquilla}$$

Cantidad añadida: 153 L
 Tiempo de pulverización: 2 min
 Boquillas: 48
 Resultado: 1.6 L/min por boquilla



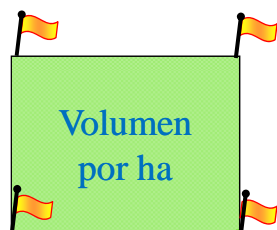
Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA

Calibración de pulverizadores

Calcular el volumen de aplicación (L/ha)



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



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



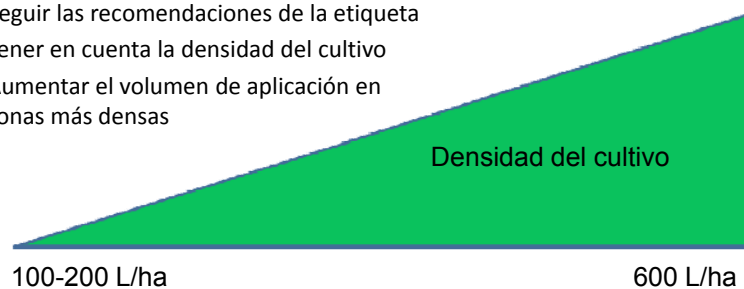
UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONA

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



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONA

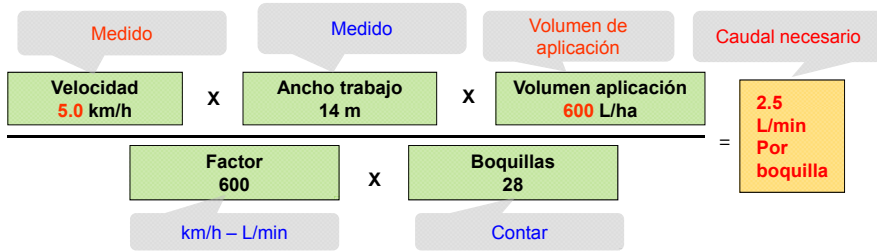
60

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.

ISO size/color	bar	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0
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 calibración para smartphones y tablets



TankCalc



SpraySelect



Arag ASJ Nozzles

Herramientas de calibración on-line

www.agrotop.com/en/nozzle-calculator

www.hardi-international.com

www.spray.com/services

www.albu-z.com

Calibración de pulverizadores



Calibración de pulverizadores

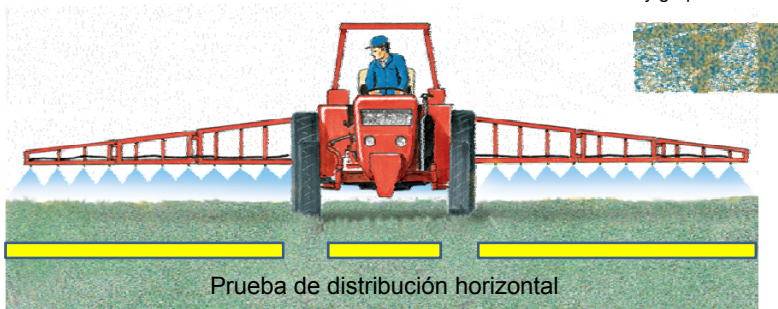
Prueba en campo de la distribución y penetración

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



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
ENFCOL.COM/UTBB

Calibración de pulverizadores

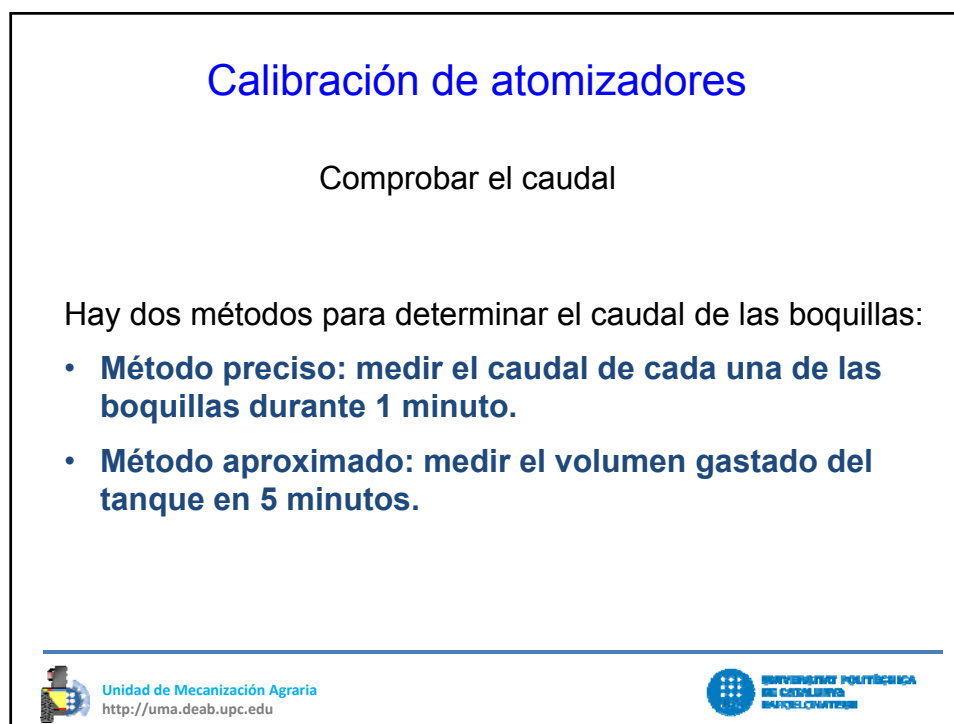
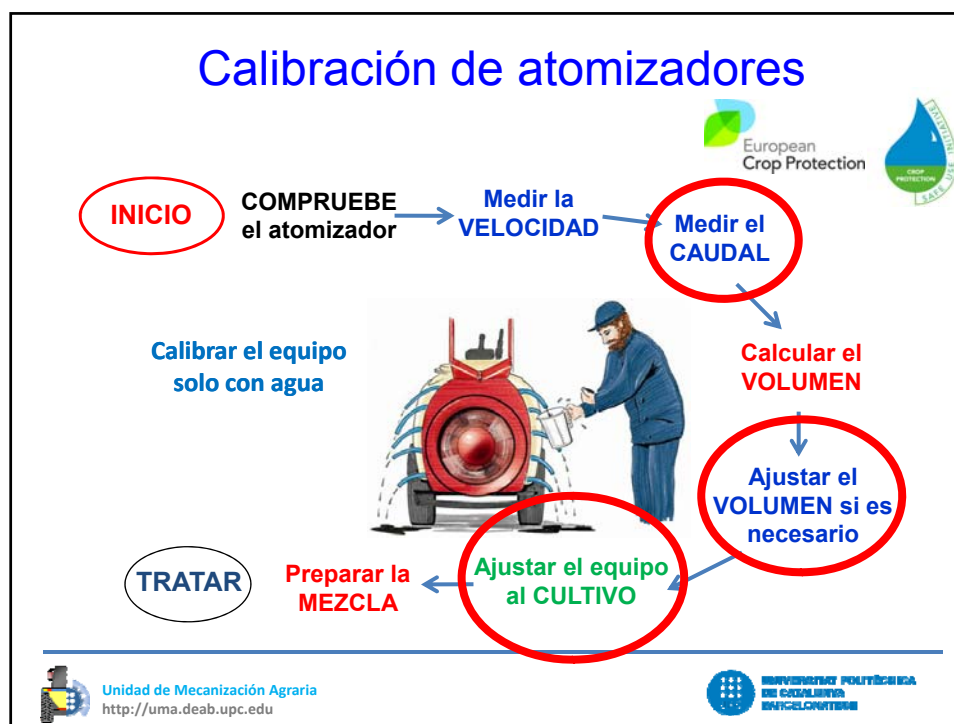
Calcular la cantidad de producto fitosanitario a añadir al depósito del pulverizador



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
ENFCOL.COM/UTBB



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



- 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)

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

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



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONA

Calibración de atomizadores

Calcular el volumen de aplicación (L/ha)



$$\frac{\text{Caudal } 1.05 \text{ L/min} \times \text{Factor } 600 \times \text{N}^\circ \text{ boquillas } 12}{\text{Ancho trabajo } 4 \text{ m} \times \text{Velocidad } 5.0 \text{ km/h}} = 378 \text{ L/ha}$$



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONA

Calibración de atomizadores

Recomendación de volumen de aplicación (L/ha)

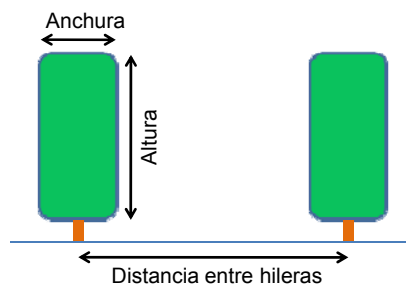
Si el volumen de aplicación calculado está dentro del rango recomendado, continuar con "Ajustes del equipo al cultivo"

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



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONA

Condicionantes: características del cultivo

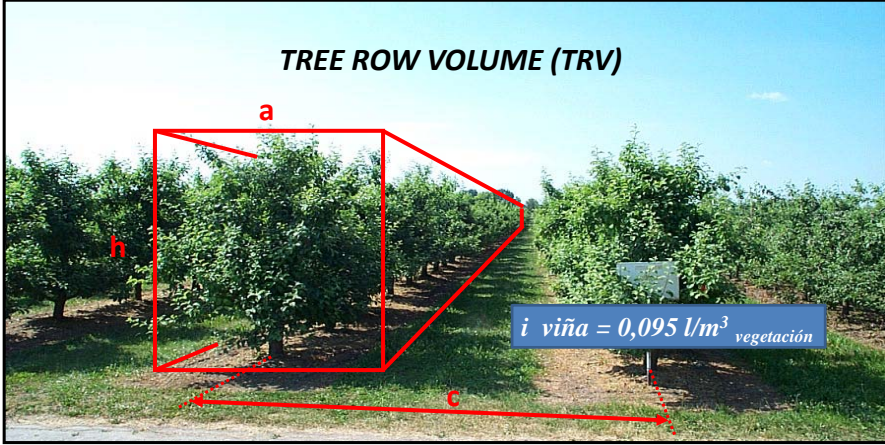


Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>




UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONA

TREE ROW VOLUME (TRV)




(Fuente: Doruchowski, 2003)

$$TRV (m^3_{veg} ha^{-1}) = \frac{h \times a \times 10.000}{c} \quad DOSIFICACIÓN (l ha^{-1}) = TRV \times i (l m^3_{veg})$$

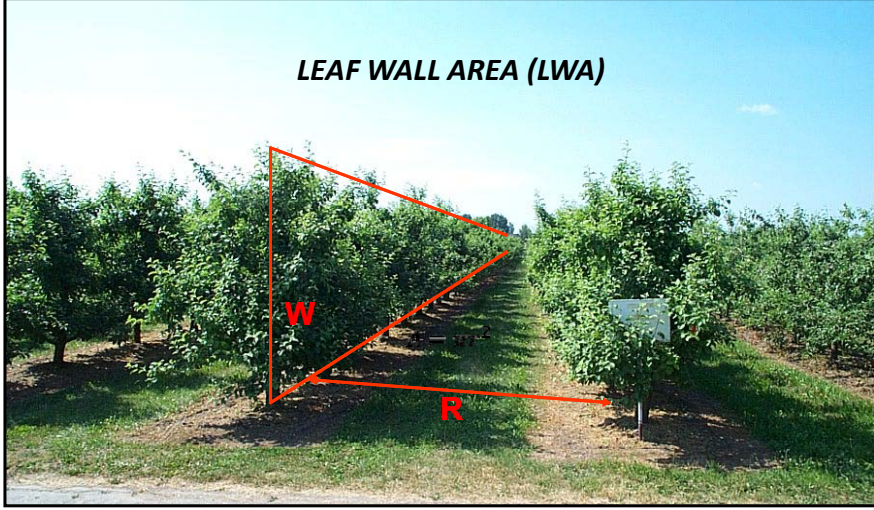


Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>




UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA

LEAF WALL AREA (LWA)




(Fuente: Doruchowski, 2003)

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



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



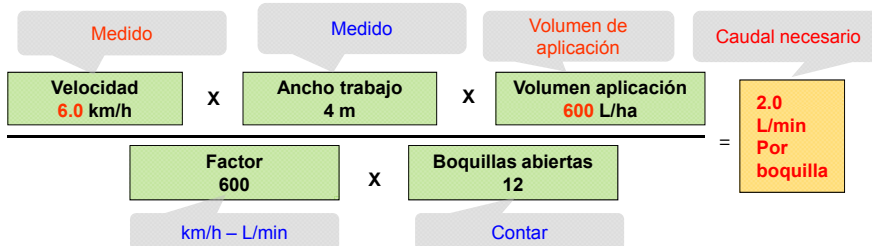
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA

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/min										
	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	2.10	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	



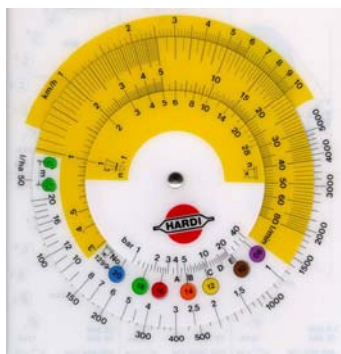
Unidad de Mecanización Agraria
http://uma.deab.upc.edu



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONA

Herramientas de calibración

Explicación



Explicación



www.uma.deab.upc.edu



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONA

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



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



Calibración de atomizadores

Cálculo del caudal de aire del ventilador

Aire necesario (m^3/h) para llenar la hilera pulverizada (ver esquema)

Ejemplo

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Anch. calles} \\ \hline 4 \text{ m} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{Altura masa foliar} \\ \hline 3 \text{ m} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{Factor desplazamiento aire} \\ \hline 3 \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{Velocidad} \\ \hline 5 \text{ km/h} \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{|c|} \hline \text{Factor } 1.000 \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|} \hline 20.000 \text{ m}^3/\text{h} \\ \hline \end{array}$$

Factores a aplicar

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



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



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 del ventilador
 - 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



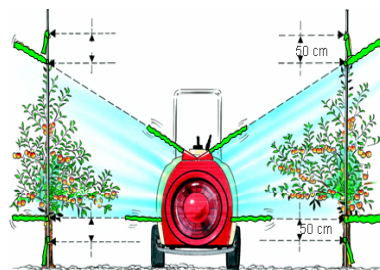
Flexómetro



Cinta



Jalones



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



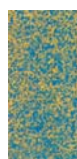
UNIVERSITAT POLITÈCNICA
 DE CATALUNYA
 BARCELONA

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



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
 DE CATALUNYA
 BARCELONA

Calibración de atomizadores

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





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



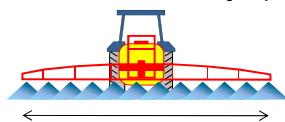
UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONA

1. Cultivo y condiciones ambientales

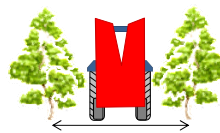
Temperatura: 10 – 25 °C  Humedad: 50 – 75%  Velocidad del viento: < 3 m/s (≈ 10,8 km/h)

2. Volumen de aplicación (l/ha)

3. Anchura de trabajo (m)



En cultivos bajos:
Anchura de la barra



En frutales y viña:
Distancia entre hileras

4. Velocidad de trabajo (km/h)

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



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONA

5. Selección de 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	1.36	1.72	2.08	2.77	3.47	

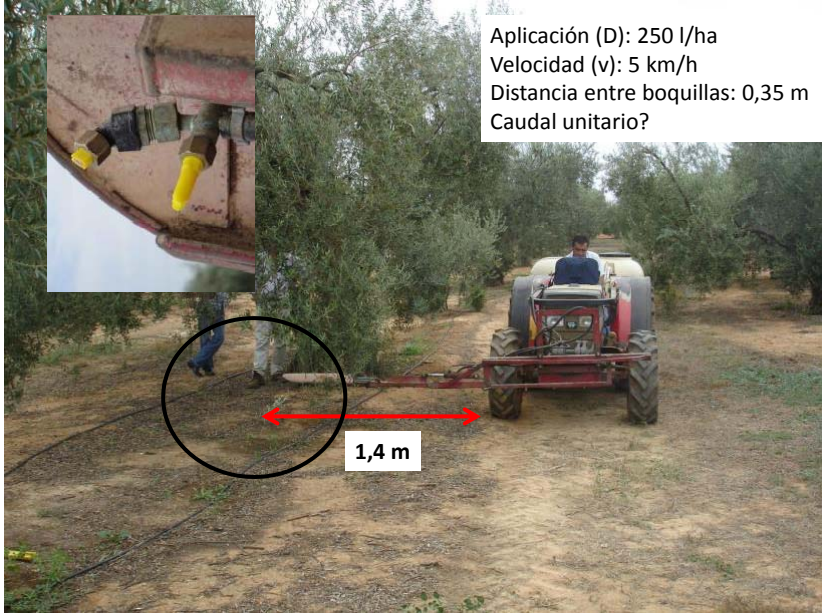

Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>

Calibración de pulverizadores de barras (II)




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


UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
 BARCELONA



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

1,4 m

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

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA


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

↓

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

↓

Boquilla: modelo y color?
Presión de trabajo?



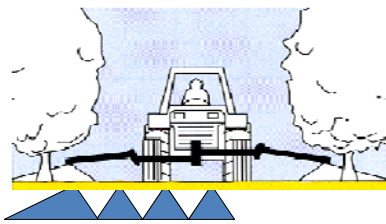
Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA

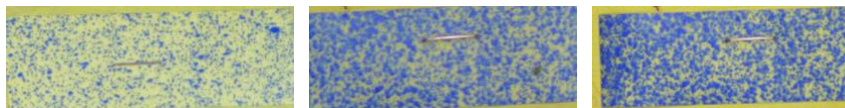
Objetivo: 0,31 l/min

	bar	TAMAÑO DE GOTA		CAPACIDAD DE UNA BOQUILLA EN l/min					
		80°	110°		4	5	6	7	8
		km/h	km/h		km/h	km/h	km/h	km/h	
XR8001 XR11001 (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	
XR80015 XR110015 (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	
XR8002 XR11002 (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	
XR110025 (50)	1,0	M	M	0,57	171	137	114	97,7	85,5
	1,5	M	M	0,70	210	168	140	120	105
	2,0	F	F	0,81	243	194	162	139	122
	2,5	F	F	0,90	270	216	180	154	135
	3,0	F	F	0,99	297	238	198	170	149
4,0	F	F	1,14	342	274	228	195	171	
XR8003 XR11003 (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	

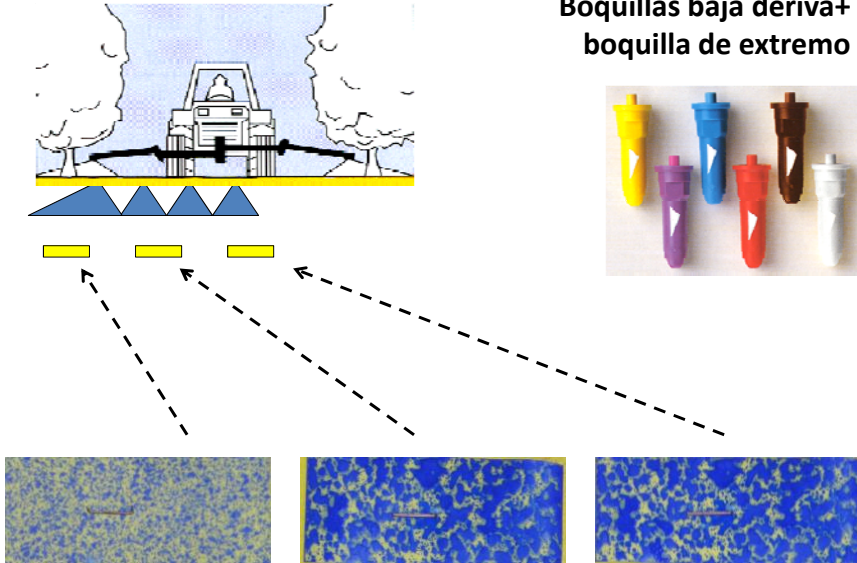
Según la características del tratamiento y condiciones atmosféricas, se debe elegir la tecnología de boquilla



Boquillas convencionales + boquilla de extremo



**Boquillas baja deriva+
boquilla de extremo**



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

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA

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

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

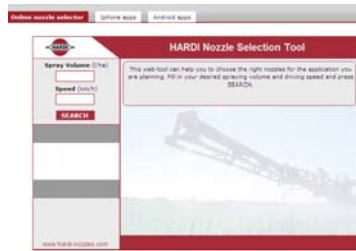
$$\frac{\text{Caudal (l/min)}}{\text{N}^\circ \text{ boquillas}} = Q_u(\text{l/min})$$

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

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA

Herramientas de calibración

www.agrotop.com/en/nozzle-calculator



www.hardi-international.com

www.spray.com/services



www.albuze-spray.com

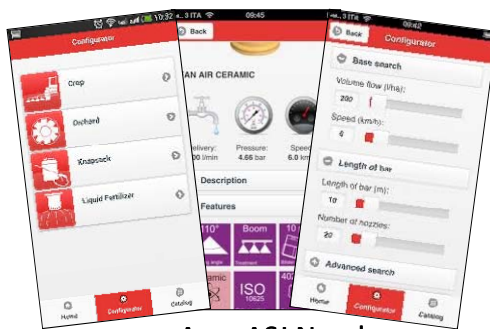


Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA

Herramientas calibración en smartphones y tablets



Arag ASJ Nozzles



Hardi selección de boquillas



<http://uma.deab.upc.edu>

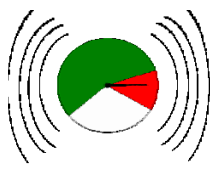
SpraySelect



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA

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



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA

Ø	Debit 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	0,73	0,96	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



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

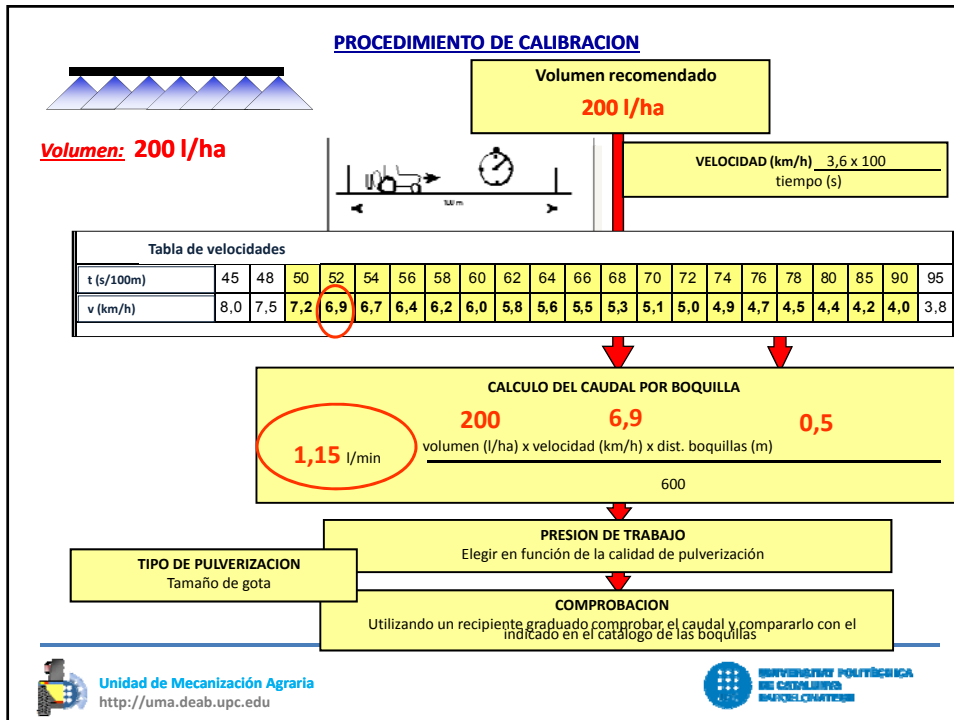


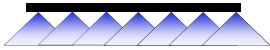
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA

Ejemplo:

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

Tiempo para recorrer 100 m: 52 segundos






Volumen: 200 l/ha


3 bar

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

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


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


 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
 BARCELONA

Comprobación del caudal real



Si $q_{\text{real}} = q_{\text{teórico}}$; OK
 Si $q_{\text{real}} \gg q_{\text{teórico}}$; cambiar


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


 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
 BARCELONA





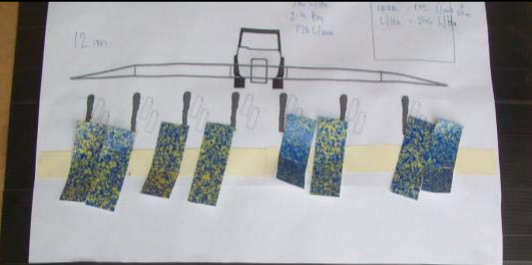




Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>



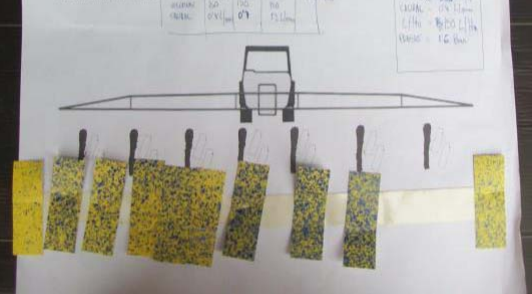
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA



Ejemplo calibración (I)


Velocidad: 5,62 km/h
 Presión: 2-4 bar
 Caudal boquilla: 1,15 l/min
 Volumen aplicación: 246 l/ha

Una vez elegidos los parámetros de trabajo y la máquina esté ajustada, se debe comprobar la distribución del líquido en el objetivo y si es necesario realizar modificaciones.




Ejemplo calibración (II)

Velocidad: 6,4 km/h
 Presión: 1,6 bar
 Caudal boquilla: 0,8 l/min
 Volumen aplicación: 150 l/ha



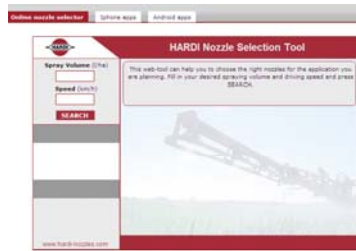
Unidad de Mecanización Agraria
<http://uma.deab.upc.edu>



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA

Herramientas de calibración On-line

www.agrotop.com/en/nozzle-calculator



www.hardi-international.com

www.spray.com/services



www.albuze-spray.com



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA

Herramientas de calibración también para smartphone



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONA