



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

## EFICIENCIA DE LAS APLICACIONES CON NEBULIZADORES



**Guillermo Lorca Beltrán**  
**Ingeniero Agrónomo**  
**Profesor Mecanización Agrícola**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**PUC**

GUILLERMO  
LORCA

# INTRODUCCION

- Para la mayoría de las empresas agropecuarias, especialmente frutícolas, el empleo de plaguicidas agrícolas constituye un importante costo asociado a la producción final.

- **Sin duda que frente a la aparición de alguna enfermedad, plaga o ante la necesidad de actuar en forma preventiva, los especialistas:**

- **Seleccionan el plaguicida más adecuado**
- **Menos contaminante**
- **Ordenan la aplicación en el momento apropiado y**
- **Realizan una adecuada rotación de plaguicida, entre otros factores a considerar.**

- **EN ESTA PRESENTACION ABORDAREMOS TRES TEMAS :**
- **EL HOMBRE**
- **EL EQUIPO**
- **LA APLICACION**



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

TENEMOS QUE PREOCUPARNOS DE ESTE HOMBRE



GUILLERMO  
LORCA

- **En Chile existen alrededor de 150 mil improvisados aplicadores de plaguicidas cuyas características son:**
- **Baja escolaridad**
- **Falta de compromiso con el medio ambiente**
- **Falta de capacitación para realizar dosificaciones e incapacidad para realizar una correcta aplicación de los plaguicidas, entre otras consideraciones.**

**Sin embargo, en parte importante de las empresas, son los que deciden respecto a:**

- La velocidad de avance del equipo**
- Presión de trabajo a emplear**
- Velocidad de rotación del eje toma de fuerza del tractor (cuando es el caso) y**
- Selección del tipo y cantidad de boquillas, entre otras decisiones.**

- En general, quien realiza la aplicación se apoya en la experiencia práctica, no siempre correcta, sobre como realizar las aplicaciones de plaguicidas, confiando en el “tincómetro” el “ojímetro” o en la premisa que lo importante” es que tire líquido”

# REGION METROPOLITANA

	PAIS	REGION
<b>FUERZA LABORAL</b>	<b>6.741.277</b>	<b>2.930.930</b>
<b>TRABAJADORES CAPACITADOS</b>	<b>1.147.998</b>	<b>698.285</b>
<b>CAPACITADOS/FUERZA DE TRABAJO</b>	<b>17 %</b>	<b>23,8 %</b>
<b>SECTOR AGRICOLA</b>	<b>11.076 (1%)</b>	<b>2.200 ( 0,3%)</b>

<b>NUMERO DE CURSOS/TRABAJADOR</b>	
<b>A NIVEL NACIONAL</b>	<b>UN CURSO CADA 6 AÑOS</b>
<b>A NIVEL REGIONAL</b>	<b>UN CURSO CADA 4,2 AÑOS</b>
<b>SECTOR AGRICOLA (a nivel regional)</b>	<b>UN CURSO CADA 300 AÑOS</b>

ELABORADOPOR EL AUTOR EN BASE ESTADISTICAS SENCE AÑO AÑO 2010

GUILLERMO  
LORCA

# **CAPACITACION VIA OTIC**

(millones de pesos)

**GASTOS OTIC \$ 9.398**

**EXCEDENTES OTIC \$ 42.248**

**Esto es equivalente al total de la inversión pública en la R.M.**

# REGION DE VALPARAISO

	PAIS	REGION
<b>FUERZA LABORAL</b>	<b>6.741.277</b>	<b>663.121</b>
<b>TRABAJADORES CAPACITADOS</b>	<b>1.147.998</b>	<b>73.927</b>
<b>CAPACITADOS/FUERZA DE TRABAJO</b>	<b>17 %</b>	<b>11 %</b>
<b>SECTOR AGRICOLA</b>	<b>11.076 ( 1%)</b>	<b>859 (1,16%)</b>

<b>NUMERO DE CURSOS/TRABAJADOR</b>	
<b>A NIVEL NACIONAL</b>	<b>UN CURSO CADA 6 AÑOS</b>
<b>A NIVEL REGIONAL</b>	<b>UN CURSO CADA 9 AÑOS</b>
<b>SECTOR AGRICOLA (a nivel regional)</b>	<b>UN CURSO CADA 86 AÑOS</b>

ELABORADOPOR EL AUTOR EN BASE ESTADISTICAS SENCE AÑO AÑO 2010

GUILLERMO  
LORCA

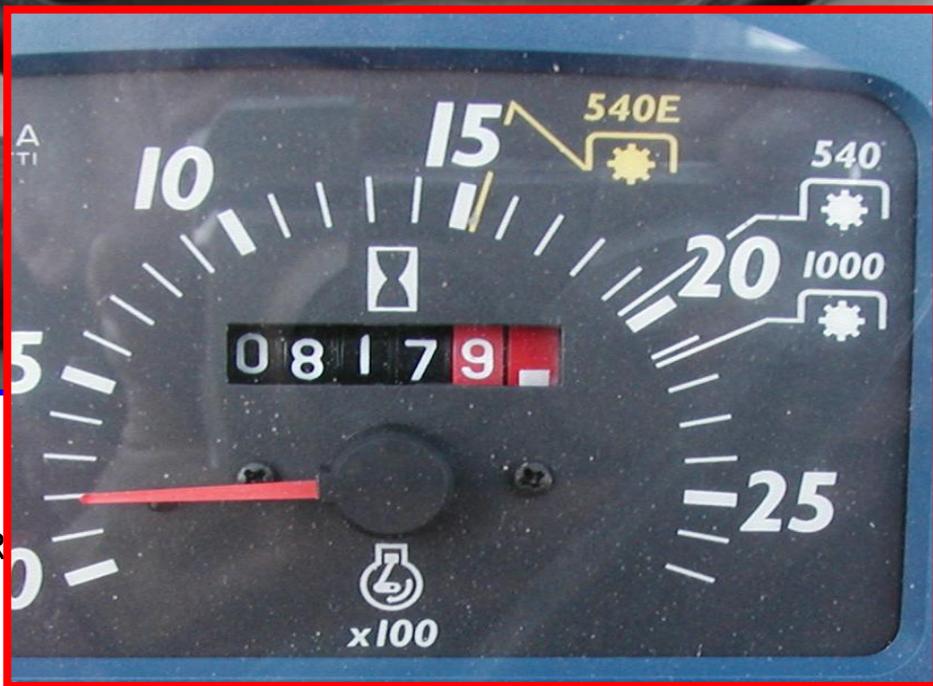


# **MANTENCION DEL EQUIPO**

# ESTADO OPERATIVO DE LOS EQUIPOS

- La realidad nacional muestra la escasa o nula mantención que se realiza en atención a la “falta de tiempo”, o en dejar las cosas para “cuando llueva”
- Mantención es distinto a reparación

# QUE PORCENTAJE DE LOS TACOMETROS FUNCIONAN?

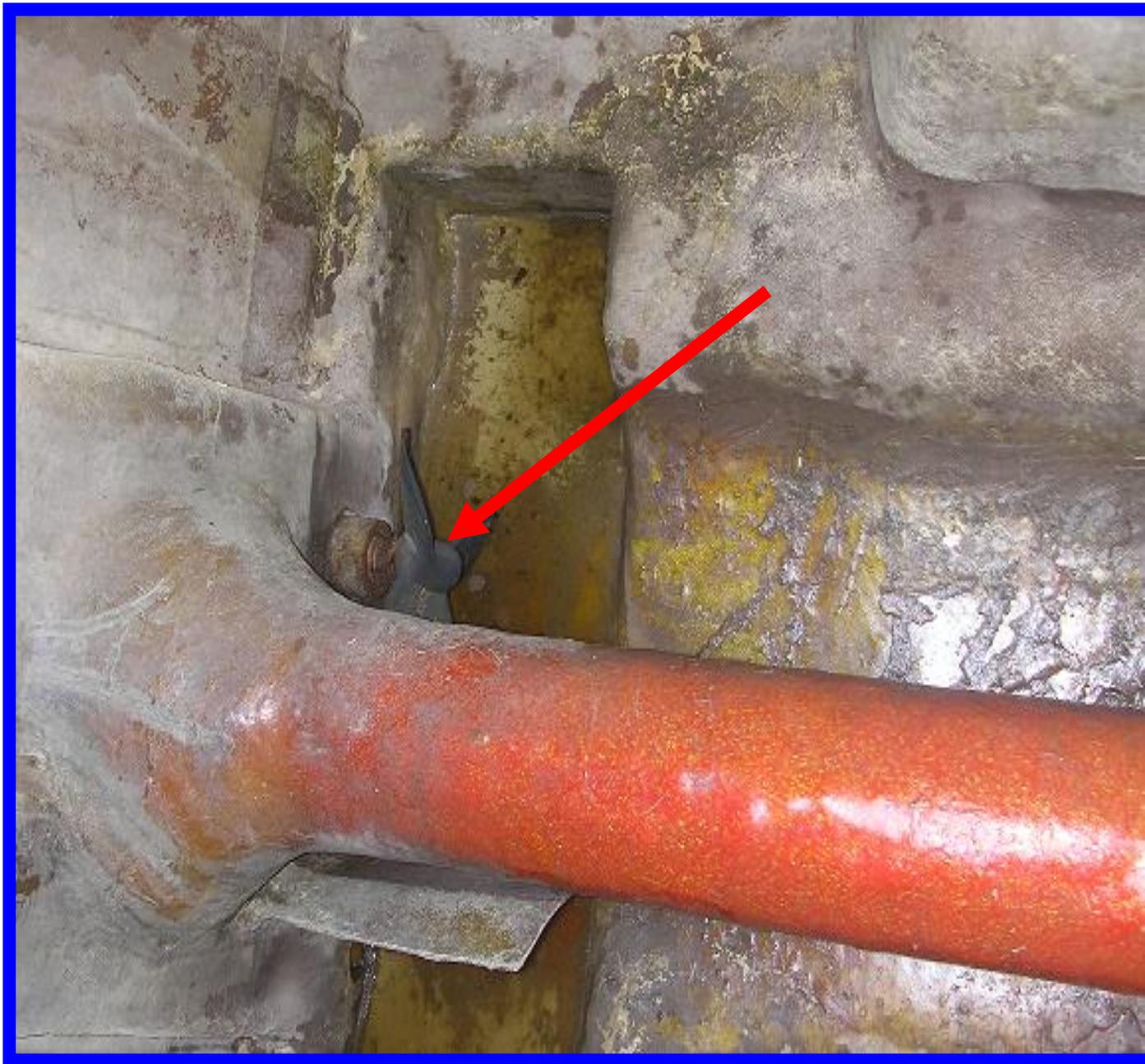


GUILLER  
LORCA

# AGITADORES

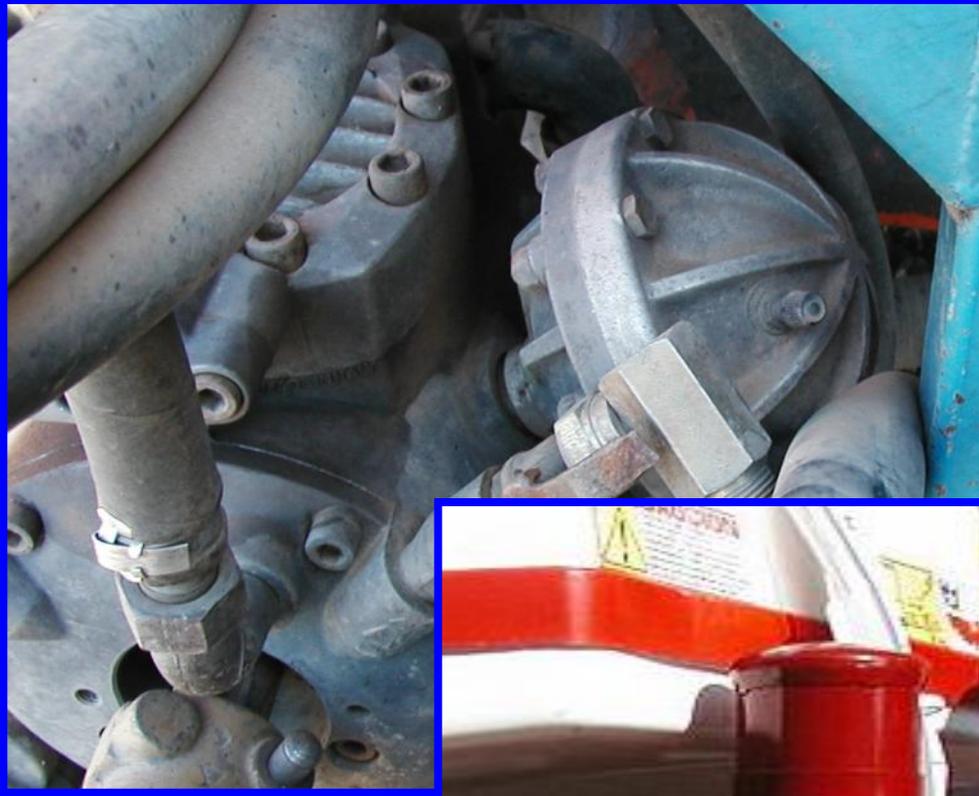


GUILLERMO  
LORCA



GUILLERMO  
LORCA

# COMPENSADORES DE PRESION



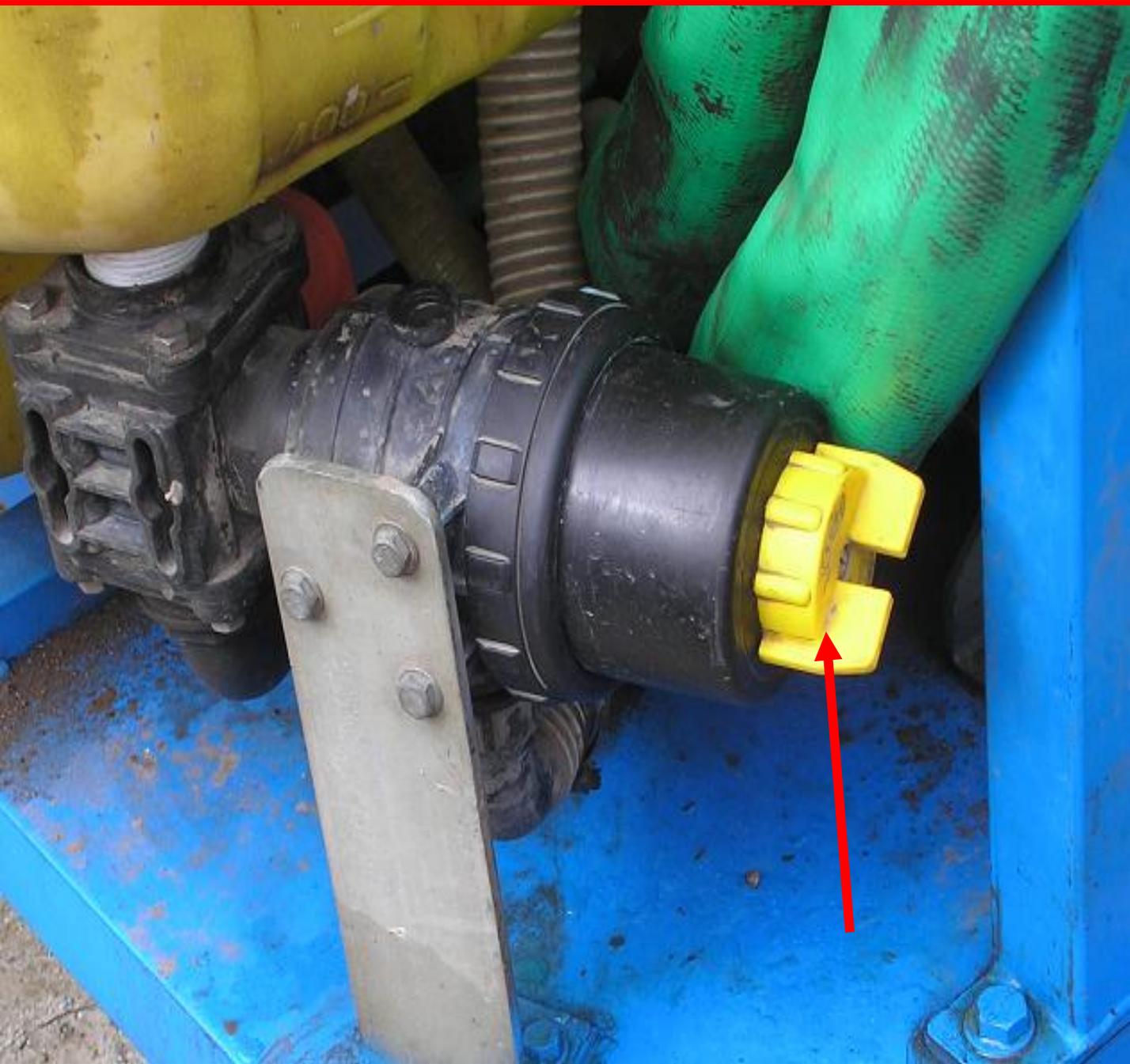
GUILLERMO  
LORCA

# FILTROS EXTERNOS



GUILLERMO  
LORCA

**Parte importante de los aplicadores no utiliza la válvula de corte**



# PARECE UNA EXAGERACION



GUILLERMO  
LORCA



GUILLERMO  
LORCA

# ¿ACEITE? DE UNA BOMBA



GUILLERMO  
LORCA

# LA DILATACION DEL ORING PERMITE EL GOTEO Y LA ENTRADA DE AIRE



**ENTRA AIRE=BOMBA  
NO LEVANTA PRESION**



GUILLERMO  
LORCA

# ESTANQUES CON FILTRACIONES



GUILLERMO  
LORCA

# CORRECTA POSICION DEL EJE CARDAN



**HEMBRA HACIA  
EL TRACTOR**

**MACHO HACIA EL  
EQUIPO**

GUILLERMO  
LORCA

# ¿POSICION CORRECTA?



GUILLERMO  
LORCA



GUILLERMO  
LORCA

# ROTACION DEL EJE TOMA DE FUERZA



GUILLERMO  
LORCA

# MANOMETROS



GUILLERMO  
LORCA

- Parte importante de los problemas operativos del equipo nebulizador se resolverían aplicando :**
- Mas grasa**
- Mas aceite**
- Mas limpieza (lavado del equipo)**



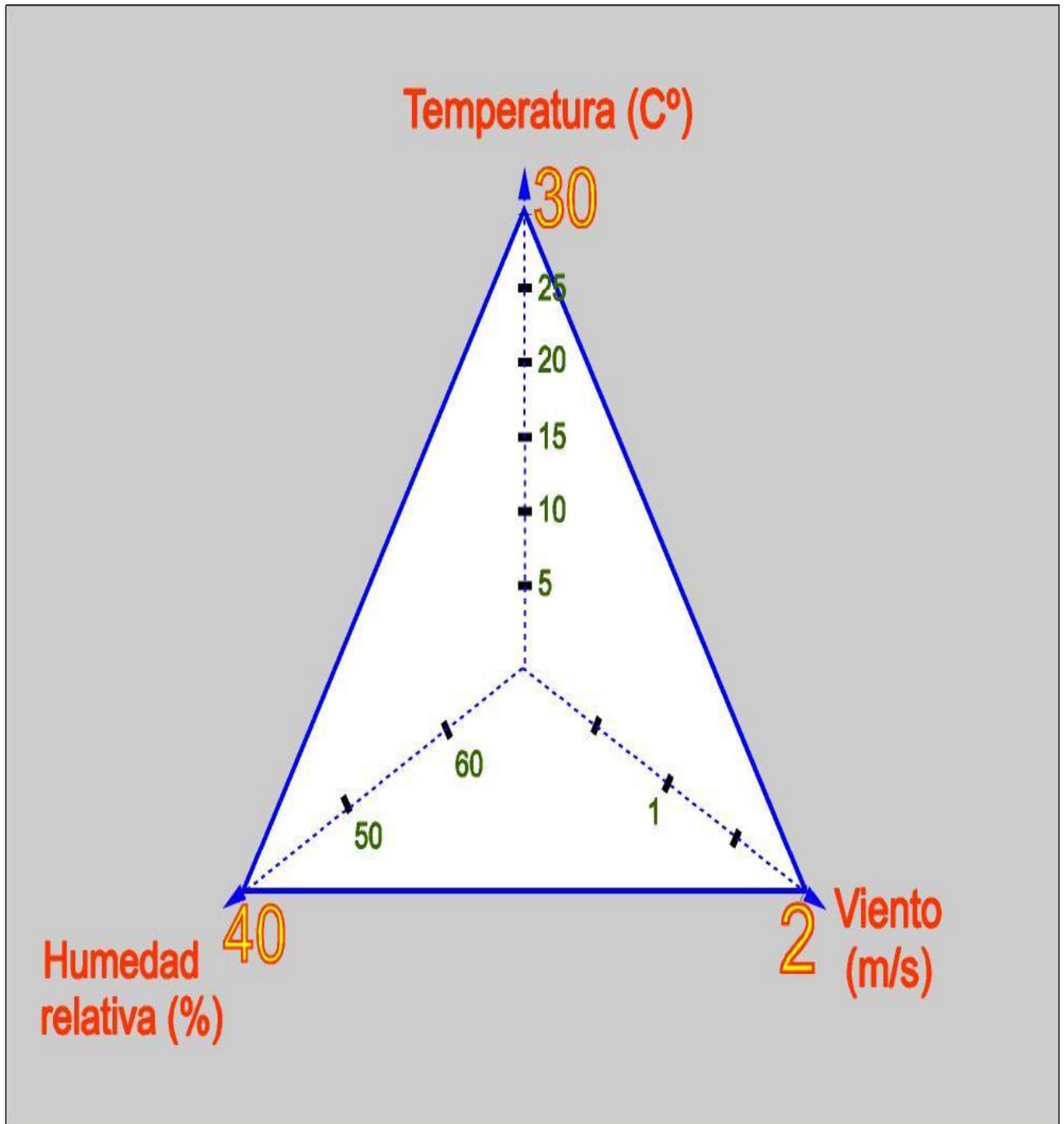
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

# LA APLICACIÓN

GUILLERMO  
LORCA

# VENTANA DE APLICACIÓN

(Hetz, Magdalena, otros)



# DERIVA



GUILLERMO  
LORCA

# UN GRAN PROBLEMA

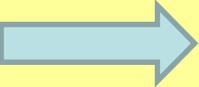


GUILLERMO  
LORCA



GUILLERMO  
LORCA

# CAUSAS DE LA DERIVA

- EXCESIVO CAUDAL DE AIRE
- ORIENTACION INADECUADA DE LAS BOQUILLAS
- ALTAS TEMPERATURAS Y BAJA HUMEDAD RELATIVA
- EXCESIVA PRESION DE TRABAJO  GOTAS MUY PEQUEÑAS
- INCONVENIENTE ORIENTACION DE LOS CHORROS (Luis de Val: Universidad Politécnica de Valencia 2010)

# **VENTILADOR: 75 A 90% DE LA DEMANDA DE POTENCIA DEL EQUIPO**



GUILLERMO  
LORCA

# **LOGICA DEL VENTILADOR**

- **EL FLUJO DE AIRE ES EL RESPONSABLE DE TRANSPORTAR Y DISTRIBUIR EL PLAGUICIDA HASTA EL FOLLAJE**
- **EL FLUJO DE AIRE ES EL RESPONSABLE DE LA MAYOR PERDIDA DE PLAGUICIDA POR ENDO Y EXODERIVA**

# **DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE AIRE**

- **Parte importante de los problemas de cobertura dice relación con el inadecuado caudal de aire empleado al momento de la aplicación. Se desconoce la importancia de este factor y en general no suele tenerse en cuenta. Por otra parte, las propias empresas comercializadoras de maquinaria no informan respecto al caudal de aire, expresado en m<sup>3</sup> /hora o m<sup>3</sup> /minuto, que entregan los equipos.**
- **El caudal de aire que entrega el pulverizador debe garantizar el transporte del agroquímico a todos los sectores del árbol.**
- **El caudal y la velocidad del flujo de aire deben estar relacionados con la altura y el desarrollo transversal de la planta (espesor), en un estado vegetativo dado y a la forma y tipo de conducción de la misma. (Magdalena, Di Prinzio)**

- El cálculo de la cantidad de aire necesario surge de la siguiente expresión:

$$Q = \frac{E \times H \times V}{F}$$

donde:

- Q = Caudal de aire en m<sup>3</sup>/hora.
- E = Distancia entre hileras en metros.
- H = Altura de los árboles en metros.
- V = Velocidad de avance m/hora.
- F = Factor de contención (varía entre 2 y 3).

**Veamos un ejemplo:**

- Caudal de aires en m<sup>3</sup>/hora.
- Distancia entre hileras = 5 metros
- Altura de los árboles = 2,5 metros
- Velocidad de avance = 3000 m/hora
- Factor de contención = 2

- $$Q = \frac{5 \times 2,5 \times 3000}{2}$$

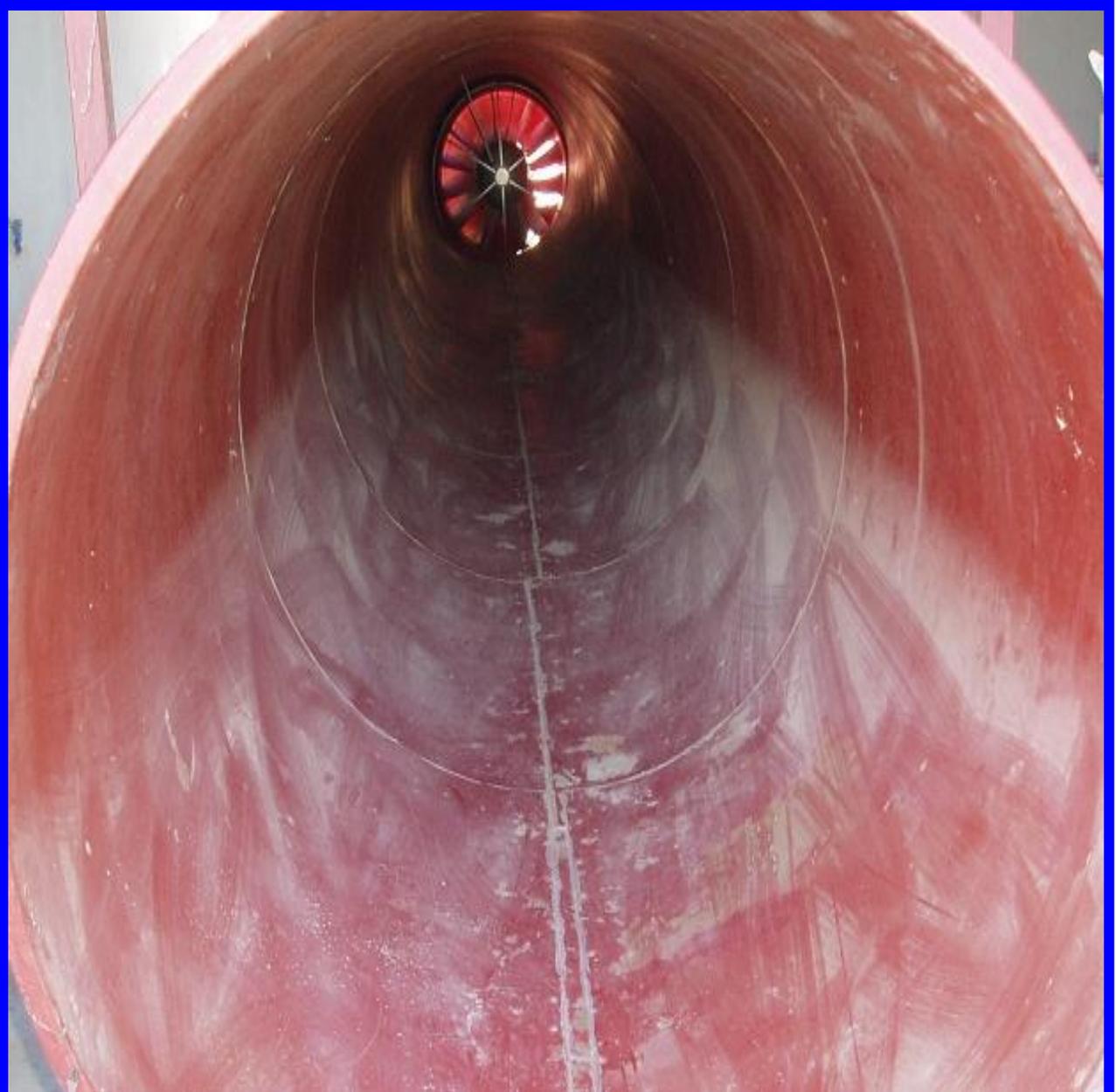
- $$Q = 18.750 \text{ m}^3/\text{hora}$$

# DETERMINACION DE VOLUMEN DE AIRE



GUILLERMO  
LORCA

# ENSAYO DE CAUDAL DE AIRE

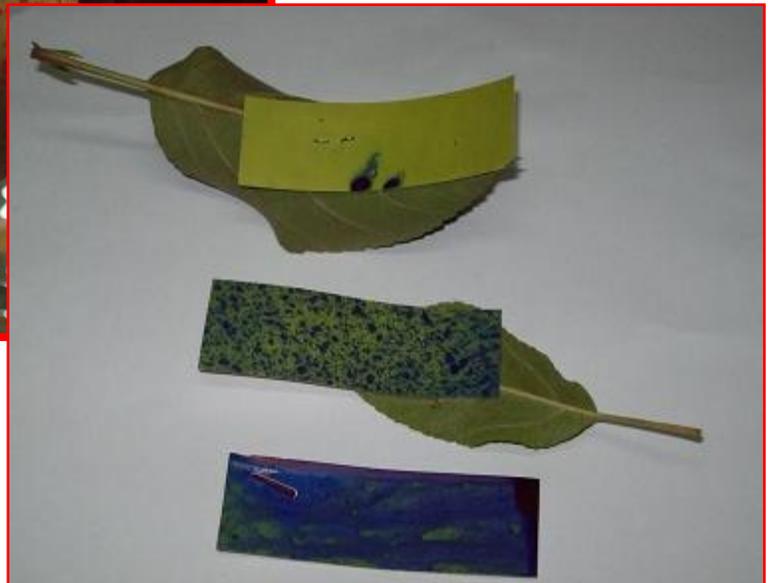


GUILLERMO  
LORCA



GUILLERMO  
LORCA

# TAMAÑO DE LA GOTA



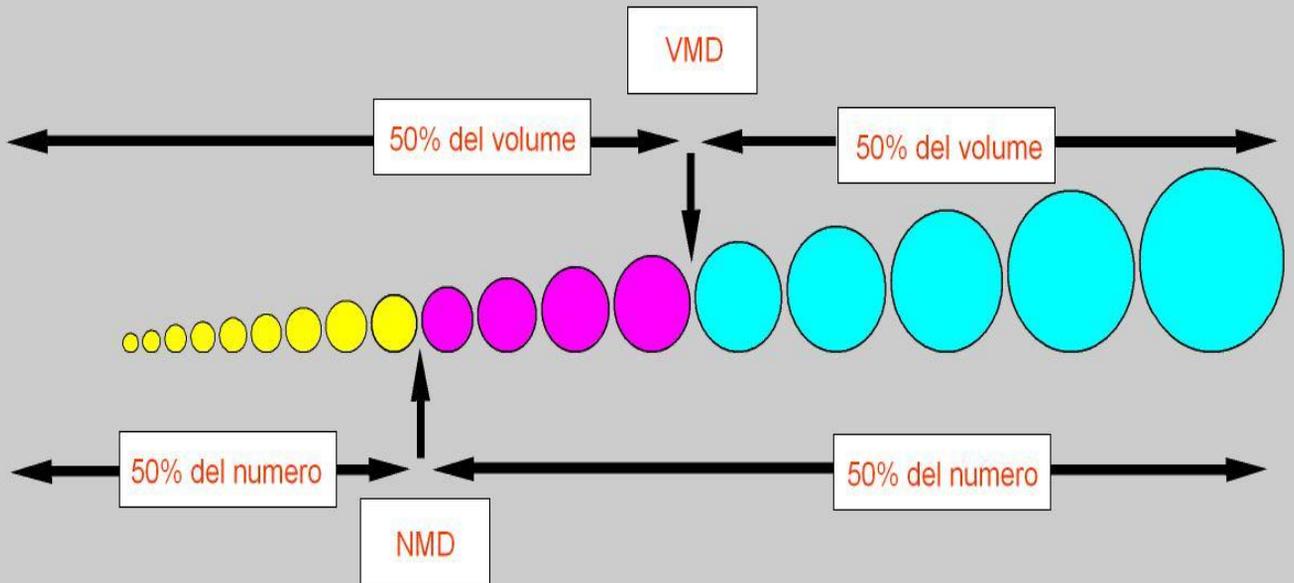
GUILLERMO  
LORCA

- TODA GOTA MENOR DE 140 MICRONES ES COMPLETAMENTE EVAPORADA ANTES DE SU DEPOSICIÓN (Erdal Ozkan, The Ohio University 2010)
- EL ESPECTRO DE GOTAS CON UN DIÁMETRO DE LA MEDIANA VOLUMÉTRICA (DMV) MENOR A 250 MICRONES DETERMINA APLICACIONES CON ELEVADO RIESGO (Citado por Hetz y Villalba 2010)

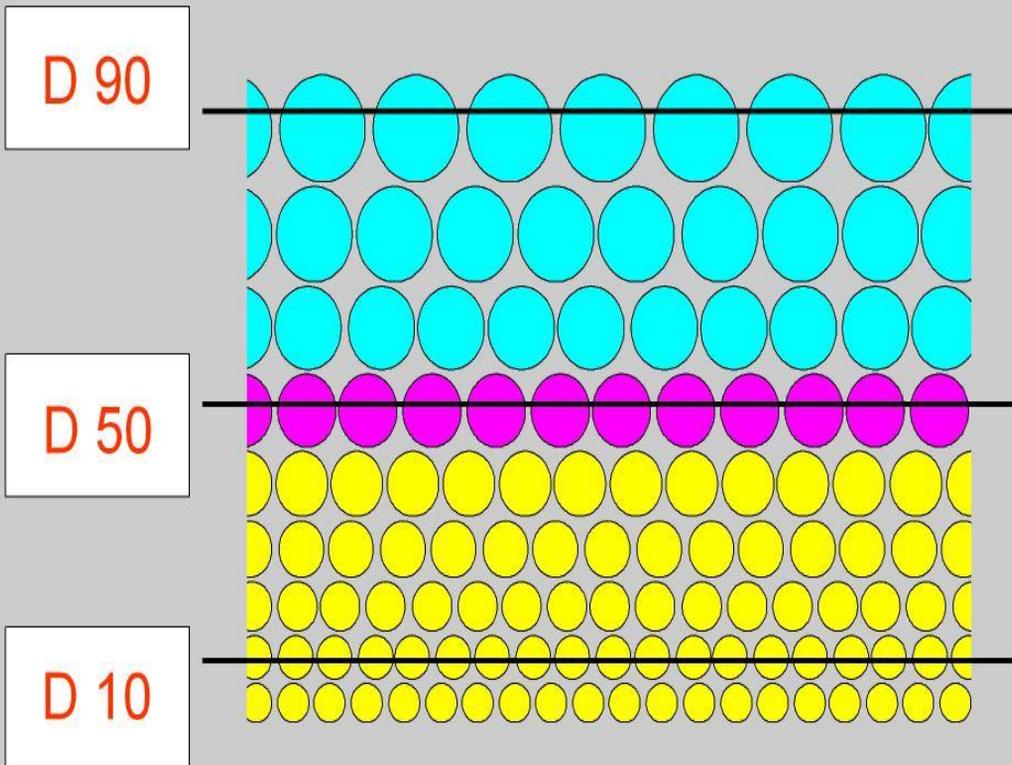
<b>CLASIFICACION DE GOTAS</b>	<b>SIMBOLO</b>	<b>COLOR</b>	<b>TAMAÑO APROXI (VMD) Micrones</b>
Muy Fina	VF	ROJO	Menor 100
Fina	F	NARANJO	100 - 175
Mediana	M	AMARILLO	175 - 250
Gruesa	C	AZUL	250 - 375
Muy Gruesa	VC	VERDE	375 - 450
Extremadamente Gruesa	XC	BLANCO	Mayor 450
<b>Norma ASAE S-572</b>			

GUILLERMO  
LORCA

# PRESION DE TRABAJO



# PRESION DE TRABAJO





## Boquilla Turbulencia Cono ATR





	NEGRO			AZUL		
	5 bar	10 bar	15 bar	5 bar	10 bar	15 bar
<b>D 10</b>	<b>50</b>	<b>38</b>	<b>30</b>	<b>59</b>	<b>40</b>	<b>31</b>
<b>D 50 VMD</b>	<b>151</b>	<b>127</b>	<b>102</b>	<b>207</b>	<b>150</b>	<b>114</b>
<b>D 90</b>	<b>385</b>	<b>320</b>	<b>290</b>	<b>493</b>	<b>411</b>	<b>323</b>

GUILLERMO  
LORCA

# **VOLUMEN DE APLICACIÓN (TRV)**

**(Magdalena, Di Prinzo, Byer, Cichon, etc)**

- Este método sigue el concepto de determinar el volumen por unidad de área ajustado a la característica del huerto frutal**
- Para su determinación se asume que la hilera de árboles es una caja con un volumen determinado y que cada metro<sup>3</sup> debe recibir 0,0937 litros**

$$D \text{ (L/HÁ)} = \frac{10.000 \times H \times E \times 0,0937 \times i}{A}$$

Donde:

**H = altura del árbol**

**E = ancho del árbol**

**i = índice de densidad foliar (0,7-1)**

**A = distancia entre hileras**

**Veamos un ejemplo**

Altura del árbol = 4,5 m

Ancho promedio = 2 m

Distancia entre hileras = 4 m

i = 1 ( huerto compacto)

$$D = \frac{10.000 \times 4,5 \times 2 \times 0,0937 \times 1}{4}$$

$$D \text{ (l/há)} = 2.108$$

# PODA DE VENTANA



GUILLERMO  
LORCA



GUILLERMO  
LORCA

# SIN PODA DE VENTANA



GUILLERMO  
LORCA

# CON PODA DE VENTANA



13.

GUILLERMO  
LORCA

# RESUMEN

- **CAPACITAR AL PERSONAL OPERATIVO**
- **REALIZAR RACIONALES PROGRAMAS DE MANTENCION DE LOS EQUIPOS**
- **NO AUMENTAR PRESION DE TRABAJO PARA MEJORAR LA PENETRACION Y ALCANCE A LAS PARTES ALTAS DEL ARBOL. EL FLUJO DE AIRE ES RESPONSABLE DE ESTE PROCESO.**
- **PARA AUMENTAR CAUDAL ES RECOMENDABLE CAMBIAR BOQUILLAS**
- **PRESIONES EXCESIVAS PROVOCAN GRAN CANTIDAD DE GOTAS PEQUEÑAS SUSCEPTIBLES A LA DERIVA**

- **BUSCAR CONDICIONES FAVORABLES DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y VELOCIDAD DEL VIENTO**
- **GOTAS MENORES DE 150 MICRONES NO RESULTAN RECOMENDABLES**
- **REVISAR CATALOGOS DE BOQUILLAS. NO DEPENDER DEL VENDEDOR**
- **CONSIDERAR PODA DE VENTANAS**
- **GOTAS ENTRE 150 y 400 MICRONES DE DIAMETRO**
- **PROPONER HOMOLOGACION DE EQUIPOS EN LO RELACIONADO A CAUDAL DE AIRE SUMINISTRADO**
- **QUE LOS TECNICOS SE INVOLUCREN EN MAYOR MEDIDA EN LAS APLICACIONES**



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

**Guillermo Lorca Beltrán**  
**Profesor Mecanización Agrícola**  
**Facultad de Agronomía**  
**P. Universidad Católica de Chile**

**[glorcabeltran@hotmail.com](mailto:glorcabeltran@hotmail.com)**

**09-8280536**

GUILLERMO  
LORCA