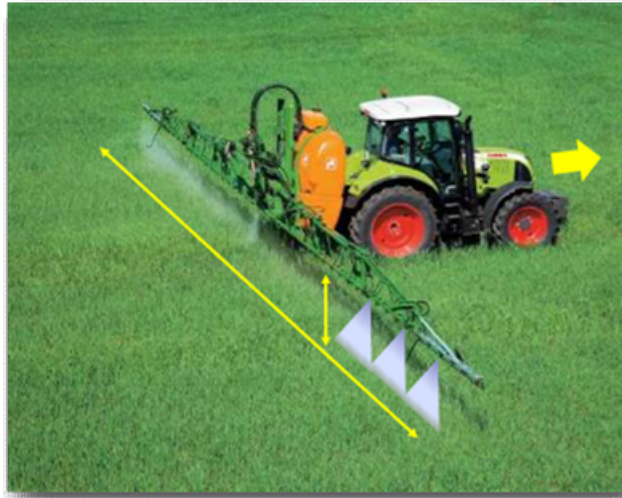
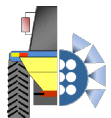




# Calibración de equipos y reducción de la deriva

Prof. Emilio Gil

Universidad Politècnica de Catalunya



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Una adecuada regulación del equipo, cualquiera que sea el método adoptado, general importantes beneficios cuando se realiza antes de la aplicación

Menor gasto de fitosanitarios (de acuerdo con la Directiva 128/2009/CE )

Mejora de la eficacia/eficiencia del proceso

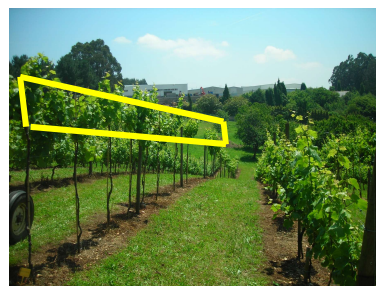
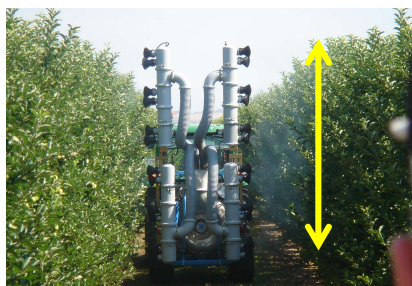
Menor inversión (productos, agua, gasoil, tiempo,...)

Menor riesgo de contaminación (TOPPS, TOPPS-PROWADIS,...)

**Regulación adecuada**

**Ajuste óptimo**

**Menos pérdidas**



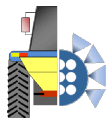
**Regulación** adecuada del pulverizador  
(velocidad, caudal, presión,...)

**Optimización**  
de la distribución

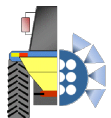


**Adaptación** a la  
vegetación

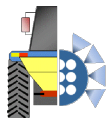
**Minimización** de pérdidas en suelo  
y aire (correcta regulación de deflectores)



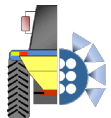
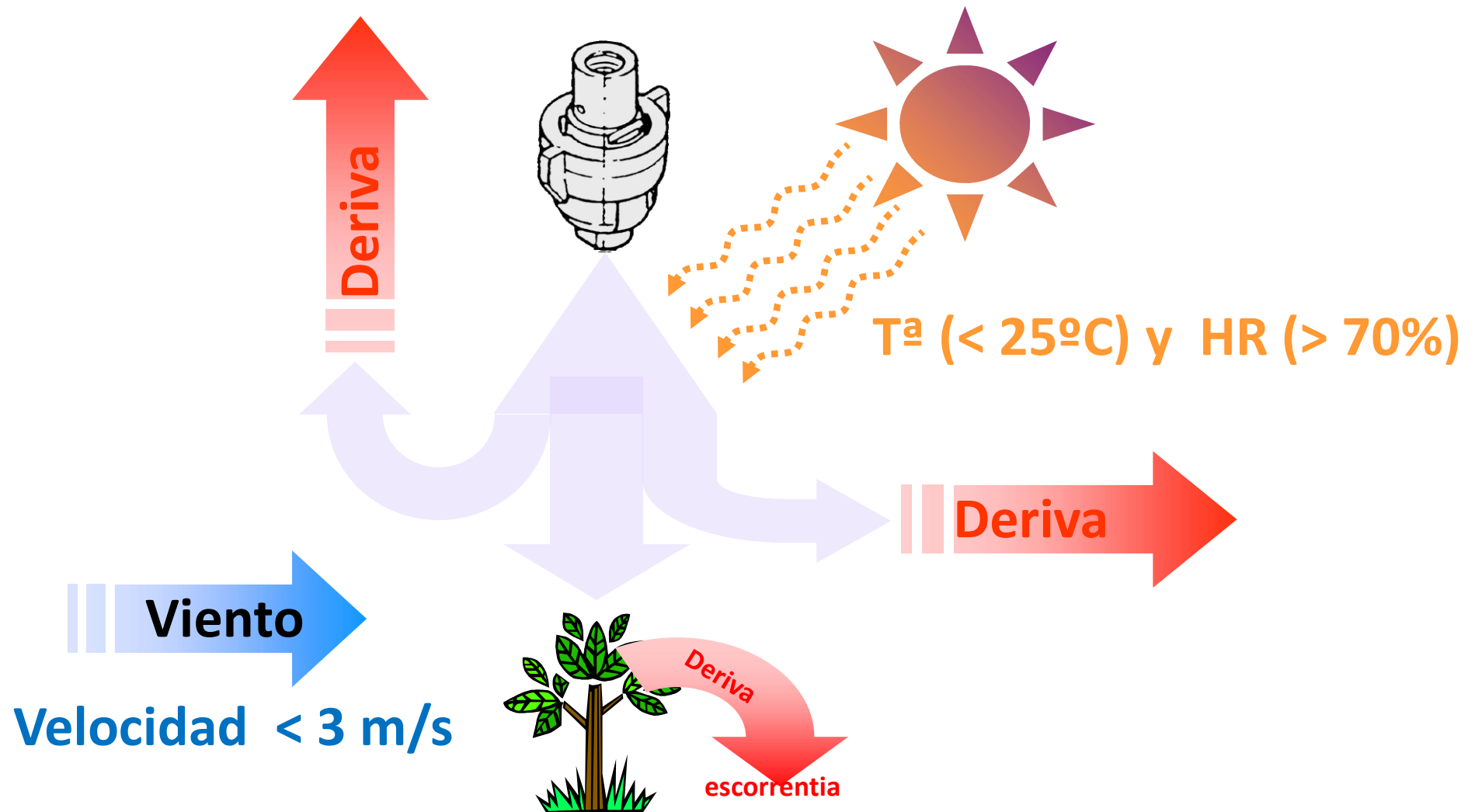
# Condicionantes: características del cultivo



# Condicionantes: características del cultivo

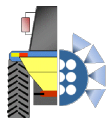


## Condicionantes: Condiciones meteorológicas

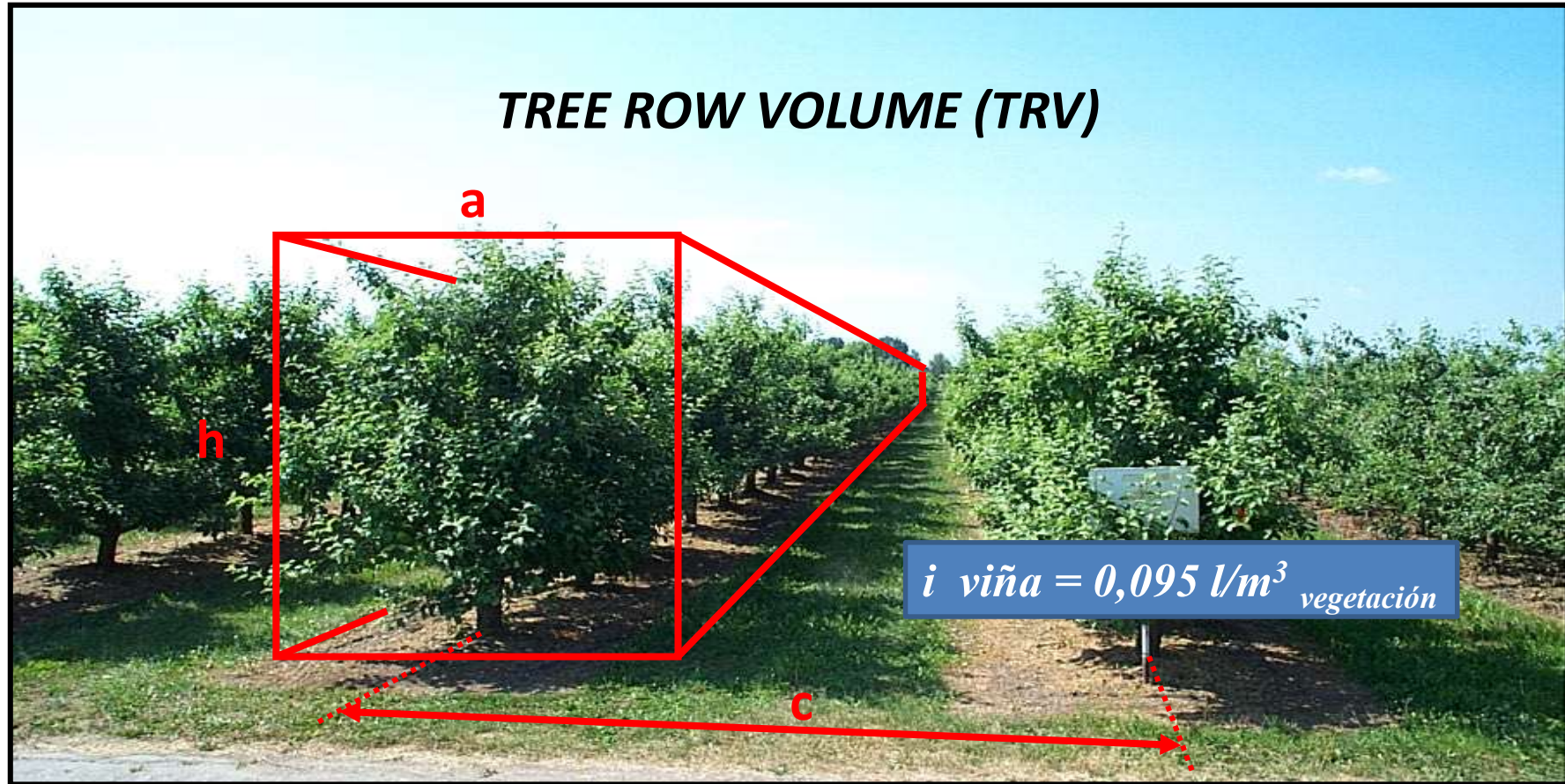


## Calibración: Elección volumen de aplicación

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



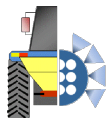
## TREE ROW VOLUME (TRV)



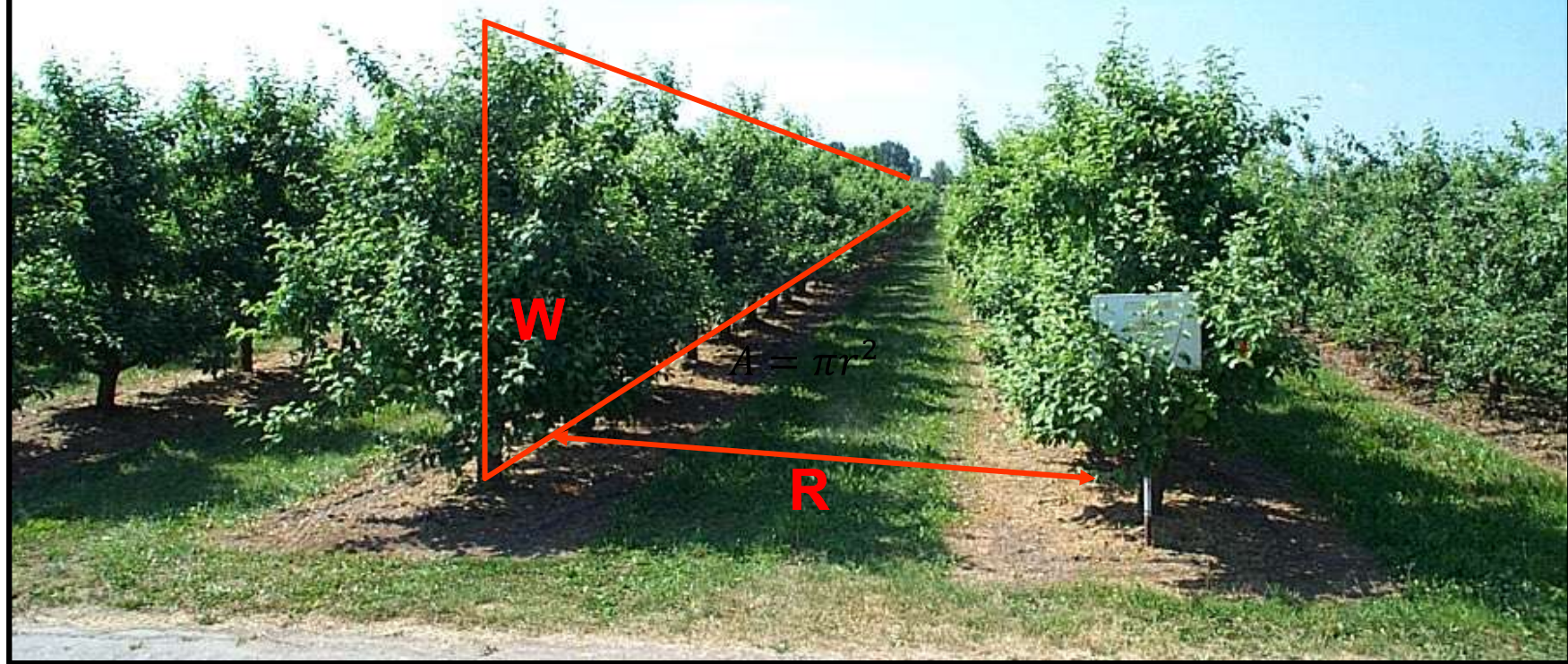
(Fuente: Doruchowski, 2003)

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

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

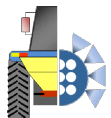


## LEAF WALL AREA (LWA)

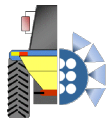


(Fuente: Doruchowski, 2003)

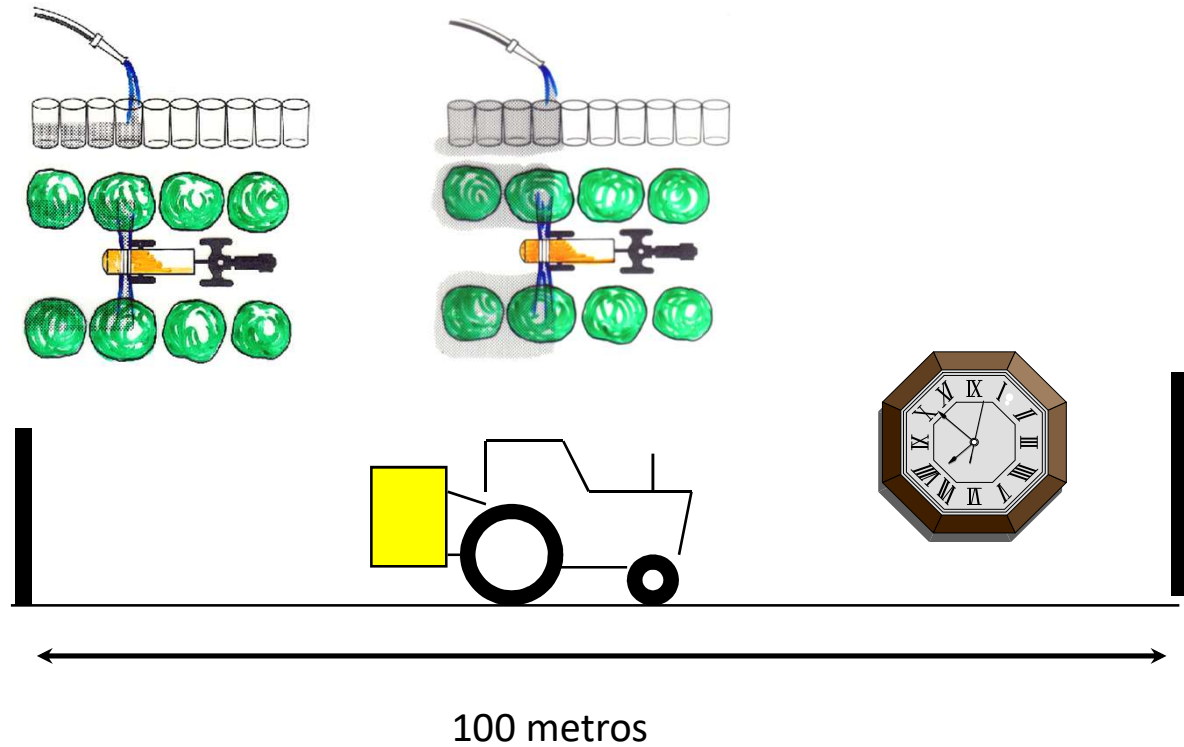
$$LWA \text{ (m}^2_{\text{vegetación}}/\text{ha)} = \frac{W * 10000}{R} * 2 \quad \text{VOLUMEN (l ha}^{-1}\text{)} = LWA \times i \text{ (l m}^2_{\text{veg}}\text{)}$$



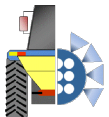
## Calibración: Ancho de trabajo



# Calibración: Velocidad de avance



$$Velocidad (km/h) = \frac{distancia (m)}{tiempo (s)} \cdot 3,6$$



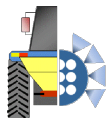
# Calibración: Velocidad de avance

Efectos de la velocidad en los tratamientos:

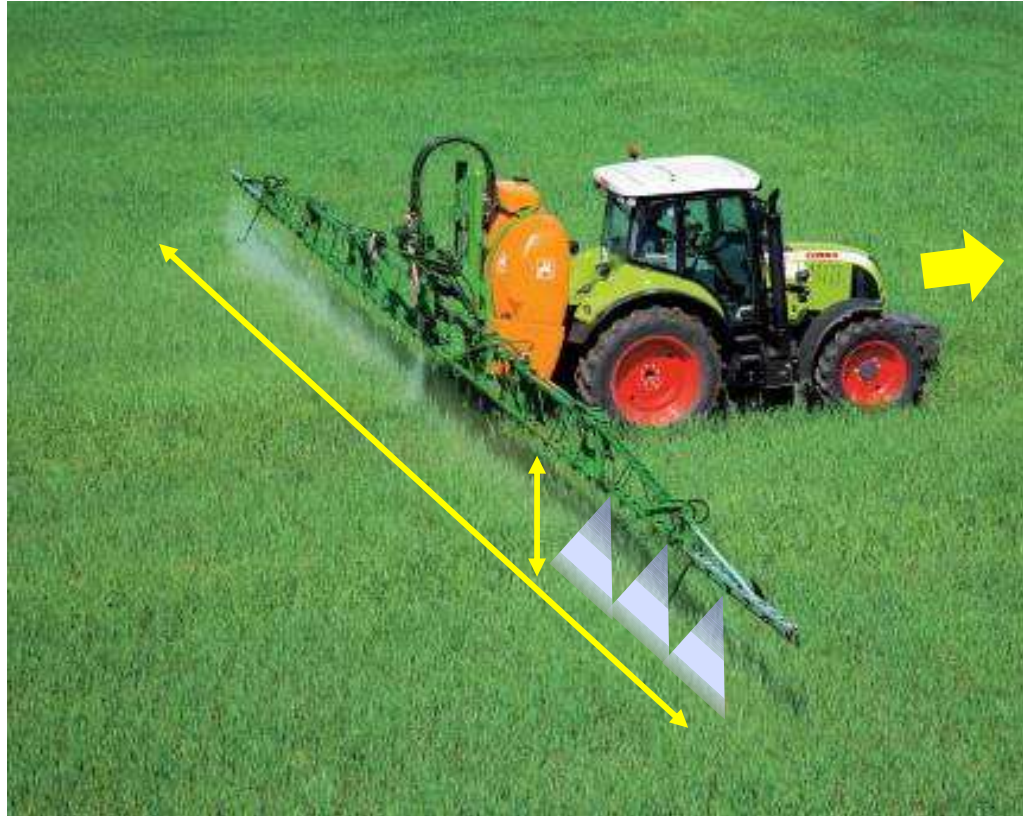
- Penetración en la vegetación
- Uniformidad de la aplicación
- Deriva

Depende del:

- Tipo de terreno
- Tipo de cultivo
- Características del pulverizador



# Calibración: Pulverizador hidráulico



**Objetivo  $V$  (l/ha)**  
*Distribución uniforme*

**Parametros (medidos)**

*Ancho de trabajo  $[a]$  (m)*

*Altura de barra  $[h]$  (m)*

*Velocidad avance  $[v]$  (km/h)*

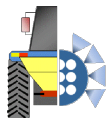
**Parametros (calculados)**

*Tipo de boquillas*

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

*Presión de trabajo (bar)*

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



# Calibración: Atomizador

**Objetivo  $V$  (l/ha)** Distribución en función de la vegetación



## Parametros (medidos)

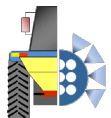
Ancho de calle [**r**] (m)  
 Velocidad avance [**v**] (km/h)  
 Altura del árbol [**h**] (m)  
 Anchura del árbol [**w**] (m)

## Parametros (calculados)

Tipo de boquillas  
 Nº de boquillas [**n**]  
 Orientación de las boquillas  
 Caudal unitario [**q**] (l/min)  
 Caudal total [**Q**] (l/min)  
 Presión de trabajo (bar)  
 Caudal de aire [**A**] (m<sup>3</sup>/h)

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

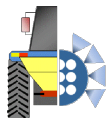
$$A \text{ (m}^3\text{/h)} = \frac{h \text{ (m)} \times r \text{ (m)} \times v \text{ (km/h)} \times 1000}{K \approx (2-3)}$$



# Regulación: la clave del éxito

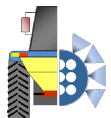


Invertir 15 minutos en ajustar el equipo para un uso óptimo en función de las condiciones del momento

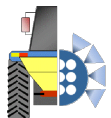


Cualquiera que sea el método elegido deber ser  
**SIMPLE y APLICABLE**

- ✓ Por el agricultor (sin asesoramiento)
- ✓ En la propia explotación
- ✓ En relación al cultivo a tratar
- ✓ Con herramientas simples



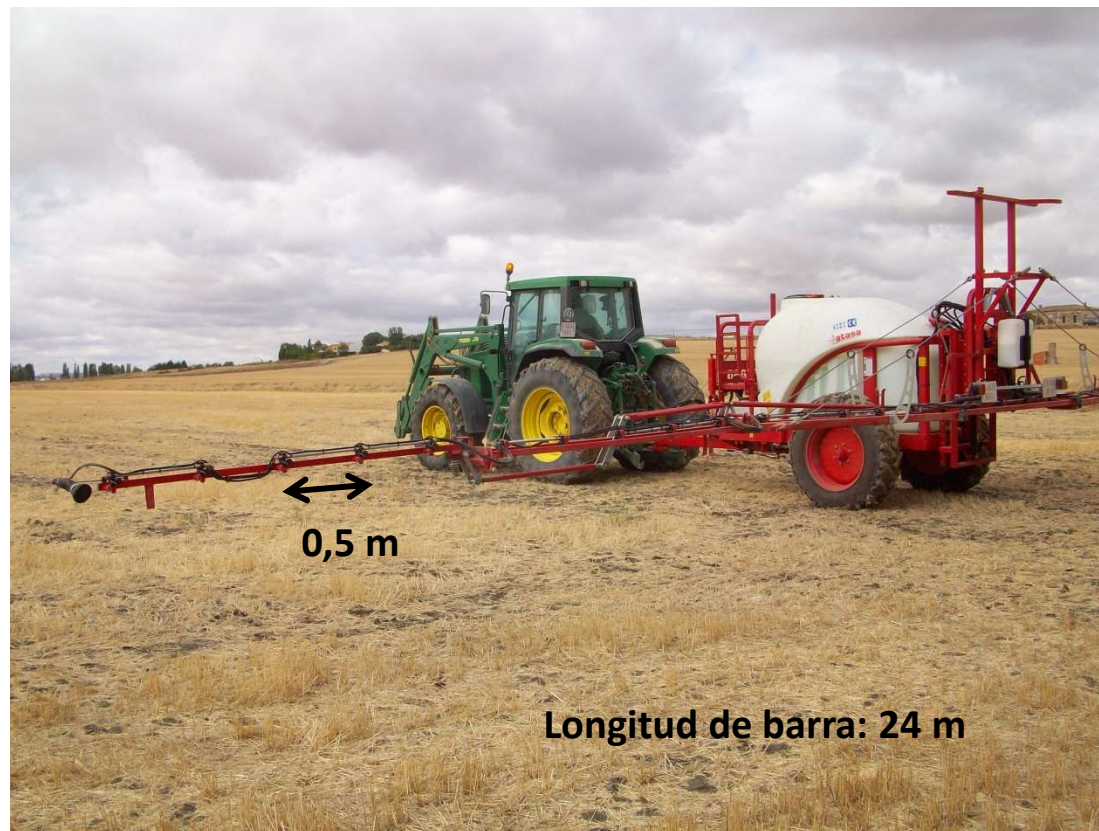
# Calibración de pulverizadores de barras (I)



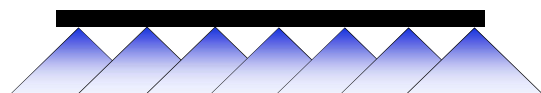
### Ejemplo:

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

Tiempo para recorrer 100 m: 52 segundos



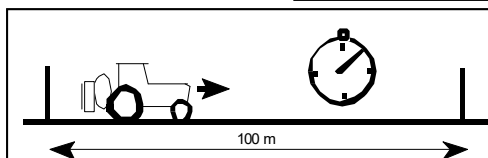
## PROCEDIMIENTO DE CALIBRACION



**Volumen: 200 l/ha**

Volumen recomendado

**200 l/ha**



VELOCIDAD (km/h)  $\frac{3,6 \times 100}{\text{tiempo (s)}}$

Tabla de velocidades

|            |     |     |     |            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| t (s/100m) | 45  | 48  | 50  | 52         | 54  | 56  | 58  | 60  | 62  | 64  | 66  | 68  | 70  | 72  | 74  | 76  | 78  | 80  | 85  | 90  | 95  |
| v (km/h)   | 8,0 | 7,5 | 7,2 | <b>6,9</b> | 6,7 | 6,4 | 6,2 | 6,0 | 5,8 | 5,6 | 5,5 | 5,3 | 5,1 | 5,0 | 4,9 | 4,7 | 4,5 | 4,4 | 4,2 | 4,0 | 3,8 |

### CALCULO DEL CAUDAL POR BOQUILLA

**1,15 l/min**

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

volumen (l/ha) x velocidad (km/h) x dist. boquillas (m)

### PRESION DE TRABAJO

Elegir en función de la calidad de pulverización

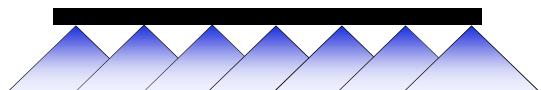
### TIPO DE PULVERIZACION

Tamaño de gota

### COMPROBACION

Utilizando un recipiente graduado comprobar el caudal y compararlo con el indicado en el catalogo de las boquillas





**Volumen: 200 l/ha**

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



**3 bar**

*Caudal buscado – 1,15 l/min*

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

| Presión<br>[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 |

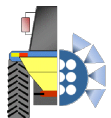


## Comprobación del caudal real



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

Si  $q_{\text{real}} \gg q_{\text{teorico}}$  ; cambiar



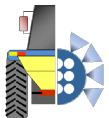
## Ejercicio de calibración (finca de 150 ha)

### Grupo 1

Volumen: 300 l/ha  
Velocidad de avance: 6 km/h  
Viento fuerte  
Fungicida sistémico (G ) 1.5 l/ha

### Grupo 2

Volumen: 300 l/ha  
Velocidad de avance: 7 km/h  
Sin viento  
Fungicida contacto (F) 0.75 l/ha



|                               | Grupo 1 | Grupo 2 |
|-------------------------------|---------|---------|
| Boquilla                      |         |         |
| Presión (kg/cm <sup>2</sup> ) |         |         |
| Caudal (l/min)                |         |         |
| Cantidad PPP en deposito      |         |         |
| Capacidad de trabajo (ha/h)*  |         |         |
| Tiempo total necesario**      |         |         |
| Nº depósitos                  |         |         |

\*suponiendo un rendimiento del 80% en parcela

\*\* tiempo preparación, carga y transporte de 30 min



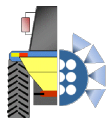
|                              | Grupo 1     | Grupo 2     |
|------------------------------|-------------|-------------|
| Boquilla                     | Roja 110 04 | Roja 110 04 |
| Presión (kg/cm2)             | 3           | 4           |
| Caudal (l/min)               | 1,58        | 1,75        |
| Cantidad PPP en deposito     | 16,6        | 8,28        |
| Capacidad de trabajo (ha/h)* | 11,52       | 13,44       |
| Tiempo total necesario       | 20          | 18,16       |
| Nº depósitos                 | 13,54       | 13,5        |

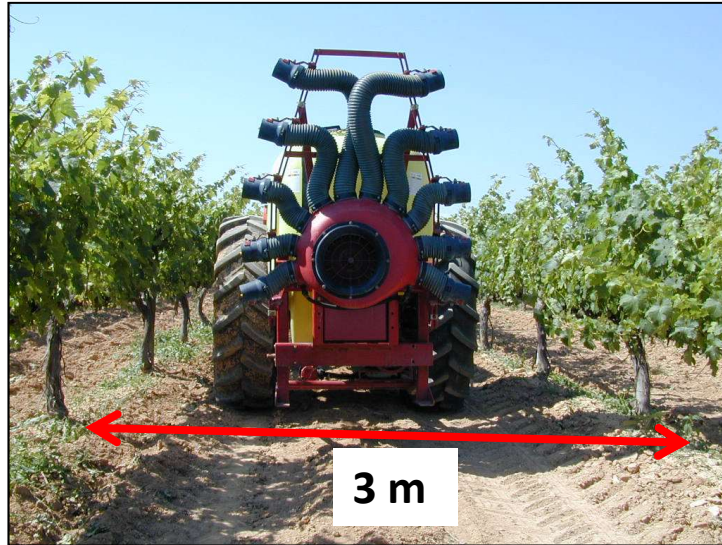
\*suponiendo un rendimiento del 80% en parcela

\*\* tiempo preparación, carga y transporte de 30 min



# Calibración de atomizadores (Ejercicio I)





Datos:

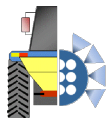
- Volumen de aplicación: 300 L/ha
- 5 salidas por lado
- Deposito: 600 L
- Velocidad: 50 m en 32 segundos

Resolver:

- Caudal unitario por boquilla
- Elección de la boquilla (marca, modelo, código)
- Presión de trabajo
- Volumen de aplicación real

Si se deben tratar 10 ha determinar:

- Número de depósitos necesarios
- Número de hectáreas tratadas con cada depósito
- Si el volumen de aplicación es 500 l/ha, ¿Cuántos depósitos son necesarios?



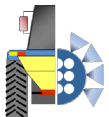


Datos:

- Volumen de aplicación: 300 L/ha
- 5 salidas por lado
- Deposito: 600 L
- Velocidad: 50 m en 32 segundos
- Ancho: 3 m

$$\text{Caudal (l/min)} = \frac{300 \text{ (l/ha)} \times 3 \text{ (m)} \times 5,6 \text{ (km/h)}}{600} = 8,4 \text{ l/min}$$

$$Q_u \text{ (l/min)} = \frac{8,4 \text{ l/min}}{10 \text{ boquillas}} = 0,84 \text{ l/min}$$



| <br>bar | Débit en l/mn |       |        |       |        |       |       |       |      |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|------|------|
|                                                                                          | BLANCHE       | LILAS | MARRON | JAUNE | ORANGE | ROUGE | GRISE | VERTE |      |      |
| 3                                                                                        | 0,21          | 0,28  | 0,38   | 0,57  | 0,77   | 1,08  | 1,18  | 1,40  |      |      |
| 4                                                                                        | 0,24          | 0,32  | 0,43   | 0,65  | 0,89   | 1,24  | 1,35  | 1,60  |      |      |
| 5                                                                                        | 0,27          | 0,36  | 0,48   | 0,73  | 0,99   | 1,38  | 1,50  | 1,78  |      |      |
| 6                                                                                        | 0,29          | 0,39  | 0,52   | 0,80  | 1,08   | 1,51  | 1,63  | 1,94  |      |      |
| 7                                                                                        | 0,32          | 0,42  | 0,56   | 0,86  | 1,17   | 1,62  | 1,76  | 2,09  |      |      |
| 8                                                                                        | 0,34          | 0,45  | 0,60   | 0,92  | 1,24   | 1,73  | 1,87  | 2,22  |      |      |
| 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 |

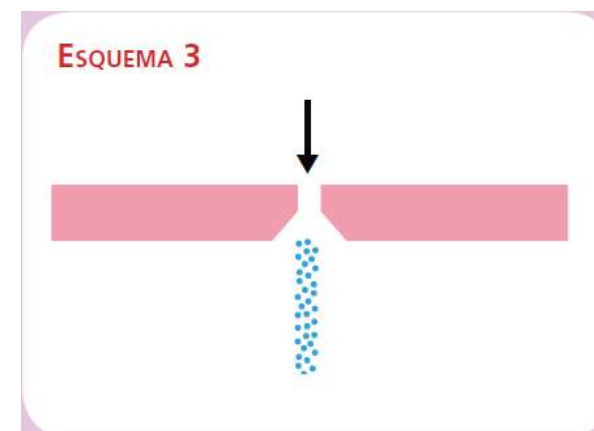
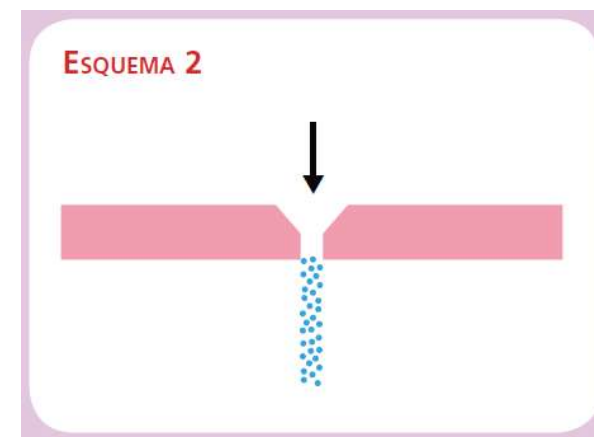


**ATR ALBUZ**  
Boquillas "clips"



| bar | Litros / mn  |              |              |              |              |              |              |              |              |
|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|     | AMT<br>..007 | AMT<br>..008 | AMT<br>..010 | AMT<br>..012 | AMT<br>..015 | AMT<br>..018 | AMT<br>..020 | AMT<br>..023 | AMT<br>..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        |

| bar | Litros / mn  |              |              |              |              |              |              |              |              |
|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|     | AMT<br>..007 | AMT<br>..008 | AMT<br>..010 | AMT<br>..012 | AMT<br>..015 | AMT<br>..018 | AMT<br>..020 | AMT<br>..023 | AMT<br>..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        |

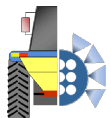


|      |      | <br>mm | l/min   |       |       |       |       |       |       |        |        |        |  |        |        |
|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|
|      |      |                                                                                         | 0,7 bar | 1 bar | 2 bar | 3 bar | 4 bar | 5 bar | 6 bar | 10 bar | 15 bar | 20 bar | 1 bar                                                                              | 10 bar | 20 bar |
| D1   | DC31 | 0,79                                                                                    | 0,31    | 0,36  | 0,43  | 0,53  | 0,67  | 0,77  | 0,80  | 1,0    | 1,2    | 1,4    | 42°                                                                                | 40°    | 38°    |
| D1.5 | DC31 | 0,91                                                                                    | 0,39    | 0,45  | 0,63  | 0,76  | 0,86  | 0,95  | 1,0   | 1,3    | 1,6    | 1,8    | 54°                                                                                | 46°    | 40°    |
| D2   | DC31 | 1,0                                                                                     | 0,45    | 0,53  | 0,72  | 0,86  | 0,98  | 1,1   | 1,2   | 1,5    | 1,8    | 2,0    | 56°                                                                                | 54°    | 49°    |
| D3   | DC31 | 1,2                                                                                     | 0,49    | 0,58  | 0,80  | 0,95  | 1,1   | 1,2   | 1,3   | 1,6    | 1,9    | 2,2    | 58°                                                                                | 67°    | 58°    |
| D1   | DC33 | 0,79                                                                                    | 0,32    | 0,36  | 0,46  | 0,56  | 0,64  | 0,71  | 0,78  | 0,98   | 1,2    | 1,4    | 24°                                                                                | 37°    | 37°    |
| D1.5 | DC33 | 0,91                                                                                    | 0,42    | 0,47  | 0,63  | 0,75  | 0,85  | 0,95  | 1,0   | 1,3    | 1,6    | 1,9    | 34°                                                                                | 46°    | 45°    |
| D2   | DC33 | 1,0                                                                                     | 0,47    | 0,56  | 0,78  | 0,95  | 1,1   | 1,2   | 1,3   | 1,7    | 2,0    | 2,3    | 42°                                                                                | 55°    | 52°    |
| D3   | DC33 | 1,2                                                                                     | 0,57    | 0,68  | 0,95  | 1,1   | 1,3   | 1,5   | 1,6   | 2,0    | 2,5    | 2,8    | 46°                                                                                | 57°    | 56°    |
| D4   | DC33 | 1,6                                                                                     | 0,78    | 0,91  | 1,3   | 1,5   | 1,7   | 1,9   | 2,1   | 2,7    | 3,3    | 3,7    | 49°                                                                                | 63°    | 63°    |
| D1   | DC35 | 0,79                                                                                    | 0,30    | 0,36  | 0,48  | 0,58  | 0,65  | 0,71  | 0,78  | 0,97   | 1,2    | 1,3    | 16°                                                                                | 27°    | 27°    |
| D1.5 | DC35 | 0,91                                                                                    | 0,41    | 0,47  | 0,63  | 0,76  | 0,85  | 0,94  | 1,0   | 1,3    | 1,5    | 1,7    | 19°                                                                                | 30°    | 30°    |
| D2   | DC35 | 1,0                                                                                     | 0,53    | 0,62  | 0,83  | 0,99  | 1,1   | 1,2   | 1,3   | 1,7    | 2,0    | 2,2    | 38°                                                                                | 45°    | 40°    |
| D3   | DC35 | 1,2                                                                                     | 0,58    | 0,72  | 0,98  | 1,2   | 1,3   | 1,5   | 1,6   | 2,0    | 2,4    | 2,8    | 42°                                                                                | 48°    | 42°    |
| D4   | DC35 | 1,6                                                                                     | 1,0     | 1,2   | 1,6   | 2,0   | 2,3   | 2,5   | 2,8   | 3,5    | 4,2    | 4,8    | 65°                                                                                | 68°    | 60°    |
| D5   | DC35 | 2,0                                                                                     | 1,3     | 1,6   | 2,2   | 2,6   | 3,0   | 3,3   | 3,6   | 4,5    | 5,5    | 6,3    | 65°                                                                                | 69°    | 62°    |
| D2   | DC56 | 1,0                                                                                     | —       | —     | 0,80  | 0,98  | 1,1   | 1,2   | 1,4   | 1,8    | 2,2    | 2,5    | —                                                                                  | 18°    | 16°    |
| D3   | DC56 | 1,2                                                                                     | —       | —     | 1,1   | 1,3   | 1,6   | 1,7   | 1,9   | 2,4    | 3,0    | 3,4    | —                                                                                  | 24°    | 22°    |
| D4   | DC56 | 1,6                                                                                     | —       | 1,3   | 1,8   | 2,2   | 2,5   | 2,8   | 3,1   | 4,0    | 4,8    | 5,6    | 18°                                                                                | 30°    | 28°    |
| D5   | DC56 | 2,0                                                                                     | 1,4     | 1,8   | 2,5   | 3,0   | 3,5   | 3,9   | 4,3   | 5,5    | 6,7    | 7,8    | 24°                                                                                | 35°    | 33°    |
| D6   | DC56 | 2,4                                                                                     | 2,2     | 2,7   | 3,7   | 4,5   | 5,3   | 5,9   | 6,5   | 8,5    | 10,2   | 11,9   | 31°                                                                                | 40°    | 38°    |
| D7   | DC56 | 2,8                                                                                     | 2,9     | 3,4   | 4,9   | 6,0   | 6,9   | 7,7   | 8,5   | 11,0   | 13,5   | 15,6   | 42°                                                                                | 53°    | 51°    |
| D8   | DC56 | 3,2                                                                                     | 3,7     | 4,4   | 6,2   | 7,6   | 8,8   | 9,8   | 10,8  | 13,9   | 17,0   | 19,6   | 48°                                                                                | 58°    | 56°    |
| D10  | DC56 | 4,0                                                                                     | 5,1     | 6,1   | 8,6   | 10,6  | 12,2  | 13,6  | 15,0  | 19,3   | 24     | 27     | 57°                                                                                | 66°    | 64°    |

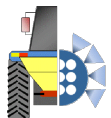
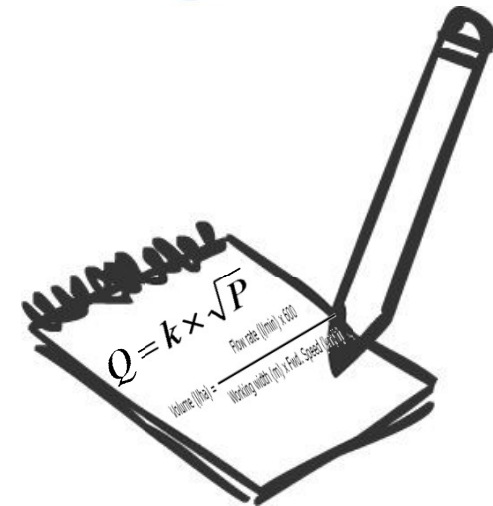
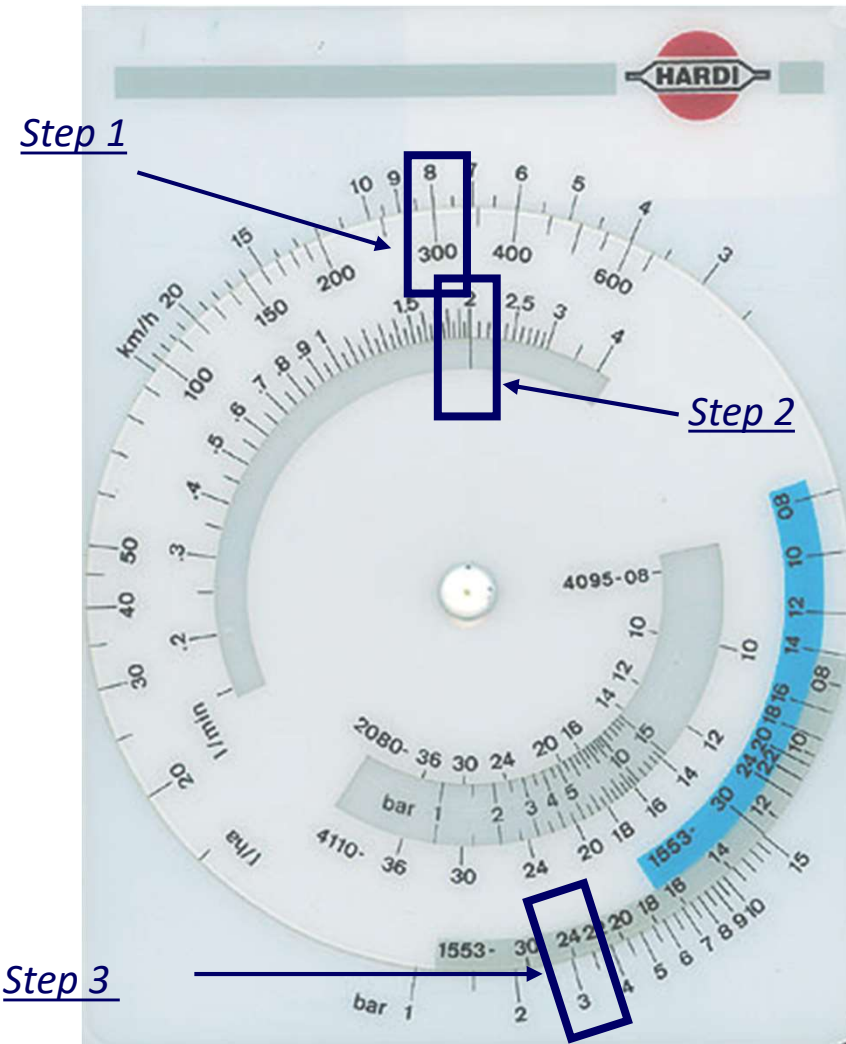
**TeeJet®**

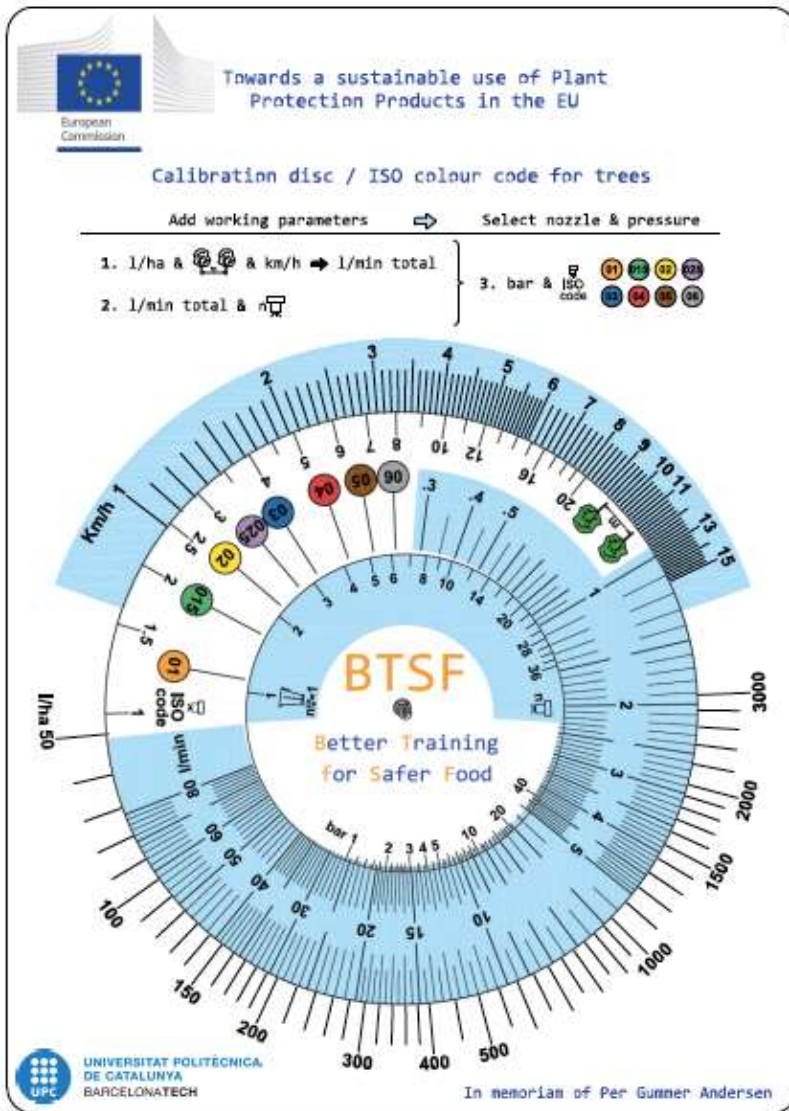


| bar | l/mn              |                 |                  |                 |                   |                |               |               |
|-----|-------------------|-----------------|------------------|-----------------|-------------------|----------------|---------------|---------------|
|     | MORADA<br>80-0050 | ROSA<br>80-0075 | NARANJA<br>80-01 | VERDE<br>80-015 | AMARILLA<br>80-02 | LILA<br>80-025 | AZUL<br>80-03 | ROJA<br>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          |
| 8   | 0,33              | 0,49            | 0,65             | 0,98            | 1,31              | 1,63           | 1,96          | 2,61          |
| 9   | 0,35              | 0,52            | 0,69             | 1,04            | 1,39              | 1,73           | 2,08          | 2,77          |
| 10  | 0,37              | 0,55            | 0,73             | 1,10            | 1,46              | 1,83           | 2,19          | 2,92          |
| 11  | 0,38              | 0,57            | 0,77             | 1,15            | 1,53              | 1,91           | 2,30          | 3,06          |
| 12  | 0,40              | 0,60            | 0,80             | 1,2             | 1,6               | 2,00           | 2,40          | 3,20          |
| 13  | 0,42              | 0,62            | 0,83             | 1,25            | 1,67              | 2,08           | 2,50          | 3,33          |
| 14  | 0,43              | 0,65            | 0,86             | 1,30            | 1,73              | 2,16           | 2,59          | 3,46          |
| 15  | 0,45              | 0,67            | 0,89             | 1,34            | 1,79              | 2,24           | 2,68          | 3,58          |
| 16  | 0,46              | 0,69            | 0,92             | 1,39            | 1,85              | 2,31           | 2,77          | 3,70          |
| 17  | 0,48              | 0,71            | 0,95             | 1,43            | 1,90              | 2,38           | 2,86          | 3,81          |
| 18  | 0,49              | 0,73            | 0,98             | 1,47            | 1,96              | 2,45           | 2,94          | 3,92          |



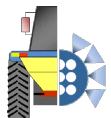
## Herramientas de calibración

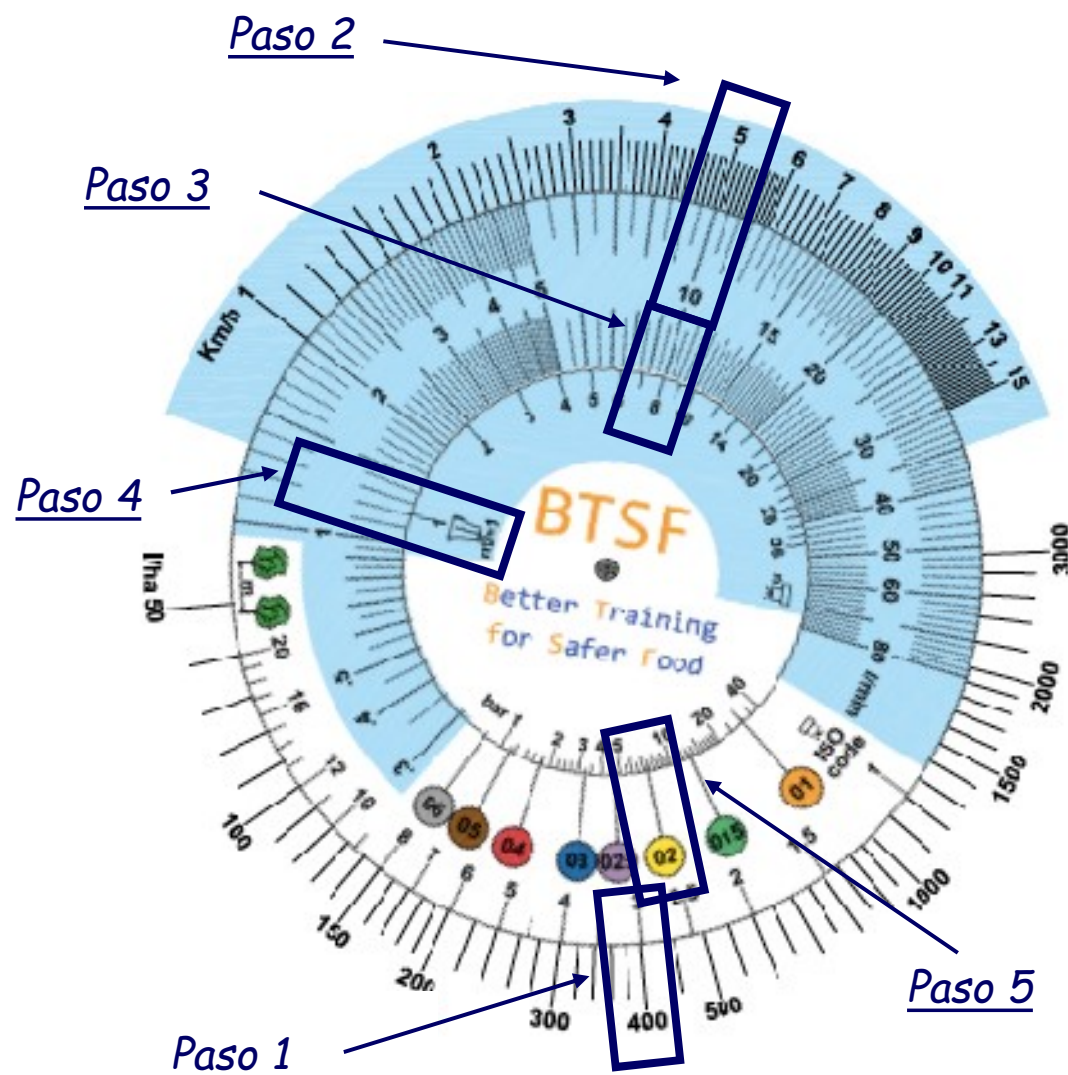




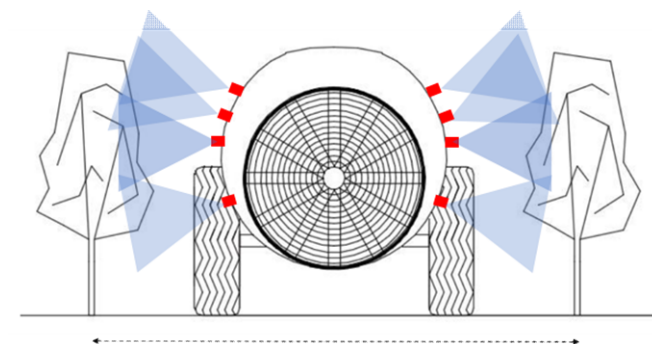
## Nuevo disco de calibración para atomizadores

*Adaptado al código ISO de boquillas*





¿Cómo funciona?



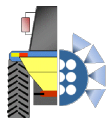
3 m

400 litros/ha

8 boquillas

5 km/h





# Herramientas de calibración

[www.agrotop.com/en/nozzle-calculator](http://www.agrotop.com/en/nozzle-calculator)

[www.hardi-international.com](http://www.hardi-international.com)

[www.spray.com/services](http://www.spray.com/services)

[www.albuz-spray.com](http://www.albuz-spray.com)

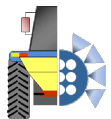


Unidad de Mecanización Agraria  
<http://uma.deab.upc.edu>

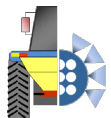


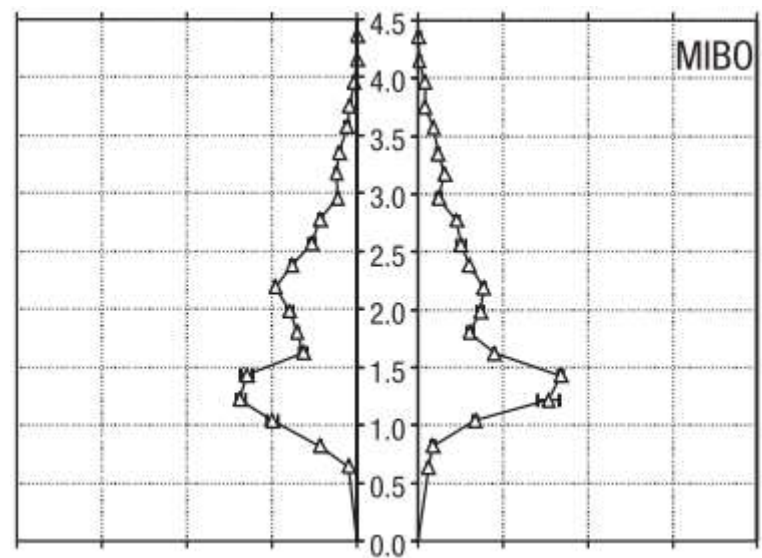
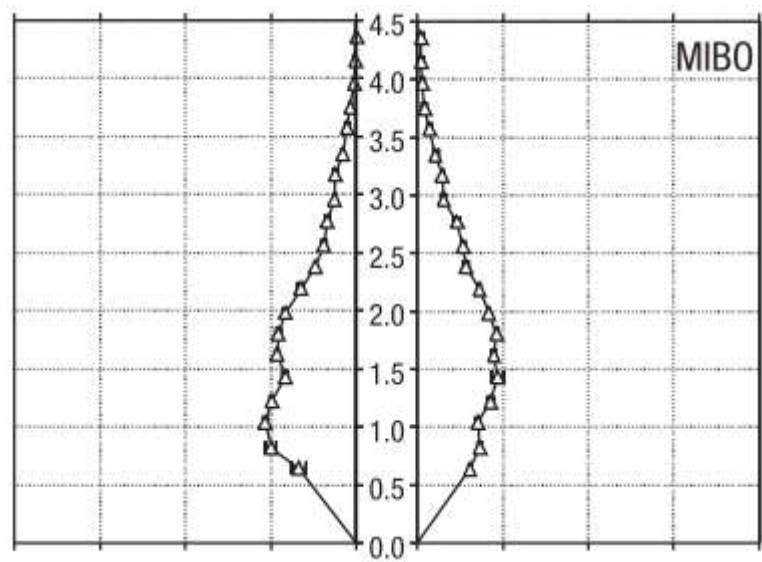
UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

## Buenas prácticas para la reducción de la deriva



## Calibración: Elección de las boquillas y orientación de éstas





# Calibración: Ajuste del aire



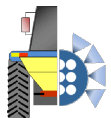
## TRACTOR

- *RPM*
- *Caja de cambios*



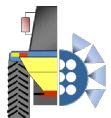
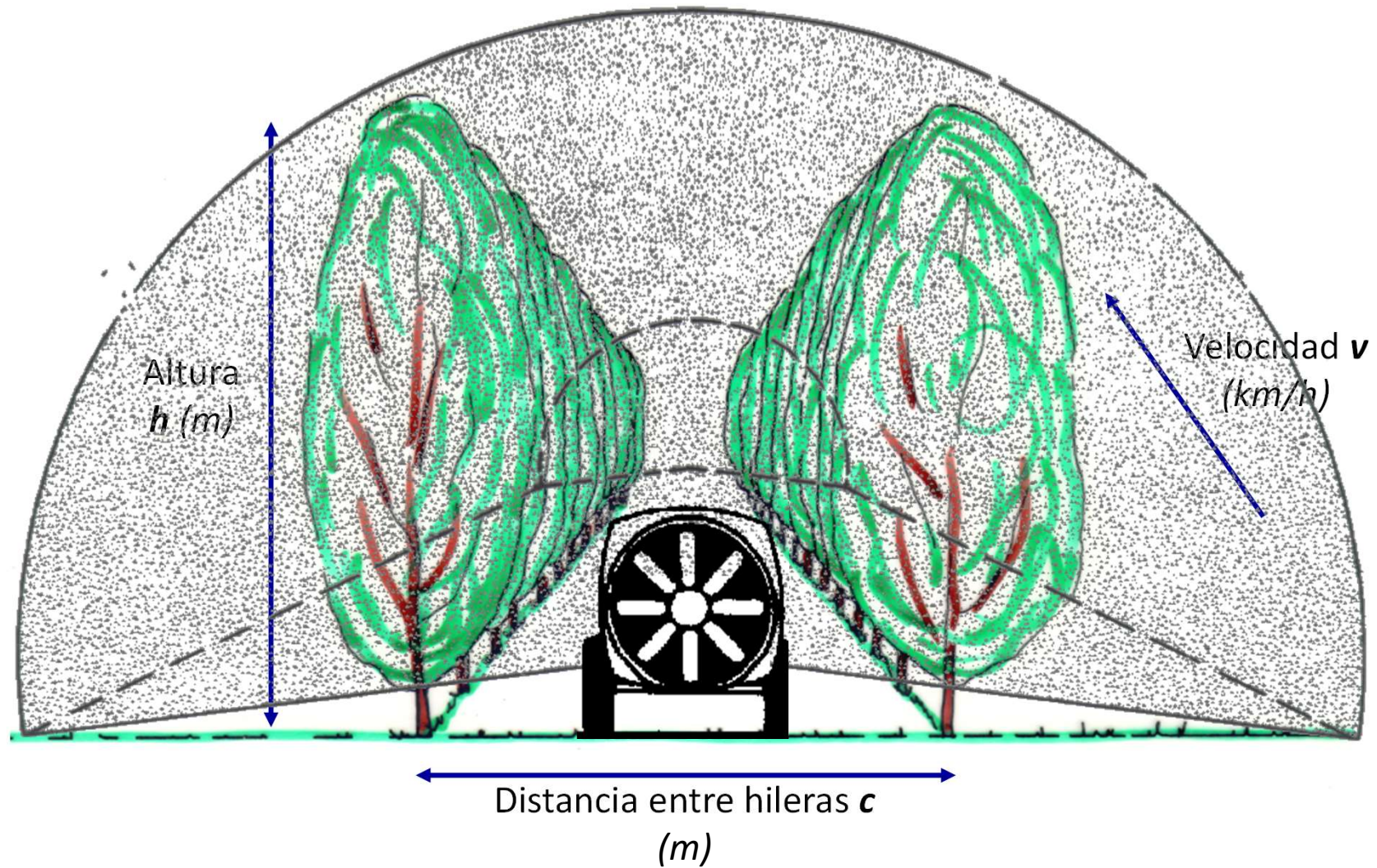
## ATOMIZADOR

- *Caja de transmisiones ventilador*
- *Orientación de los álabes*
- *Modificación de la sección de salida*

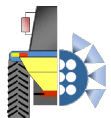
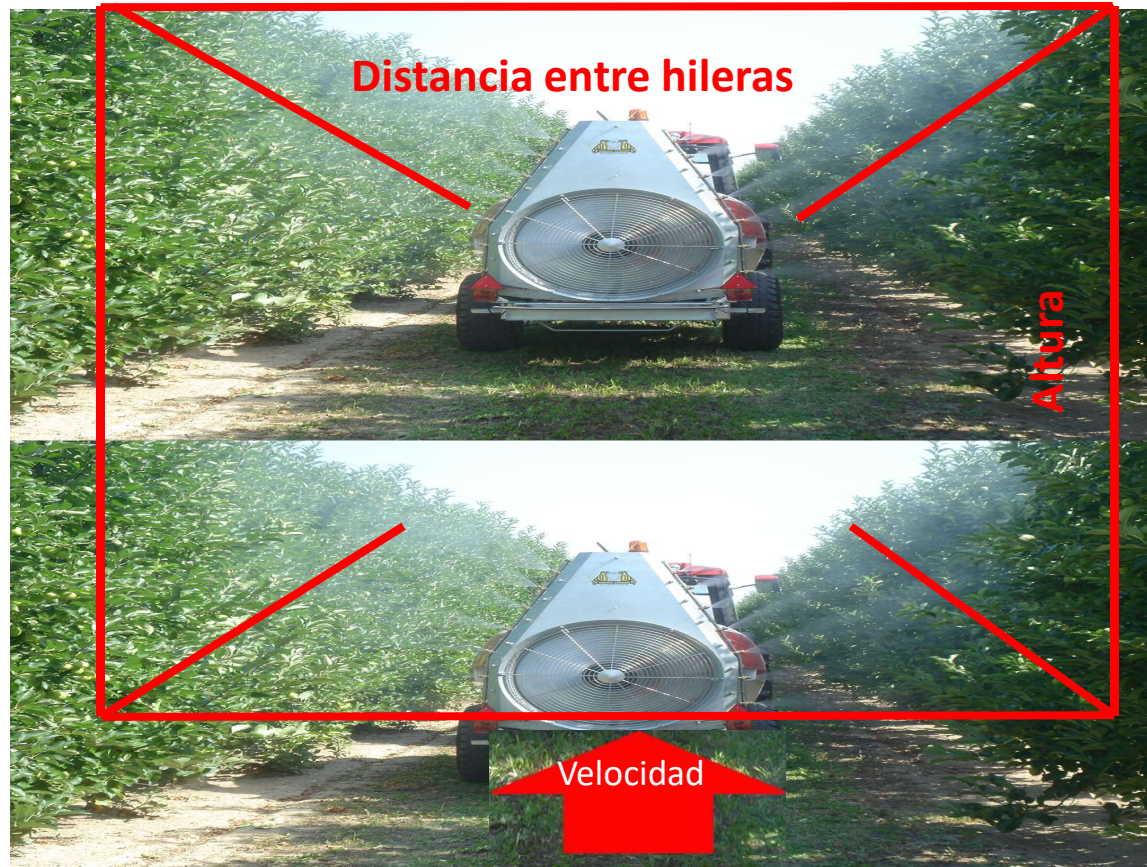


# Ajuste del ventilador

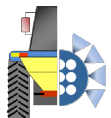
(caudal de aire)



$$\text{Vol aire [m}^3\text{/h]} = \frac{\text{Altura [m]} \times \text{Dist. hileras [m]} \times \text{Velocidad [km/h]}}{K \approx (2-3)} \times 1000$$



## Calibración de pulverizadores de barras (II)

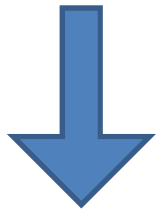




Aplicación (D): 250 l/ha  
Velocidad (v): 5 km/h  
Distancia entre boquillas: 0,35 m  
Caudal unitario?



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

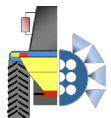


$$\text{Caudal unitario (l/min)} = \frac{\text{Caudal barra (l/min)}}{n^{\circ} \text{ boquillas}} = \frac{1,57}{5} = 0,58 \text{ l/min}$$



Aplicación (D): 250 l/ha  
Velocidad (v): 5 km/h  
Ancho trabajo (a): 1,4 m  
Caudal unitario?

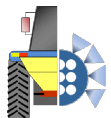
Boquilla: modelo y color?  
Presión de trabajo?



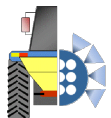
Objetivo: 0,58 l/min

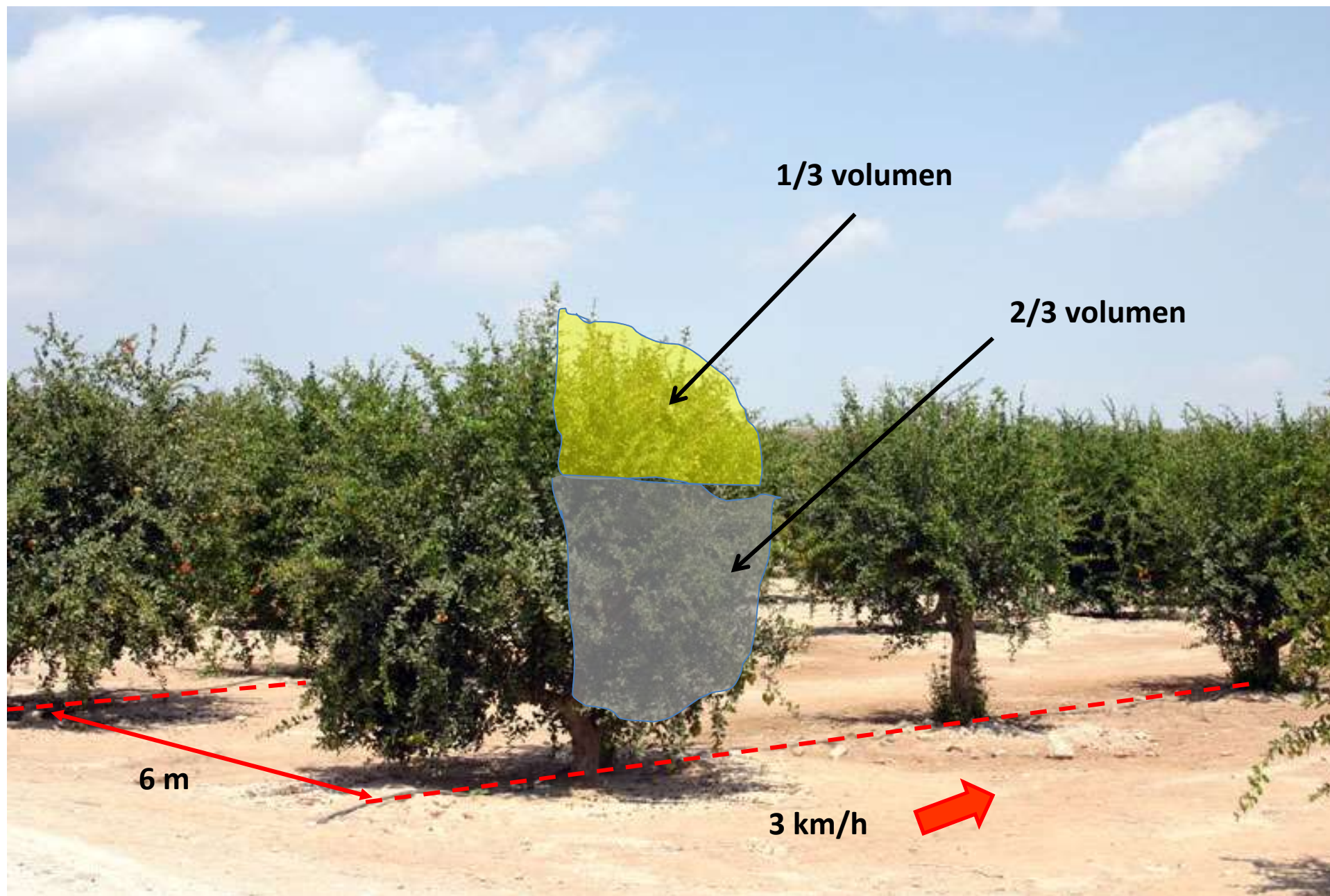
|  | <br>bar | TAMAÑO DE GOTA |      | CAPACIDAD DE UNA BOQUILLA EN l/min |        |        |        |        |        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------|------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                                                                                   |                                                                                          | 80°            | 110° |                                    | 4 km/h | 5 km/h | 6 km/h | 7 km/h | 8 km/h |
| <b>XR8001</b><br><b>XR11001</b><br><b>(100)</b>                                   | 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   |
| <b>XR80015</b><br><b>XR110015</b><br><b>(100)</b>                                 | 4,0                                                                                      | F              | VF   | 0,45                               | 135    | 108    | 90,0   | 77,1   | 67,5   |
|                                                                                   | 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   |
| <b>XR8002</b><br><b>XR11002</b><br><b>(50)</b>                                    | 3,0                                                                                      | F              | F    | 0,59                               | 177    | 142    | 118    | 101    | 88,5   |
|                                                                                   | 4,0                                                                                      | F              | F    | 0,68                               | 204    | 163    | 136    | 117    | 102    |
|                                                                                   | 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   |
| <b>XR110025</b><br><b>(50)</b>                                                    | 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    |
|                                                                                   | 1,0                                                                                      |                | M    | 0,57                               | 171    | 137    | 114    | 97,7   | 85,5   |
|                                                                                   | 1,5                                                                                      |                | M    | 0,70                               | 210    | 168    | 140    | 120    | 105    |
| <b>XR8003</b><br><b>XR11003</b><br><b>(50)</b>                                    | 2,0                                                                                      |                | F    | 0,81                               | 243    | 194    | 162    | 139    | 122    |
|                                                                                   | 2,5                                                                                      |                | F    | 0,90                               | 270    | 216    | 180    | 154    | 135    |
|                                                                                   | 3,0                                                                                      |                | F    | 0,99                               | 297    | 238    | 198    | 170    | 149    |
|                                                                                   | 4,0                                                                                      |                | F    | 1,14                               | 342    | 274    | 228    | 195    | 171    |
|                                                                                   | 1,0                                                                                      | M              | M    | 0,68                               | 204    | 163    | 136    | 117    | 102    |
| <b>XR8003</b><br><b>XR11003</b><br><b>(50)</b>                                    | 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



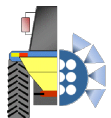
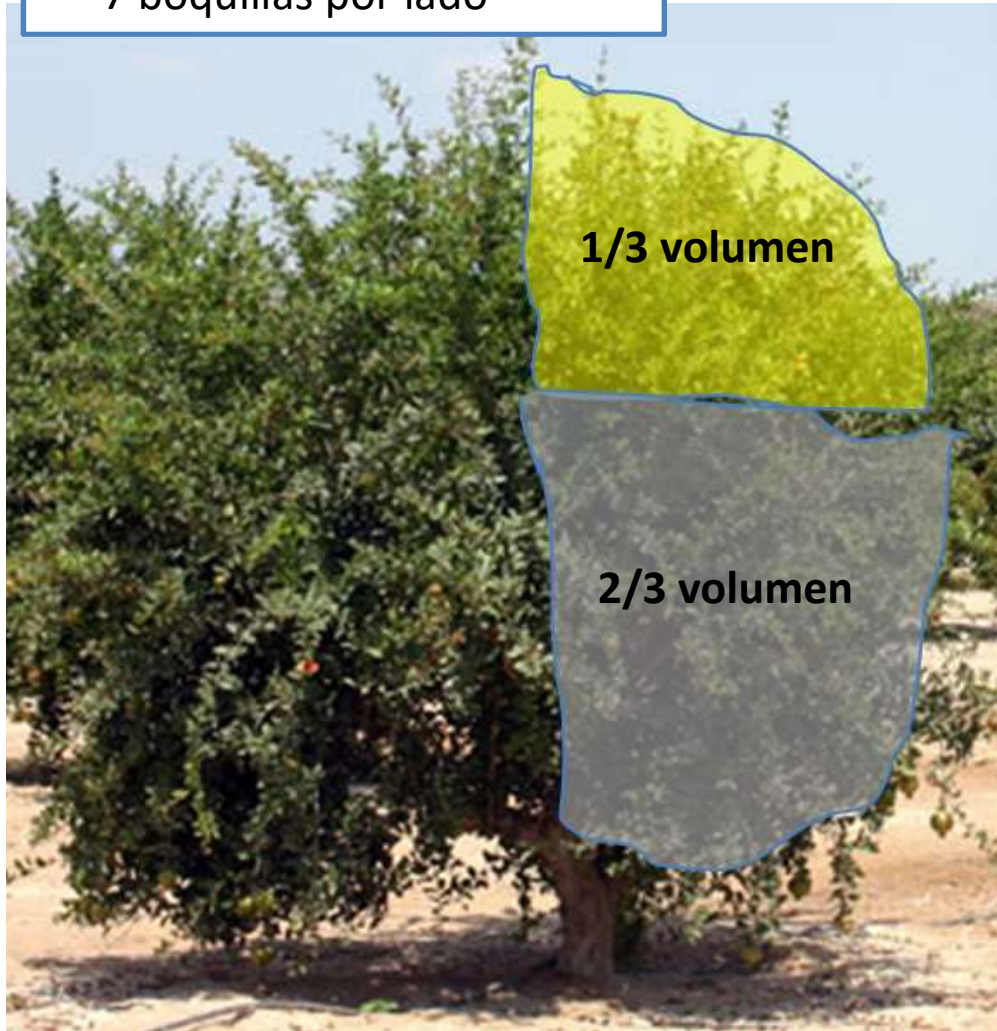
## Calibración de atomizadores (Ejercicio II)





- Aplicación (D): 1200 l/ha
- Velocidad (v): 3 km/h
- Ancho de trabajo (a): 6 m
- 7 boquillas por lado

- 1) Caudal teórico de todo el equipo
- 2) Caudal teórico por boquilla
- 3) Tipo y distribución de boquillas
- 4) Cálculo del volumen real de aplicación

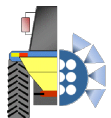


- Aplicación (D): 1200 l/ha
  - Velocidad (v): 3 km/h
  - Ancho de trabajo (a): 6 m
  - 7 boquillas por lado
- = 36 (l/min)



$18 \times 1/3 = 6 \text{ l/min}$   
 $6/3 \text{ boquillas} = 2 \text{ l/min}$

$18 \times 2/3 = 12 \text{ l/min}$   
 $12/4 \text{ boquillas} = 3 \text{ l/min}$



|  | Débit en l/mn |       |        |       |        |       |       |       |       |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|------|
|                                                                                   | BLANCHE       | LILAS | MARRON | JAUNE | ORANGE | ROUGE | GRISE | VERTE | NOIRE | BLEU |
| 3                                                                                 | 0,21          | 0,28  | 0,38   | 0,57  | 0,77   | 1,08  | 1,18  | 1,40  | 1,57  | 1,92 |
| 4                                                                                 | 0,24          | 0,32  | 0,43   | 0,65  | 0,89   | 1,24  | 1,35  | 1,60  | 1,80  | 2,20 |
| 5                                                                                 | 0,27          | 0,36  | 0,48   | 0,73  | 0,99   | 1,38  | 1,50  | 1,78  | 2,00  | 2,45 |
| 6                                                                                 | 0,29          | 0,39  | 0,52   | 0,80  | 1,08   | 1,51  | 1,63  | 1,94  | 2,18  | 2,67 |
| 7                                                                                 | 0,32          | 0,42  | 0,56   | 0,86  | 1,17   | 1,62  | 1,76  | 2,09  | 2,35  | 2,87 |
| 8                                                                                 | 0,34          | 0,45  | 0,60   | 0,92  | 1,24   | 1,73  | 1,87  | 2,22  | 2,50  | 3,06 |
| 9                                                                                 | 0,36          | 0,48  | 0,64   | 0,97  | 1,32   | 1,83  | 1,98  | 2,35  | 2,64  | 3,24 |
| 10                                                                                | 0,38          | 0,50  | 0,67   | 1,03  | 1,39   | 1,92  | 2,08  | 2,47  | 2,78  | 3,40 |
| 11                                                                                | 0,39          | 0,52  | 0,70   | 1,07  | 1,45   | 2,01  | 2,17  | 2,58  | 2,90  | 3,56 |
| 12                                                                                | 0,41          | 0,55  | 0,73   | 1,12  | 1,51   | 2,09  | 2,26  | 2,69  | 3,03  | 3,71 |
| 13                                                                                | 0,43          | 0,57  | 0,76   | 1,17  | 1,57   | 2,17  | 2,35  | 2,79  | 3,14  | 3,85 |
| 14                                                                                | 0,44          | 0,59  | 0,79   | 1,21  | 1,63   | 2,25  | 2,43  | 2,89  | 3,26  | 3,99 |
| 15                                                                                | 0,46          | 0,61  | 0,81   | 1,25  | 1,69   | 2,33  | 2,51  | 2,99  | 3,36  | 4,12 |
| 16                                                                                | 0,47          | 0,63  | 0,84   | 1,29  | 1,74   | 2,40  | 2,59  | 3,08  |       |      |
| 17                                                                                | 0,48          | 0,64  | 0,86   | 1,33  | 1,79   | 2,47  | 2,67  | 3,17  |       |      |
| 18                                                                                | 0,50          | 0,66  | 0,89   | 1,37  | 1,84   | 2,54  | 2,74  | 3,25  |       |      |
| 19                                                                                | 0,51          | 0,68  | 0,91   | 1,40  | 1,89   | 2,60  | 2,81  | 3,34  |       |      |
| 20                                                                                | 0,52          | 0,70  | 0,93   | 1,44  | 1,94   | 2,67  | 2,88  | 3,42  |       |      |
| 21                                                                                | 0,54          | 0,71  | 0,95   | 1,48  | 1,99   | 2,73  | 2,95  | 3,50  |       |      |
| 22                                                                                | 0,55          | 0,73  | 0,98   | 1,51  | 2,03   | 2,79  | 3,01  | 3,57  |       |      |
| 23                                                                                | 0,56          | 0,74  | 1,00   | 1,54  | 2,07   | 2,85  | 3,07  | 3,65  |       |      |
| 24                                                                                | 0,57          | 0,76  | 1,02   | 1,58  | 2,12   | 2,91  | 3,14  | 3,72  |       |      |
| 25                                                                                | 0,58          | 0,77  | 1,04   | 1,61  | 2,16   | 2,97  | 3,20  | 3,80  |       |      |



**ATR ALBUZ**  
Boquillas "clips"





Una vez elegidos los parámetros de trabajo y la máquina esté ajustada, se debe comprobar la distribución del líquido en el objetivo ya sea.....*la vegetación*.

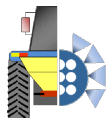




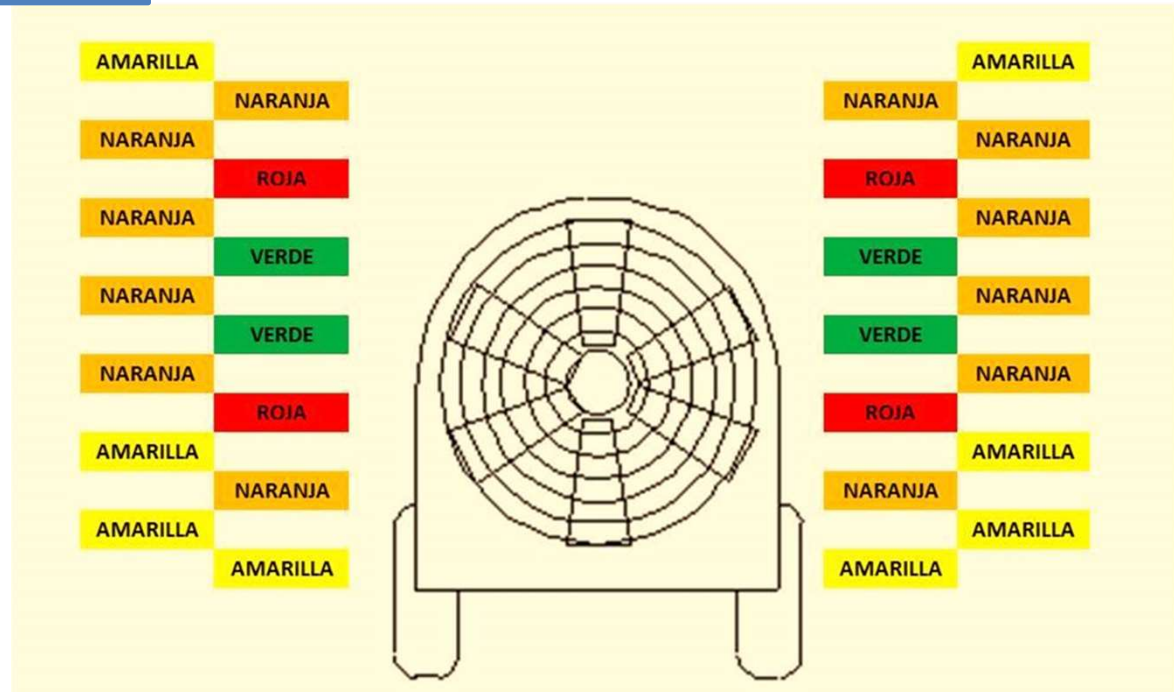
Una vez elegidos los parámetros de trabajo y la máquina esté ajustada, se debe comprobar la distribución del líquido en el objetivo ya sea.....*la madera*.



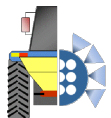
## Calibración de atomizadores (Ejercicio III)



Ancho de calle: 5m  
Volumen de aplicación: 2500 l/ha  
Velocidad de avance 2,5 km/h  
28 boquillas ATR de diferentes colores



- 1) Presión óptima de trabajo?
- 2) Caudal total de la máquina
- 3) Volumen de aplicación real según caudal y presión elegidos?



¿Presión óptima de trabajo?

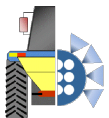
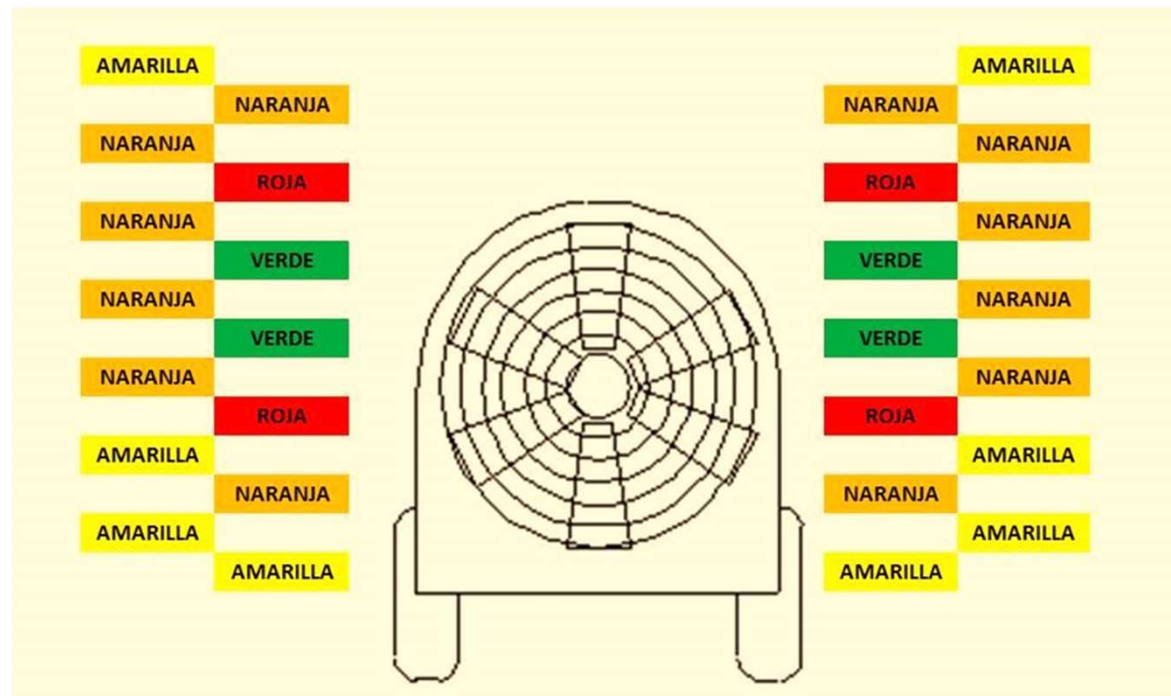
El fabricante nos propone un rango de presión de trabajo óptimo de 9 a 15 Bar.

Por esta razón podemos proponer varias opciones de presión de trabajo.

**OPCIÓN A:** Presión de trabajo **9 Bar.**

**OPCIÓN B:** Presión de trabajo **12 Bar.**

**OPCIÓN C:** Presión de trabajo **15 Bar.**



¿Caudal (L/min) total de la máquina?

Calculamos el caudal teniendo en cuenta el número de boquillas y su caudal nominal.

**OPCIÓN A: 9 Bar**

8 Boquillas Amarillas a 0'97 L/min = 7,76 L/min

12 Boquillas Naranja a 1,32 L/min = 15,84 L/min

4 Boquillas Rojas a 1,83 L/min = 7,32 L/min

4 Boquillas Verdes a 2,35 L/min = 9,4 L/min

Caudal total: **40,32 L/min**

**OPCIÓN B: 12 Bar**

8 Boquillas Amarillas a 1,12 L/min = 8,96 L/min

12 Boquillas Naranja a 1,51 L/min = 18,12 L/min

4 Boquillas Rojas a 2,09 L/min = 8,36 L/min

4 Boquillas Verdes a 2,69 L/min = 10,76 L/min

Caudal total: **46,2 L/min**

**OPCIÓN C: 14 Bar**

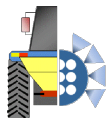
8 Boquillas Amarillas a 1,21 L/min = 9,68 L/min

12 Boquillas Naranja a 1,63 L/min = 19,56 L/min

4 Boquillas Rojas a 2,25 L/min = 9 L/min

4 Boquillas Verdes a 2,89 L/min = 11,56 L/min

Caudal total: **52,2 L/min**



¿Volumen de aplicación ajustado a los parámetros de trabajo calculados?

Calculamos la mejor de las tres opciones en relación al ajuste del volumen de aplicación

**OPCIÓN A:**

Caudal total 40, 32 L/min

$$\text{Volumen de Aplicación} \left( \frac{L}{Ha} \right) = \frac{40'32 \text{ L/min} * 600}{2,5 \frac{Km}{h} * 5 m} = \mathbf{1935,36 L/Ha}$$

**OPCIÓN B:**

Caudal total 46,2 L/min

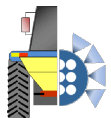
$$\text{Volumen de Aplicación} \left( \frac{L}{Ha} \right) = \frac{46'2 \text{ L/min} * 600}{2,5 \frac{Km}{h} * 5 m} = \mathbf{2217,6 L/Ha}$$

**OPCIÓN C:**

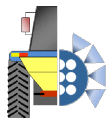
Caudal total 52,2 L/min

$$\text{Volumen de Aplicación} \left( \frac{L}{Ha} \right) = \frac{52'2 \text{ L/min} * 600}{2,5 \frac{Km}{h} * 5 m} = \mathbf{2505,6 L/Ha}$$

La opción que se ajusta mejor al volumen de aplicación planteado es la **OPCIÓN C**.



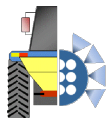
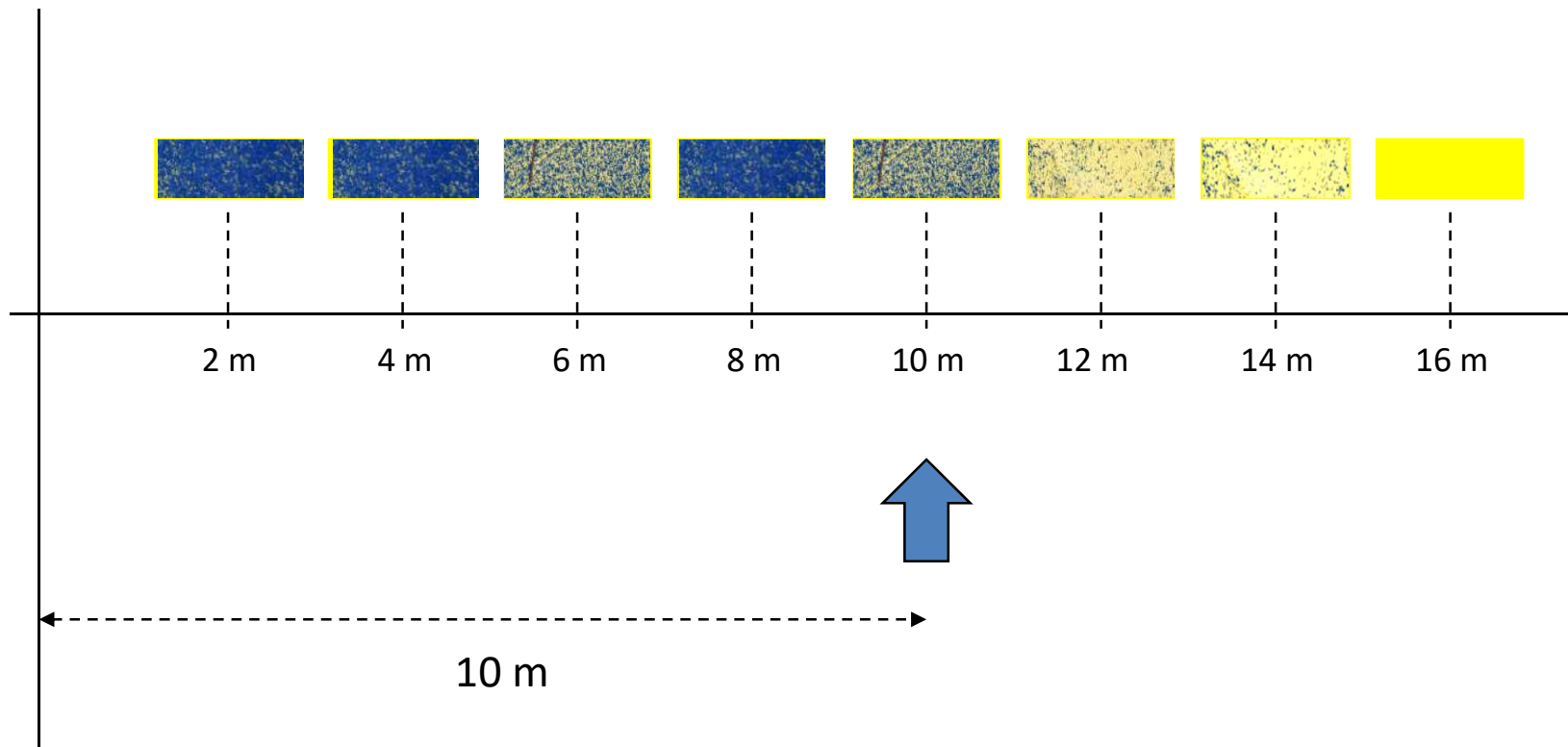
## Calibración cañón (Ejercicio )



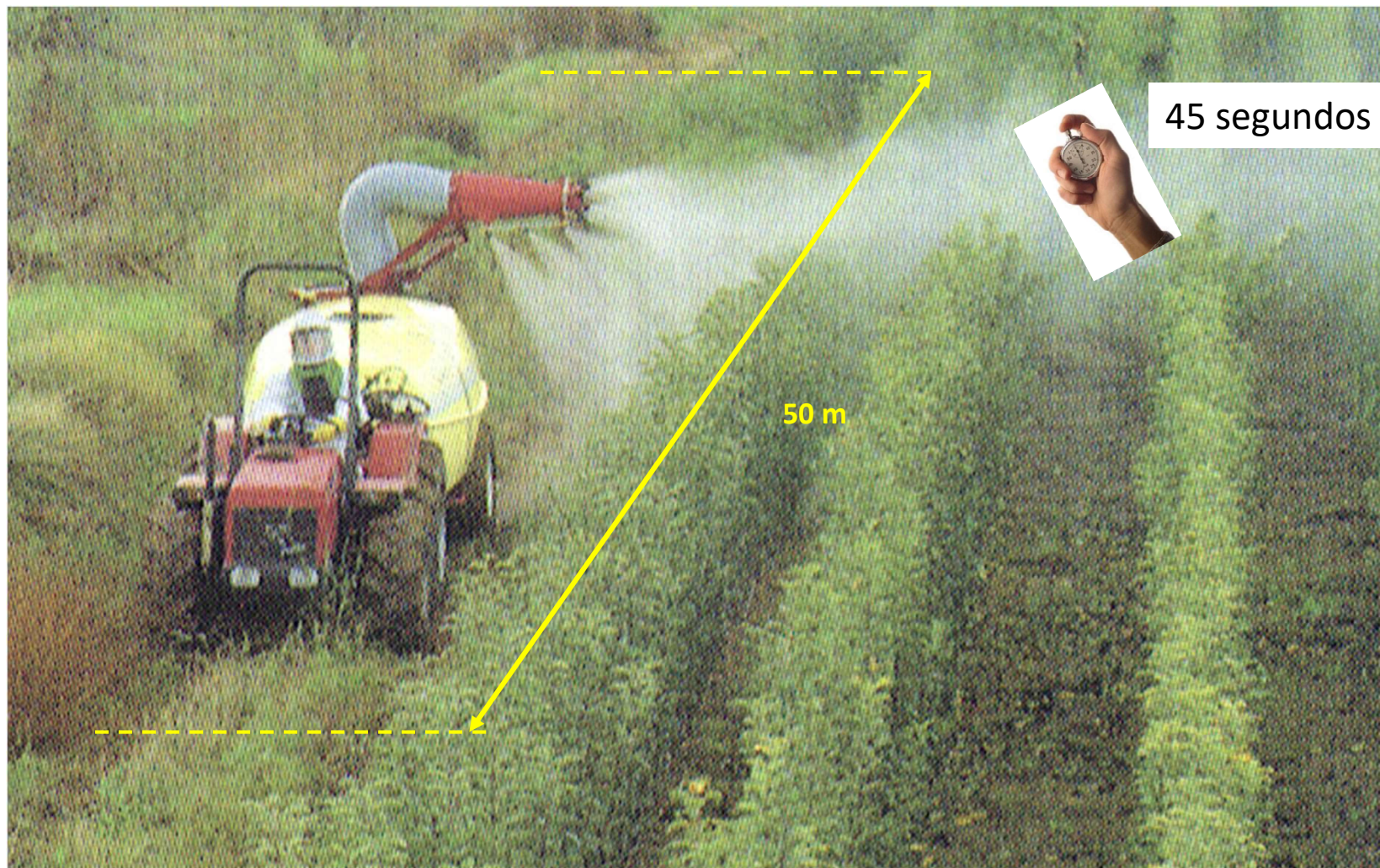




## Determinación de la “anchura óptima de trabajo” (método cualitativo)



## Determinación de la velocidad de avance



Ancho de trabajo optimo: 10m  
Volumen de aplicación: 300 l/ha  
Velocidad de avance 4 km/h  
21 boquillas ATR rojo

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

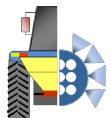
$$\text{Caudal (l/min)} = \frac{300 \text{ l/ha} \times 10 \text{ m} \times 4 \text{ km/h}}{600} = 20 \text{ l/min}$$



$$\frac{20 \text{ l/min}}{21 \text{ boquillas}} = 0,95 \text{ l/min}$$



Selección de la boquilla necesaria



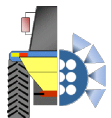
| <br>bar | Débit en l/mn |       |        |       |        |       |       |       |      |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|------|------|
|                                                                                          | BLANCHE       | LILAS | MARRON | JAUNE | ORANGE | ROUGE | GRISE | VERTE |      |      |
| 3                                                                                        | 0,21          | 0,28  | 0,38   | 0,57  | 0,77   | 1,08  | 1,18  | 1,40  |      |      |
| 4                                                                                        | 0,24          | 0,32  | 0,43   | 0,65  | 0,89   | 1,24  | 1,35  | 1,60  |      |      |
| 5                                                                                        | 0,27          | 0,36  | 0,48   | 0,73  | 0,99   | 1,38  | 1,50  | 1,78  |      |      |
| 6                                                                                        | 0,29          | 0,39  | 0,52   | 0,80  | 1,08   | 1,51  | 1,63  | 1,94  |      |      |
| 7                                                                                        | 0,32          | 0,42  | 0,56   | 0,86  | 1,17   | 1,62  | 1,76  | 2,09  |      |      |
| 8                                                                                        | 0,34          | 0,45  | 0,60   | 0,92  | 1,24   | 1,73  | 1,87  | 2,22  |      |      |
| 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 ALBUZ**  
Boquillas "clips"



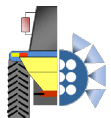
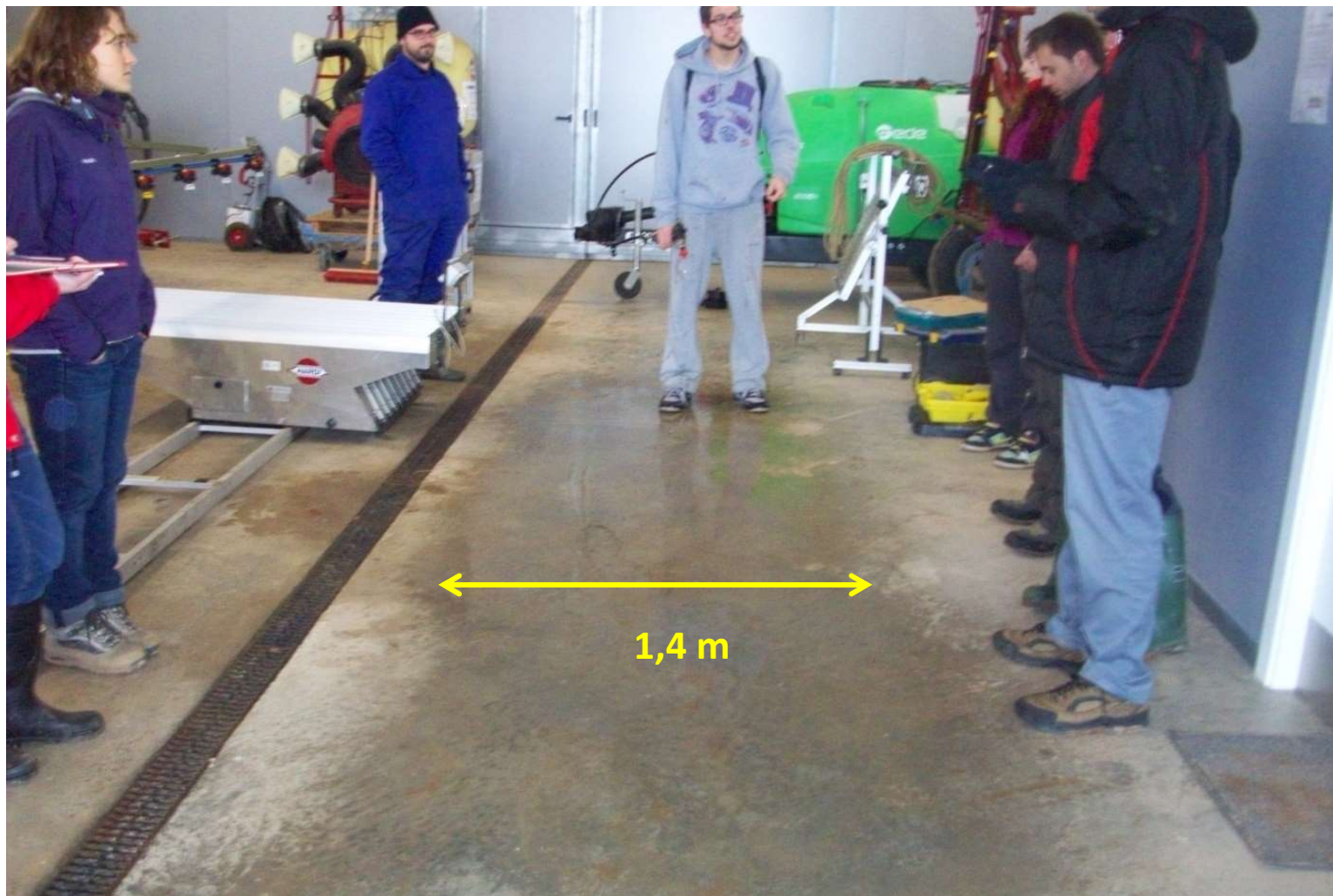
# Calibración pistola (Ejercicio)



## Determinación de la velocidad de avance



## Determinación del ancho de trabajo



## Determinación del caudal



1,4 L en 30 segundos



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



UNIVERSITAT POLITÈCNICA  
DE CATALUNYA  
BARCELONATECH

Ancho de trabajo medido (a): 1,4 m  
Velocidad de avance (V): 3 km/h  
Caudal pistola (q): 2,8 l/min

$$\text{Volumen de aplicación (l/ha)} = \frac{q \text{ (l/min)} \cdot 600}{V \text{ (km/h)} \cdot a \text{ (m)}}$$



$$\text{Volumen de aplicación (l/ha)} = \frac{2,8 \text{ (l/min)} \cdot 600}{3 \text{ (km/h)} \cdot 1,4 \text{ (m)}} = 400 \text{ (l/ha)}$$





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