



Calibración para la aplicación de fitosanitarios en cítricos

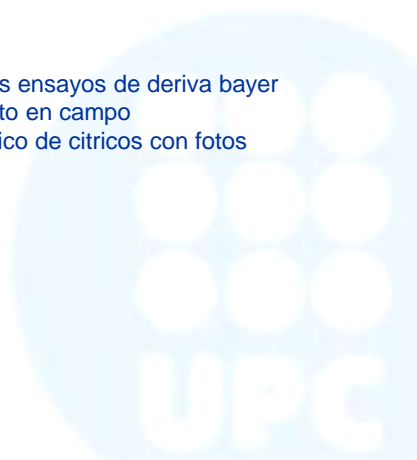


Dr. Emilio Gil

Departamento de Ingeniería Agroalimentaria y Biotecnología
Universidad Politécnica de Cataluña



Poner alguna foto de los ensayos de deriva bayer
Explicar el procedimiento en campo
Poner algun caso practico de citricos con fotos





Variedades diferentes – portes diferentes



“Navel Late”



“Fortuna”



“Clemenules”



“Marisol”



Calibración adecuada del pulverizador
(velocidad, caudal, presión,...)

Optimización
de la distribución

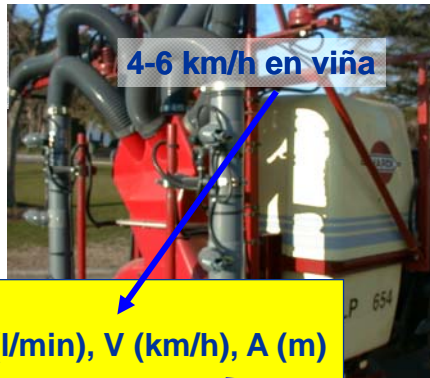


Adaptación a
la vegetación

Minimización de pérdidas en suelo
y aire (correcta regulación de deflectores)



Condiciona la presión y el tipo de boquilla



4-6 km/h en viña

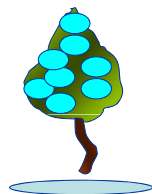
$$\text{DOSIS (l/ha)} = f(Q \text{ (l/min)}, V \text{ (km/h)}, A \text{ (m)})$$



En cultivos bajos = anchura de la barra
En frutales y viña : *Distancia entre hileras*



Demasiado producto
Problemas de residuos



2.000 m³/ha

Dosis correcta

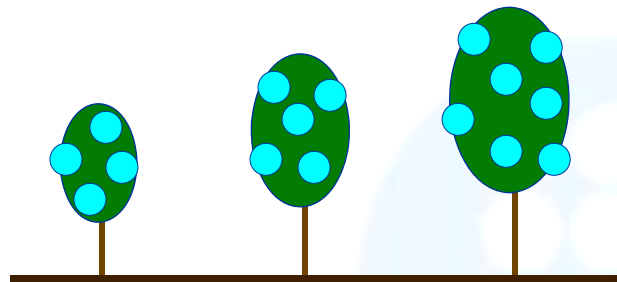


4.000 m³/ha



8.000 m³/ha

Poco producto
Problemas de eficacia



● Cantidad constante (mg/cm^2) de producto en el objetivo



Calibración: la clave del éxito



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





Calibración: la clave del éxito

Paso 1: Condiciones climáticas y del cultivo



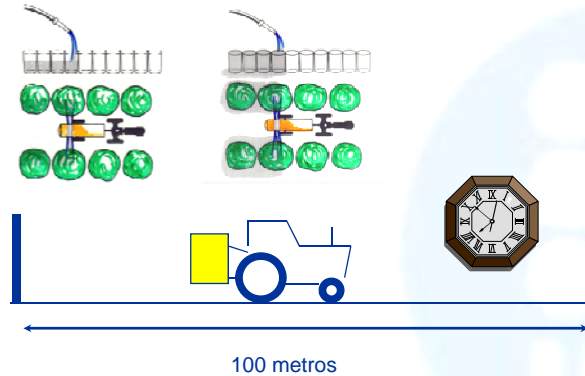
Paso 2: Características de la aplicación



Calibración: la clave del éxito

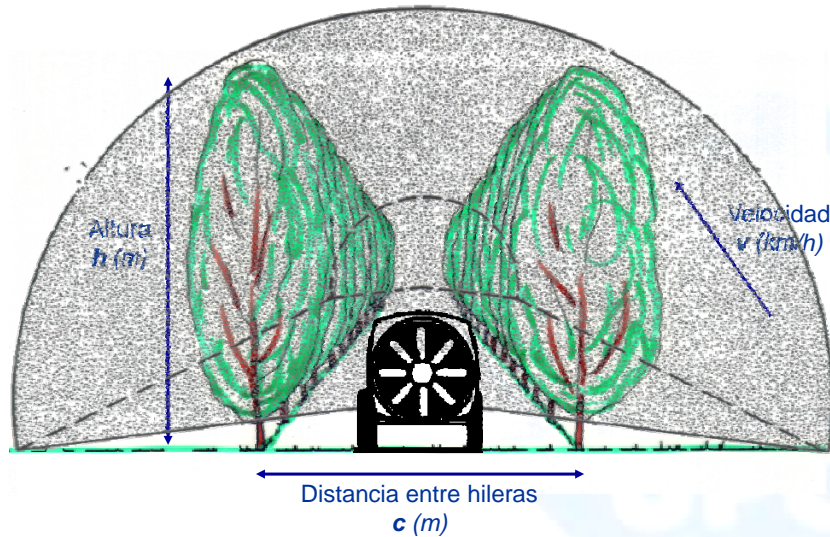
Paso 3: Velocidad de avance

(condiciones del cultivo y capacidad del ventilador)



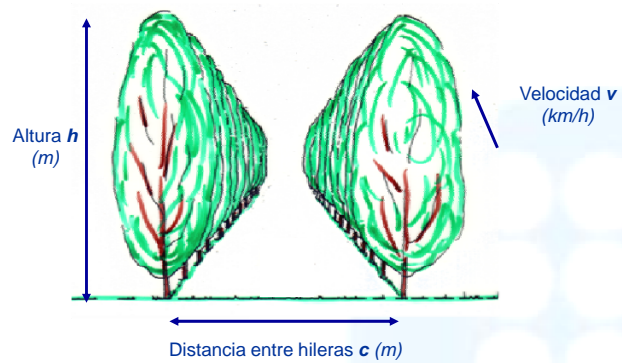
Ajuste del ventilador

(caudal de aire)

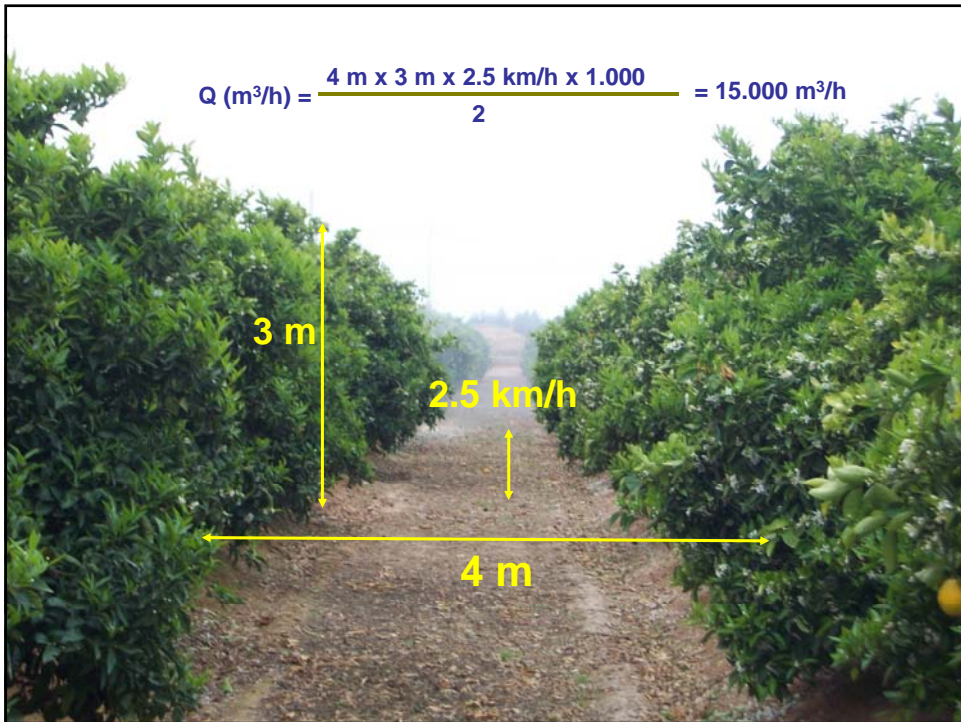
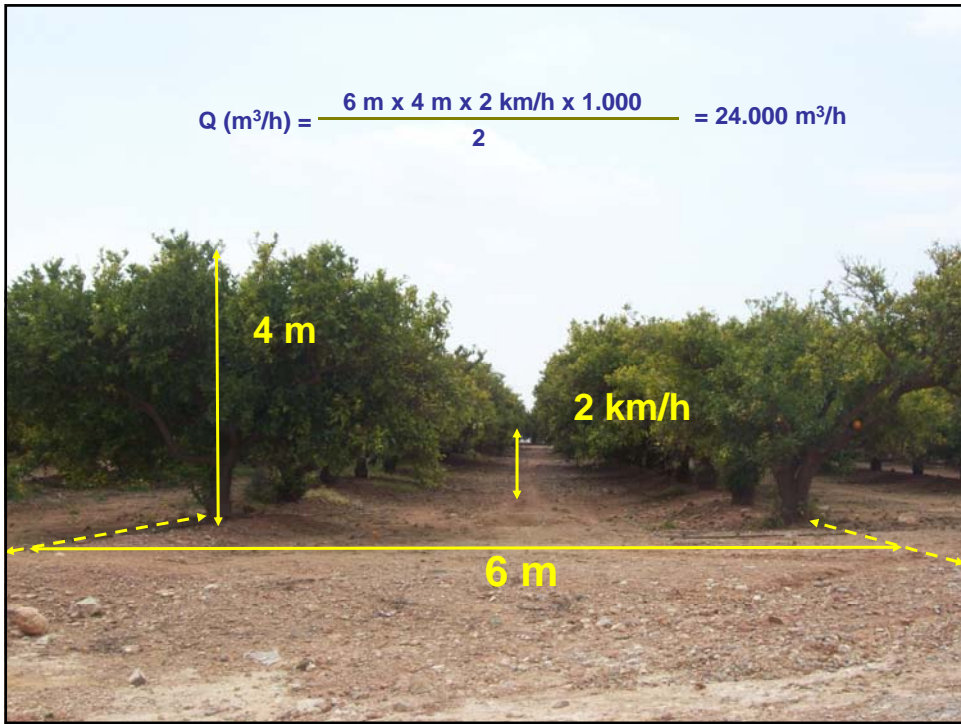


Ajuste del ventilador

(caudal de aire)



$$Q \text{ (m}^3\text{/h)} = \frac{C \text{ (m)} \times h \text{ (m)} \times V \text{ (km/h)} \times 1.000}{K}$$





Hasta 120.000 m³/h





Modelo Serie

Grupo de aire

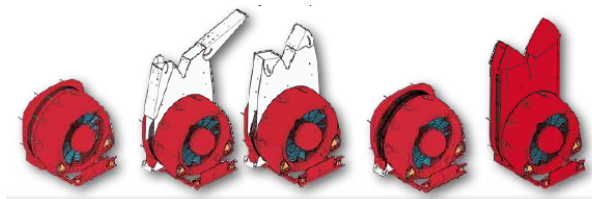
- Nuevo Ventilador FD Air 9.0 915E, con 8 alabes de paso variable de 20 a 45°.
- Embrague centrífugo de 3 elementos, En Ferodo.
- Multiplicador robusto con 2 velocidades y punto muerto.

Sistema de gran producción de aire. Envolverte diseñado con radios aerodinámicos favoreciendo la absorción y la salida de aire.

- 14 Jets dobles antigota. Equipados con boquillas Tee-Jet.

- Deflector de 12 alabes de aspiración de paso variable. Sistema helicoidal para la producción de turbulencias.
- Cono aerodinámico que facilita la absorción de aire.

- Arcos de 20 mm en acero inoxidable, procesados mediante fusión térmica.
- Rejilla de protección interior y exterior. Según normativas de seguridad Europeas.



Ventilador/Deflector	SF65	SF85	SF65	SF85	SF65	SF85	SF85
Volumen de aire, (1000 m ³ /h)	66	86	66	86	66	86	51
Ventilador consumo de potencia, (kW)	35	55	35	55	35	55	36
Diámetro, (mm)	820	920	820	920	820	920	820
Velocidades caja cambios	2+N	2+N	2+N	2+N	2+N	2+N	2+N
Material del deflector	♦	♦	♦	♦	♦	♦	Poliéster
Condiciones de uso							
H Altura máx., (m)	6	6,5	6	6,5	9	13	5
W Ancho de plantación, (m)	5,5	6	5,5-7	6-8	5,5	6	5

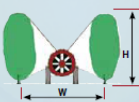
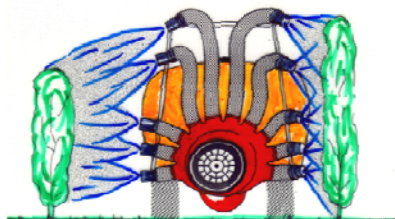
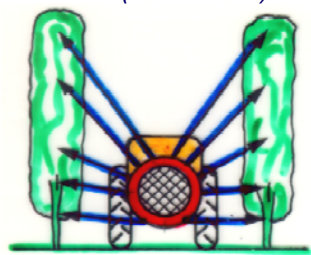




TABLA DE RENDIMIENTOS PERFORMANCE TABLE TABLEAU DE RENDEMENTS			915			
GRADOS INCLINACION ALABES	POSICION DEFLECTOR	TOMA DE FUERZA R.F.M.	mm AFERTURA CANAL A	m/s	m ³ /h.	Kw.
30°	P-3	450	140	33	50500	17.5
		540	150	37	60000	30.5
35°	P-2	450	150	36	60500	28
		540	160	39	72500	44
40°	P-1	450	170	36	70500	37
		540	180	40	84500	59

DATOS TOMADOS CON LA 2ª VELOCIDAD. SALIDAS REGULABLES PARA CONSEGUIR DE 25m/s HASTA 42m/s.
 Datos basados en ensayos realizados por el CENTRE DE MECANITZACIO AGRARIA Generalitat de Catalunya en Lleida.
 DATA TAKEN WITH 2nd GEAR. ADJUSTABLE OUTLETS TO OBTAIN FROM 25m/s UNTIL 42m/s.
 Data based on tests carried out by the AGRARIAN MECHANISATION CENTRE of the Generalitat of Catalonia in Lleida.
 DONNÉES PRISES AVEC LA 2^e VITESSE. SORTIES RÉGLABLES POUR ATTEINDRE DE 25m/s JUSQU'À 42m/s.
 Données basées sur les essais faits par le CENTRE DE MECANISATION AGRAIRE de la Generalitat de Catalogne à Lleida.

Ajuste del ventilador (orientación)





Ajuste del ventilador *(orientación y adaptación a la vegetación)*





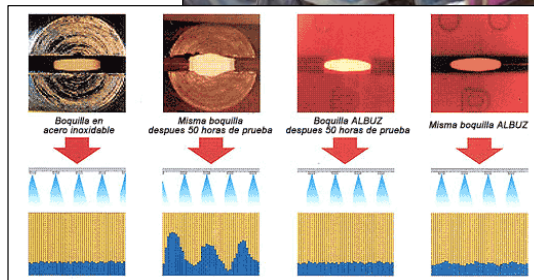
Orientación incorrecta



Orientación correcta

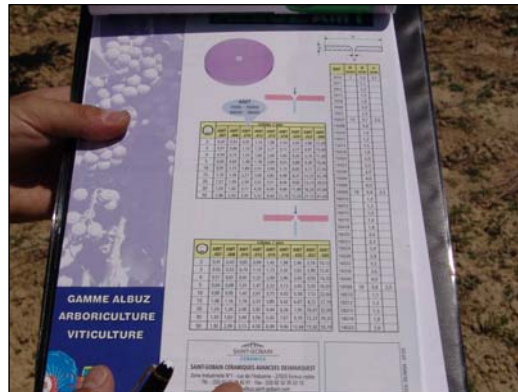


Control de las boquillas (comprobación periódica del caudal)



Control de las boquillas

(comprobación periódica del caudal)



DISCOS AMT



*Bajo coste
Dificultad de calibración
Inexactitud de caudal*

BOQUILLAS ATR



*Coste elevado
Facilidad de calibración
Caudal conocido y exacto
Pulverización adecuada*

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

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

Paso 5: Ajuste del caudal de líquido

(selección de boquillas)

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

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

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

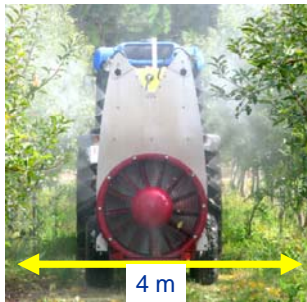
	Nozzle Type	Performance			
		Soil Incorporated	Pre-emergence	Contact	Systemic
Herbicides	ADI Anti-Drift Nozzles	Good	Excellent	Excellent	Excellent
	110°	Good	Good	Good	Good
	Drift Hazard	Low	Low	Low	Low
	Recommended Pressures	2 to 4 bar	2 to 4 bar	2 to 4 bar	2 to 4 bar
Fungicides	Contact	Excellent	Good	Excellent	Excellent
	Systemic	Good	Excellent	Excellent	Excellent
Insecticides	Contact	Excellent	Good	Excellent	Excellent
	Systemic	Good	Excellent	Excellent	Excellent
Liquid Fertilisers		Good	Excellent	Excellent	Good



Ejemplo: aplicación de 2000 l/ha – 2 km/h – 6 m – 20 boquillas

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

$$\text{Caudal (l/min)} = \frac{2000 \text{ l/ha} \times 6 \text{ m} \times 2 \text{ km/h}}{600} = 40 \text{ l/min}$$



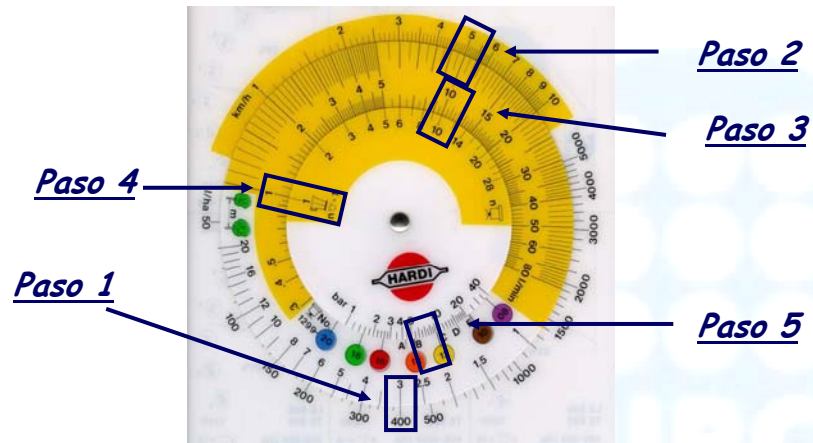
$$\frac{40 \text{ l/min}}{20 \text{ boquillas}} = 2 \text{ l/min}$$

Selección de la boquilla necesaria



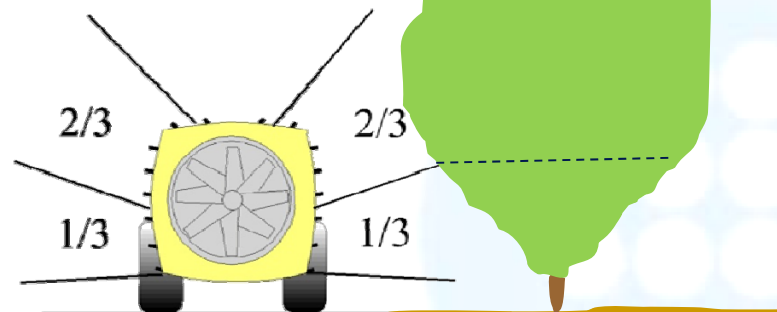
Boquilla	Caudal (litros por minuto)										
	Presión de trabajo (bar)										
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
lila	0.37	0.40	0.43	0.45	0.48	0.50	0.53	0.55	0.57	0.59	0.61
marrón	0.48	0.52	0.56	0.59	0.62	0.66	0.69	0.71	0.74	0.77	0.78
amarilla	0.74	0.81	0.87	0.92	0.97	1.02	1.07	1.11	1.15	1.19	1.23
naranja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

Calibración del equipo (la clave del éxito)



Volumen de aplicación: 2000 L/ha
 Velocidad de avance: 2 km/h
 Anchura de tratamiento: 6 m
 Caudal de aire: 25.000 m³/h

20 boquillas





Caudal total de la máquina:

$$Q = \frac{2000 \text{ (L/ha)} \times 2 \text{ km/h} \times 6 \text{ m}}{600} = 40 \text{ L/min}$$

Caudal de las boquillas:

Superior $40 \times \frac{2}{3} = 27$ $\frac{27}{12} = 2.2 \text{ L/min}$
 Inferior $40 \times \frac{1}{3} = 13$ $\frac{13}{8} = 1.6 \text{ L/min}$

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

Volumen real de aplicación:



bar	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	0.30	0.39	0.52	0.80	1.08	1.51	1.63	1.94	2.18	2.67
7	0.32	0.42	0.56	0.86	1.17	1.62	1.76	2.09	2.35	2.87
8	0.34	0.45	0.60	0.92	1.24	1.73	1.87	2.22	2.50	3.06
9	0.36	0.48	0.64	0.97	1.32	1.83	1.98	2.35	2.64	3.24
10	0.38	0.50	0.67	1.03	1.39	1.92	2.08	2.47	2.78	3.40
11	0.39	0.52	0.70	1.07	1.45	2.01	2.17	2.58	2.90	3.56
12	0.41	0.55	0.73	1.12	1.51	2.09	2.26	2.69	3.03	3.71
13	0.43	0.57	0.76	1.17	1.57	2.17	2.35	2.79	3.14	3.85
14	0.44	0.59	0.79	1.21	1.63	2.25	2.43	2.89	3.26	3.99
15	0.46	0.61	0.81	1.25	1.69	2.33	2.51	2.99	3.36	4.12
16	0.47	0.63	0.84	1.29	1.74	2.40	2.59	3.08	3.47	4.25
17	0.48	0.64	0.86	1.33	1.79	2.47	2.67	3.17	3.57	4.37
18	0.50	0.66	0.89	1.37	1.84	2.54	2.74	3.25	3.67	4.49
19	0.51	0.68	0.91	1.40	1.89	2.60	2.81	3.34	3.76	4.61
20	0.52	0.70	0.93	1.44	1.94	2.67	2.88	3.42	3.85	4.72
21	0.54	0.71	0.95	1.48	1.99	2.73	2.95	3.50	3.94	4.84
22	0.55	0.73	0.98	1.51	2.03	2.79	3.01	3.57	4.03	4.94
23	0.56	0.74	1.00	1.54	2.07	2.85	3.07	3.65	4.12	5.05
24	0.57	0.76	1.02	1.58	2.12	2.91	3.14	3.72	4.20	5.15
25	0.58	0.77	1.04	1.61	2.16	2.97	3.20	3.80	4.28	5.25

ATR Flow Rate Table (l/min)

Pressure Bar	PSI	White	Lilac	Brown	Naranja	Orange	Red	Green	Blue
1	15	0.13	0.17	0.23	0.35	0.47	0.66	0.85	1.17
2	29	0.18	0.24	0.32	0.48	0.50	0.91	1.17	1.61
3	44	0.22	0.29	0.38	0.50	0.77	1.10	1.40	1.54
4	58	0.25	0.33	0.43	0.57	0.88	1.25	1.60	2.21
5	73	0.27	0.37	0.48	0.64	0.98	1.39	1.77	2.45
6	87	0.30	0.40	0.52	0.71	1.06	1.51	1.93	2.66
7	102	0.32	0.43	0.56	0.76	1.15	1.62	2.08	2.86
8	116	0.34	0.44	0.58	0.81	1.22	1.72	2.21	3.05
9	131	0.36	0.47	0.63	0.86	1.29	1.81	2.34	3.21
10	145	0.37	0.49	0.66	0.91	1.35	1.90	2.45	3.37
12	174	0.41	0.53	0.72	1.10	1.47	1.99	2.66	3.63
13	189	0.42	0.55	0.75	1.14	1.53	2.15	2.77	3.81
14	203	0.44	0.57	0.77	1.18	1.58	2.22	2.86	3.94
15	220	0.45	0.59	0.80	1.22	1.63	2.29	2.95	4.07
16	230	0.47	0.61	0.82	1.25	1.68	2.36	3.04	4.19
18	260	0.49	0.64	0.87	1.32	1.78	2.49	3.21	4.42
20	290	0.52	0.67	0.91	1.39	1.86	2.62	3.37	4.64

ATR Droplet Size Table
Droplet size is D50 or VMD expressed in μ (microns)

Pressure Bar	PSI	White	Lilac	Brown	Amarilla	Orange	Red	Green	Blue
3	44	92	95	100	123	130	133	163	252
10	73	72	77	81	100	96	116	131	207
15	145	65	68	70	81	84	100	109	150
20	290	57	61	64	71	79	88	94	114

ALBUZ AMT

AMT
7010 - 15010
16010 - 18010

Pressure Bar	AMT .007	AMT .008	AMT .010	AMT .012	AMT .015	AMT .018	AMT .020	AMT .023	AMT .040
2	0.42	0.54	0.91	1.14	1.88	2.54	3.09	3.98	12.28
3	0.51	0.66	1.10	1.39	2.27	3.12	3.77	4.91	15.06
4	0.59	0.75	1.25	1.60	2.60	3.60	4.35	5.70	17.40
5	0.65	0.83	1.38	1.78	2.89	4.03	4.86	6.40	19.46
10	0.91	1.15	1.89	2.51	3.99	5.70	6.85	9.17	27.56
15	1.10	1.39	2.27	3.06	4.82	6.98	8.37	11.31	33.78
20	1.27	1.59	2.59	3.52	5.51	8.06	9.65	13.13	39.03
30	1.54	1.92	3.11	4.30	6.65	9.88	11.80	16.20	47.84
50	1.96	2.43	3.91	5.52	8.44	12.76	15.20	21.12	61.83

Pressure Bar	AMT .007	AMT .008	AMT .010	AMT .012	AMT .015	AMT .018	AMT .020	AMT .023	AMT .040
2	0.41	0.43	0.65	0.94	1.42	1.98	2.46	3.18	10.13
3	0.50	0.53	0.79	1.15	1.73	2.42	3.02	3.90	12.41
4	0.57	0.61	0.91	1.32	2.00	2.80	3.50	4.50	14.33
5	0.64	0.68	1.01	1.47	2.23	3.13	3.92	5.03	16.03
10	0.89	0.95	1.42	2.07	3.15	4.43	5.58	7.12	22.68
15	1.08	1.16	1.74	2.53	3.85	5.42	6.87	8.72	27.79
20	1.24	1.34	2.00	2.92	4.44	6.26	7.95	10.07	32.09
30	1.50	1.63	2.44	3.56	5.43	7.67	9.78	12.33	39.32
50	1.92	2.09	3.13	4.58	6.99	9.90	12.68	15.92	50.79

Aplicación de 400 l/ha – 5.5 km/h – 2 hileras simultáneamente

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

$$\text{Caudal (l/min)} = \frac{400 \text{ l/ha} \times 5.6 \text{ m} \times 5.5 \text{ km/h}}{600} = 20.5 \text{ l/min}$$



$$\frac{20.5 \text{ l/min}}{8 \text{ boquillas}} = 2.56 \text{ l/min}$$



Selección de la boquilla necesaria ??

PROPUESTA DE APLICACION: 400 l/ha

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

$$\text{Caudal (l/min)} = \frac{400 \text{ l/ha} \times 2.8 \text{ m} \times 5.5 \text{ km/h}}{600} = 10.2 \text{ l/min}$$



$$\frac{10.2 \text{ l/min}}{8 \text{ boquillas}} = 1.28 \text{ l/min}$$



Selección de la boquilla necesaria

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



Aplicación correcta

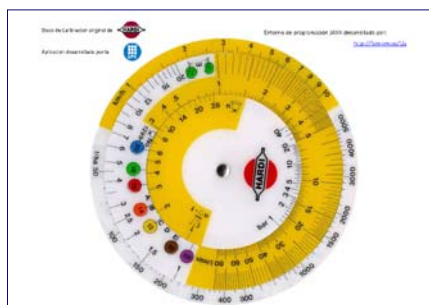


Excesiva presión

<http://www.hardi-nozzles.com/en/sitecore/content/Nozzles/NozzleTool.aspx>

<http://www.albuz-spray.com/en/choisissez-votre-buse>

<http://www.teejet.com/spanish/home/calculator/calibrati on.aspx>

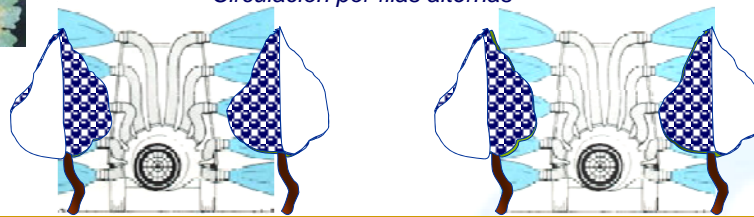


Prototipo de aplicación variable



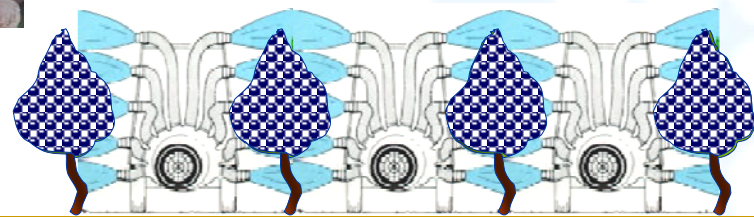
Tratamientos generales a toda la vegetación

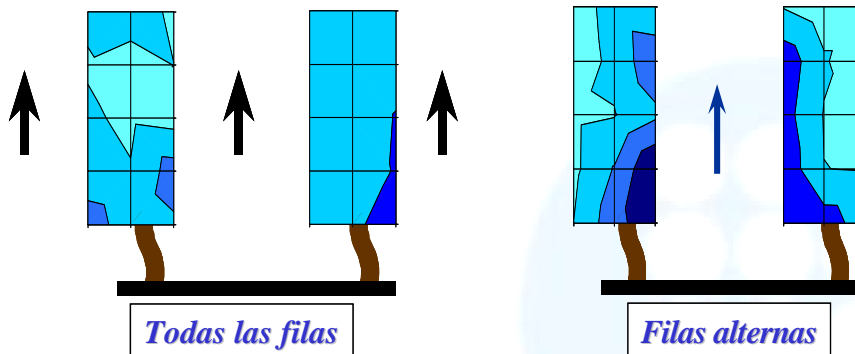
Circulación por filas alternas



Tratamientos localizados al racimo

Circulación todas las filas





Superficie: **10 Ha**
 Distancia entre hileras: **3 m**
 η : **0.7 (70%)**

Depósito: **600 l**
 Velocidad: **5.5 km/h**
 Tiempo llenado depósito: **½ hora**

$$Co \text{ (ha/h)} = 0.1 \times V \text{ (km/h)} \times a \text{ (m)} \times \eta$$

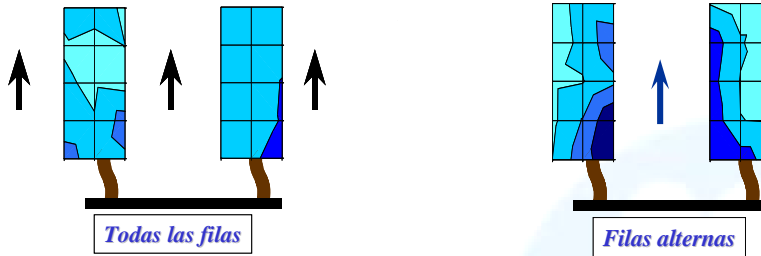
Opción a)
500 l/ha - Filas alternas

2.3 ha/h ----- 4.35 horas
 9(8.33) ----- 4.50 horas
8.85 horas

Opción b)
200 l/ha - Todas las filas

1.15 ha/h ----- 8.65 horas
 4(3.33) ----- 2.00 horas
10.65 horas

*El ahorro de tiempo en una finca de 10 hectáreas es tan solo de **1.8 horas**, lo que supone una reducción media de **¡10 minutos por hectárea!***



	Volumen convencional (500 l/ha)	Volumen ajustado (200 l/ha)
Volumen total (l)	90.000	36.000
Nº llenados	150	60
Tiempo en llenado (h)	75	30
Recorrido para llenado (km)	150	60

Finca de 30 ha de viña con 6 tratamientos al año



Mantenimiento adecuado del equipo
(la limpieza es básica)





Mantenimiento adecuado del equipo
(la limpieza es básica)





SENSORES DE VEGETACION

Juegos de 2 o 4 sensores que se pueden equipar a los ordenadores de la serie HC 3000.

Los sensores actúan/desactúan de forma automática la pulverización, tratando solamente donde existe vegetación.

