



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR

INGENIERO TÉCNICO AGRÍCOLA

ESPECIALIDAD EN HORTOFRUTICULTURA Y JARDINERÍA

MODALIDAD
MONOGRÁFICO

EVALUACIÓN DE INSTALACIONES PARA
TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS EN EXPLOTACIONES
DEL PONIENTE ALMERIENSE

ALUMNO
ANTONIO ORTEGA CARDONA

Almería, Octubre de 2013

DIRECTOR UAL:
Dr. JULIÁN SÁNCHEZ-HERMOSILLA LÓPEZ
DIRECTOR IFAPA:
Dña. M^a MILAGROS FERNÁNDEZ FERNÁNDEZ

AGRADECIMIENTOS:

A mis padres y hermanos por creer siempre en mí.

A M^a Rosa por soportarme y en especial a su nuevo ángel.

A todas las personas que han hecho posible culminar este trabajo.

Gracia a todos de corazón.



0. Índice

0.1 Índice

1. Interés del trabajo.....	Pag. 1
2. Objetivos.....	Pag. 3
3. Antecedentes.....	Pag. 4
3.1. Equipos de aplicación en invernadero.....	Pag. 4
3.1.1. Pulverizadores hidráulicos.....	Pag. 4
3.1.2. Cañón atomizador.....	Pag. 9
3.1.3. Sistemas de nebulización.....	Pag. 10
3.1.4. Espolvoreadores.....	Pag. 12
3.1.5. Posibilidad de automatización de los distintos equipos.....	Pag. 12
3.2. Riesgos para la salud y riesgos medioambientales.....	Pag. 13
3.3. Normativa Europea y Nacional.....	Pag. 17
3.4. Resultados de evaluaciones en Comunidades Autónomas.....	Pag. 21
4. Materiales y métodos.....	Pag. 23
4.1. Formulario y revisión de equipos.....	Pag. 23
4.2. Selección de las explotaciones.....	Pag. 24
4.3. Recogida de datos.....	Pag. 25
5. Resultados.....	Pag. 30
5.1. Caracterización de la instalación.....	Pag. 30
5.1.1. Superficie evaluada.....	Pag. 30
5.1.2. Tipo de equipo.....	Pag. 30
5.1.3. Antigüedad de los equipos.....	Pag. 30
5.1.4. Renovaciones de partes del equipo.....	Pag. 31
5.1.5. Marcado CE.....	Pag. 32
5.1.6. Instrucciones de la maquinaria.....	Pag. 32

5.2. Revisión	Pag. 33
5.2.1. Depósito	Pag. 34
5.2.2. Protección de los elementos de transmisión	Pag. 41
5.2.3. Bomba	Pag. 43
5.2.4. Manómetro	Pag. 44
5.2.5. Tuberías	Pag. 46
5.2.6. Boquillas	Pag. 48
5.2.7. Sistemas de medida, control y regulación	Pag. 49
5.2.7.1. Capacidad de la bomba.....	Pag. 50
5.2.8. Calibración	Pag. 51
5.2.8.1. Precisión del manómetro.....	Pag. 51
5.2.8.2. Equilibrio de presiones.....	Pag. 52
5.2.9. Filtros	Pag. 52
5.2.10. Estado general de la instalación	Pag. 54
5.2.11. Barra	Pag. 56
5.2.12. Agitación	Pag. 56
5.2.13. Distribución	Pag. 57
5.3. Señalización	Pag. 57
5.3.1. Invernadero	Pag. 58
5.3.2. Interior del almacén	Pag. 59
5.3.3. Puerta del almacén	Pag. 60
5.4. Pistolas y lanzas pulverizadoras	Pag. 61
6. Conclusiones	Pag. 62
7. Bibliografía	Pag. 63
8. Anexos	Pag. 65
Anexo. 1	Pag. 65

0.2 Índice de figuras

Figura 1. Observación de la superficie en Almería cubierta de plástico.....	Pag. 1
Figura 2.a Instalaciones fijas para tratamientos.....	Pag. 5
Figura 2.b Carretillas para tratamientos.....	Pag. 5
Figura 3. Pistola con gatillo y regulador.....	Pag. 6
Figura 4. Pistola con gatillo.....	Pag. 6
Figura 5. Pistola con regulador.....	Pag. 6
Figura 6. Boquilla de chorro cónico.....	Pag. 6
Figura 7. Lanza accionada por llave.....	Pag. 7
Figura 8. Lanza artesanal.....	Pag. 7
Figura 9. Filtro expulsión.....	Pag. 7
Figura 10. Filtro de lanza.....	Pag. 7
Figura 11. Lanza de 4 boquillas artesanal.....	Pag. 7
Figura 12. Diferentes modelos de carros manuales multiboquillas.....	Pag. 8
Figura 13. Diferentes tipos de boquillas.....	Pag. 9
Figura 14. Cañón atomizador con depósito.....	Pag. 10
Figura 15. Sistema de nebulización montado en invernadero.....	Pag. 10
Figura 16. Espolvoreados de mochila.....	Pag. 12
Figura 17. Fitorobot.....	Pag. 13

Figura 18. Evolución del uso del equipamiento de protección individual.....	Pag. 13
Figura 19. Esquema ciclo del suelo como regulador de fitosanitarios y fertilizante.....	Pag. 15
Figura 20. Sistema Phytobac.....	Pag. 16
Figura 21. Esquematización Phytobac.....	Pag. 16
Figura 22. Sistema Heliosec.....	Pag. 16
Figura 23. Esquematización Heliosec.....	Pag. 16
Figura 24. Depósito de sobrantes.....	Pag. 17
Figura 25. Plataforma de sensores.....	Pag. 24
Figura 26. Datalogger.....	Pag. 24
Figura 27. Zona de muestreo.....	Pag. 25
Figura 28. Tipos de equipos.....	Pag. 30
Figura 29. Maquinaria en mal estado.....	Pag. 31
Figura 30. Membrana agrietada.....	Pag. 31
Figura 31. Marcado CE en equipo.....	Pag. 32
Figura 32. Detalle de la placa CE.....	Pag. 32
Figura 33. Depósito con resguardo.....	Pag. 35
Figura 34. Depósito sin resguardo.....	Pag. 35
Figura 35. Material recogida derrames.....	Pag. 35
Figura 36. Filtro en buen estado.....	Pag. 36

Figura 37. Filtro en mal estado.....	Pag. 36
Figura 38. Indicador de nivel.....	Pag. 36
Figura 39. Depósito de obra.....	Pag. 36
Figura 40. Indicar de nivel casero (no homologado).....	Pag. 37
Figura 41. Depósito sin indicador de nivel.....	Pag. 37
Figura 42. Dispositivo compensación.....	Pag. 37
Figura 43. Tapadera hermética.....	Pag. 37
Figura 44. Tapadera cuba móvil.....	Pag. 38
Figura 45. Tapadera no solidaria.....	Pag. 38
Figura 46. Depósito sin tapadera.....	Pag. 38
Figura 47. Contenedor fitosanitarios.....	Pag. 39
Figura 48. Envases no almacenados.....	Pag. 39
Figura 49. Dispositivo de vaciado.....	Pag. 39
Figura 50. Depósito sin dispositivo de vaciado.....	Pag. 40
Figura 51. Vaciado directo al suelo... ..	Pag. 40
Figura 52. Depósito de agua limpia de 15L de volumen.....	Pag. 40
Figura 53. Punto de agua limpia.....	Pag. 40
Figura 54. Punto de agua para ducha de emergencia.....	Pag. 41
Figura 55. Mal estado del punto de agua.....	Pag. 41
Figura 56. Sin correa distribución altura.....	Pag. 41

Figura 57. Sin correa distribución.....	Pag. 41
Figura 58. Toma de fuerza.....	Pag. 42
Figura 59. Toma sin protección.....	Pag. 42
Figura 60. Toma de fuerza baja.....	Pag. 42
Figura 61. Protección toma de fuerza inadecuada.....	Pag. 42
Figura 62. Toma de fuerza sin protección.....	Pag. 43
Figura 63. Toma de fuerza protegida.....	Pag. 43
Figura 64. Defectos en las bombas.....	Pag. 43
Figura 65. Válvula de seguridad.....	Pag. 43
Figura 66. Fuga de producto.....	Pag. 43
Figura 67. Defectos en manómetros.....	Pag. 44
Figura 68. Manómetro adecuado.....	Pag. 44
Figura 69. Manómetro gran rango.....	Pag. 44
Figura 70. Manómetro escala imprecisa.....	Pag. 45
Figura 71. Manómetro inadecuado por escala y rango.....	Pag. 45
Figura 72. Regulador de presión con escala.....	Pag. 45
Figura 73. Ausencia de manómetro.....	Pag. 45
Figura 74. Manómetro buena visualización.....	Pag. 45
Figura 75. Manómetro mínimo diámetro.....	Pag. 46
Figura 76. Manómetro diámetro inferior.....	Pag. 46

Figura 77. Incidencias en tuberías.....	Pag. 46
Figura 78. Indicación indeleble en manguera.....	Pag. 47
Figura 79. Indicación partes fijas.....	Pag. 47
Figura 80. Indicación indeleble borrada del roce.....	Pag. 47
Figura 81. Ausencia de indicación.....	Pag. 47
Figura 82. Tubería protegida.....	Pag. 47
Figura 83. Tubería mal estado.....	Pag. 47
Figura 84. Tubería fija rozada.....	Pag. 48
Figura 85. Tubería flexible rota.....	Pag. 48
Figura 86. Tuberías mal posicionadas.....	Pag. 48
Figura 87. Tuberías mal colocadas.....	Pag. 48
Figura 88. Incidencias en boquillas.....	Pag. 48
Figura 89. Incorrecciones en los sistemas de medida, control y regulación.....	Pag. 49
Figura 90. Manómetro.....	Pag. 50
Figura 91. Palancas.....	Pag. 50
Figura 92. Sistema de medida con fugas.....	Pag. 50
Figura 93. Placa de características en bombas.....	Pag. 51
Figura 94. Fallos en la calibración.....	Pag. 51
Figura 95. Desviación del equilibrio de presiones.....	Pag. 52
Figura 96. Defectos en filtros.....	Pag. 52

Figura 97. Filtro en buen estado.....	Pag. 53
Figura 98. Filtro pistola Novi.....	Pag. 53
Figura 99. Filtro en mal estado.....	Pag. 53
Figura 100. Filtro con malla anti-trips.....	Pag. 53
Figura 101. Facilidad de limpieza de filtros.....	Pag. 54
Figura 102. Filtro en aspiración.....	Pag. 54
Figura 103. Lanza con filtro en impulsión.....	Pag. 54
Figura 104. Lanza con filtro en impulsión acoplado.....	Pag. 54
Figura 105. Restos tratamientos anteriores.....	Pag. 55
Figura 106. Equipo fijo en mal estado.....	Pag. 55
Figura 107. Exterior caseta del equipo.....	Pag. 55
Figura 108. Defectos en barras verticales.....	Pag. 56
Figura 109. Agitador neumático.....	Pag. 56
Figura 110. Agitador hidráulico.....	Pag. 56
Figura 111. Uniformidad en la aplicación.....	Pag. 57
Figura 112. Incumplimiento en la señalización.....	Pag. 57
Figura 113. Falta de señalización en los invernaderos.....	Pag. 58
Figura 114. Falta de señalización en el interior del almacén.....	Pag. 59
Figura 115. Instrucciones para emergencias.....	Pag. 59
Figura 116. Almacenamiento de fitosanitarios.....	Pag. 59

Figura 117. Falta de señalización en la puerta de entrada.....Pag. 60

Figura 118. Señalización en la puerta de entrada.....Pag. 60

Figura 119. Tipos de pistolas y lanzas pulverizadoras.....Pag. 61

0.3 Índice de tablas

Tabla 1. Superficies y porcentajes de estudio.....	Pag. 24
Tabla 2. Puntos a revisar por elemento.....	Pag. 29
Tabla 3. Porcentaje de maquinaria por antigüedad.....	Pag. 31
Tabla 4. Porcentaje de instalaciones que incumplen alguno de los puntos examinados por elemento y punto revisado defectuoso más frecuente en porcentaje por elemento.....	Pag. 33
Tabla 5. Porcentaje de instalaciones que incumplen alguno de los puntos examinados en el depósito.....	Pag. 34
Tabla 6. Incumplimientos en la limpieza.....	Pag. 55



1. Interés del trabajo

1. Interés del trabajo.

El sector agrícola en la provincia Almería ha experimentado un importante crecimiento, que solo se ha visto estancado en los últimos años, por la pérdida de rentabilidad de las explotaciones y el encarecimiento de los costes de producción. Actualmente la superficie de cultivo en Almería es de 45.836 ha (Cabrera y Uclés, 2011), de estas, la superficie bajo plástico (Fig.1), se sitúa en torno a 28.592 ha (MARM, 2010). Esto ha permitido que la provincia de Almería ocupe el primer lugar en la producción de hortalizas, alcanzando 2.814.860 tn en la campaña 2010/2011 (Cabrera y Uclés, 2011) situándose como una de las primeras provincias en la producción final agrícola.

El cultivo en invernadero modifica las condiciones ambientales en las que se desarrollara la planta, con el propósito de aumentar los rendimientos y adelantar los ciclos de producción, dando lugar a un entorno que se caracteriza por la escasa renovación del aire, humedad relativa elevada en invierno y escasa en verano, temperatura elevadas en verano y altas densidades de plantación; factores que favorecen el desarrollo de plagas y enfermedades en mayor medida que en cultivos al aire libre. Para evitar pérdidas irreparables en la producción se recurre a la protección de los cultivos con el empleo de productos fitosanitarios (Planas, 1994), estos productos en la provincia de Almería supusieron 53,45 Millones € en el año 2000 y bajando a los 41,51 Millones € en el año 2005 (Céspedes et al., 2009) motivado por que en estos últimos años se tiende a la introducción de métodos menos agresivos para el medio ambiente y la salud de los trabajadores, como es la lucha integrada y las aplicaciones de productos de baja peligrosidad.



Figura 1. Observación de la superficie en Almería cubierta de plástico.

El empleo de fitosanitarios sigue siendo la alternativa más utilizada para el control de plagas y enfermedades en los cultivos, requiriendo mejoras en la seguridad y eficacia de los sistemas de aplicación, de tal manera que se reduzcan los riesgos para la salud de las personas y para el medio ambiente originados por este tipo de productos. En este contexto resulta imprescindible realizar tratamientos optimizados desde el punto de vista técnico y agronómico. Entendiendo por tratamiento optimizado aquel que proporciona deposiciones cercanas al umbral de control de la plaga o enfermedad, uniformemente distribuidas en la masa vegetal, minimizando las pérdidas en el suelo y por deriva. En la optimización se deben tener en cuenta aspectos como: el equipo de tratamiento utilizado, tipo y orientación de las boquillas, volumen unitario de aplicación y la presión de trabajo. (Fernández et al., 2012).

La aplicación de productos fitosanitarios en los cultivos bajo invernadero se realizan actualmente mediante equipos y criterios de regulación que dan lugar a tratamientos de baja eficacia, caracterizados por importantes pérdidas de producto en el suelo y falta de uniformidad de la distribución (Garzón et al., 2000; Sánchez-Hermosilla et al., 2001).



2. Objetivos

2. Objetivos.

El objetivo principal del presente trabajo es tener una idea general de la situación actual de la maquinaria e instalaciones utilizadas para la aplicación de productos fitosanitarios en los invernaderos en el Poniente Almeriense, teniendo en cuenta lo establecido en la Norma UNE-EN 13790/1 según se indica en el Real Decreto 1311/2012, para la inspección técnica de los equipos de aplicación de fitosanitarios.

Para la consecución de este objetivo se ha realizado la evaluación de una muestra de 74 equipos de tratamientos de explotaciones localizadas en el Poniente de la provincia de Almería.



3. Antecedentes

3. Antecedentes.

3.1 Equipos de aplicación en invernadero.

El adecuado manejo de los productos fitosanitarios es una exigencia importante en el contexto de sostenibilidad en el que se sitúa actualmente la agricultura en los países desarrollados (Directiva 2009/128/CE). Para ello se proponen medidas destinadas a reducir el efecto de éstos sobre la salud humana y el medio ambiente, garantizando la protección necesaria de los cultivos.

Entre estas medidas destacan las dirigidas al correcto manejo de la maquinaria para la aplicación de productos fitosanitarios, que debe encontrarse en adecuado estado de funcionamiento y someterse a revisión y calibrado periódicos (Fernández et al., 2012).

El equipo de tratamientos es el elemento que realiza la distribución de los fitosanitarios sobre las plantas y es responsable, en parte de la homogeneidad y eficiencia del tratamiento. Otro elemento que interviene en la eficiencia del tratamiento es la destreza del operario, al ser aplicaciones manuales en su mayoría, en las cuales el factor operacional tiene un papel relevante en los resultados así como de la peligrosidad del tratamiento desde un punto de vista medioambiental y de los riesgos para la salud del personal.

Por la tendencia y su uso frecuente nos centraremos en los pulverizadores y dentro de ellos definiremos dos grupos por su frecuente utilización en los invernaderos de Almería, los pulverizadores hidráulicos y los pulverizadores hidroneumáticos o atomizadores.

3.1.1 Pulverizadores hidráulicos.

Pistolas y lanzas pulverizadoras

Las pistolas y las lanzas pulverizadoras se conectan a una instalación fija de pulverización o a una carretilla pulverizadora. Trabajan a altas presiones (20-40 bar) y en la mayoría de los casos la persona encargada de realizar la aplicación es asistida por

un operario para manejar la manguera. Por lo tanto, debe tenerse en cuenta que, en muchos casos, mediante esta técnica son dos o más las personas expuestas a productos fitosanitarios.

Se trata de equipos de bajo coste, fácil mantenimiento, versátiles y adecuados para controlar problemas fitosanitarios puntuales y localizados. Sin embargo, los tratamientos realizados con estos equipos, se caracterizan por su baja eficiencia, debido a las elevadas pérdidas de producto en el suelo y a la falta de uniformidad.

La instalación fija usada con frecuencia en Almería como se muestra en la Fig. 2.a, consta de motor eléctrico, por lo general, unido a un sistema de impulsión por bomba, este sistema conduce el caldo desde un depósito hasta el invernadero mediante un sistema de conducciones. Estas conducciones tienen puntos de conexión para mangueras, en las que se acoplan las pistolas, lanzas pulverizadoras y barras verticales arrastradas.



Figura 2.a. Instalación fija para tratamientos **Figura 2.b.** Caretillas para tratamientos

También se utilizan carretillas móviles para tratamientos (Fig. 2.b), con depósitos de 50 a 100 litros y una motobomba, que están muy adaptadas a las condiciones de los invernaderos. Tienen una capacidad de trabajo superior a equipos manuales como mochilas de espalda (García, 1996).



Figura 3. Pistola con gatillo y regulador



Figura 4. Pistola con gatillo



Figura 5. Pistola con regulador



Figura 6. Boquilla de chorro cónico

La pistola (Fig. 3, 4 y 5) puede ser uno de los dispositivos finales que se acciona con una palanca que hace las veces de gatillo (Fig. 3 y 4). Tiene un regulador que permite el desaguado de más o menos caudal, lo que influye en la formación de las gotas, y generalmente están provistas de una sola boquilla cónica (Fig. 6). En cambio, una lanza, por lo general, tienen varias salidas y pulveriza mediante el accionamiento de una palanca o llave (Fig. 7), en ocasiones traen filtros de expulsión (Fig. 9) incorporados para retener posibles impurezas que puedan obturar la boquilla y con poca frecuencia se instalan filtros de mayor capacidad de retención a la entrada de la lanza (Fig. 10). Además existen diferentes tipos de lanzas fabricadas artesanalmente (Fig. 8 y 11) y de las cuales no se tienen referencias de sus características (consumo según presión, impactos/cm², % de superficie cubierta, homogeneidad, etc.)



Figura 7. Lanza accionada por llave



Figura 8. Lanza artesanal



Figura 9. Filtro expulsión



Figura 10. Filtro de lanza



Figura 11. Lanza de 4 boquillas artesanal

Equipos dotados de barras verticales

Se trata de equipos pulverizadores dotados de barras verticales en las que se insertan varias boquillas. Dentro de esta categoría se encuentran distintos modelos de carros manuales multiboquillas (Fig.12) que se desplazan entre líneas de cultivo y que pueden

ser conectados, bien a la instalación fija de pulverización o bien a una carretilla pulverizadora. Trabajan a presiones en torno a 10 bar, que se regula mediante un manómetro. Estas barras verticales tienen separación ajustable al ancho de calle.



Figura 12. Diferentes modelos de carros manuales multiboquillas

Boquillas

Las boquillas son los elementos encargados de la formación de las gotas. Esta población de gotas está definida por la forma, el tamaño y el ángulo de proyección, así como por la presión de trabajo. Los tipos de boquillas más empleados en los equipos de tratamiento en invernadero son las de chorro cónico y las boquillas de chorro plano o abanico.

A continuación se describe el funcionamiento de cada una de ella (Márquez, 2002):

- Boquillas cónicas:

Estas boquillas dividen el líquido al convertir su propia energía potencial bajo presión en velocidad, por variaciones bruscas de sección y de dirección. Este movimiento en forma de torbellino lo provoca una cámara helicoidal con una hélice giratoria y un orificio calibrado en la placa de salida a la atmósfera. El propio movimiento helicoidal que toma el líquido en la boquilla se mantiene en el chorro de pulverización, dando lugar a un chorro de cono hueco (Fig. 13.a) con sus gotas finas y en más cantidad en el exterior, y muy pocas gotas en el interior. En las boquillas de cono lleno (Fig. 13.b), en la parte interior del chorro se mantiene una pulverización abundante.

Este tipo de boquilla se caracteriza por tener un tamaño de gotas muy variable, con la mayoría de sus gotas finas o muy finas, por eso son recomendadas cuando se busca mucha penetración y mucha superficie cubierta.

- De chorro plano o abanico:

El orificio de salida no es circular, sino alargado en forma de hendidura. La pulverización se consigue por el choque de dos láminas convergentes en las proximidades de la hendidura. El chorro de pulverización es muy estrecho (Fig. 13.c), con forma de pincel y un ángulo de salida entre 60° y 120°, con gotas más gruesas en los extremos del abanico. Algunos fabricantes ofrecen boquillas de doble salida, lo que dan lugar a dos chorros planos idénticos. Aunque presenten un tamaño medio de gotas, poseen una buena penetración y una alta uniformidad de distribución.



Figura 13. Diferentes tipos de boquillas

3.1.2 Cañón atomizador.

Se trata de un equipo dotado de una tobera en cuyo extremo se colocan las boquillas pulverizadoras. Por la tobera circula una corriente de aire a alta velocidad que transporta a la masa vegetal las gotas de líquido fitosanitario formadas en las boquillas del cañón atomizador (Fig. 14). En los invernaderos estos equipos circulan por el pasillo central distribuyendo el caldo hacia ambos lados alternativamente. También pueden trabajar desde el exterior, abriendo las ventanas laterales del invernadero.

Estos equipos se han utilizado mucho debido al ahorro de tiempo que supone su uso, aunque hoy día tiene una escasa utilización. Hay estudios, que demuestran que son menos eficaces que las pistolas al trabajar en cultivos tutorados de alta densidad de

vegetación, por la poca uniformidad longitudinal y transversal y las elevadas pérdidas al suelo (Garzón et al., 2000).



Figura 14. Cañón atomizador con depósito

3.1.3 Sistemas de nebulización.

Los sistemas de nebulización (Fig.15) se diseñan y utilizan normalmente para el control climático en el interior del invernadero. Además se utilizan como equipos para distribuir productos fitosanitarios, contando con las siguientes ventajas: eliminan el riesgo de exposición del operario al no requerir su presencia en el interior del invernadero y permiten la automatización de las aplicaciones.

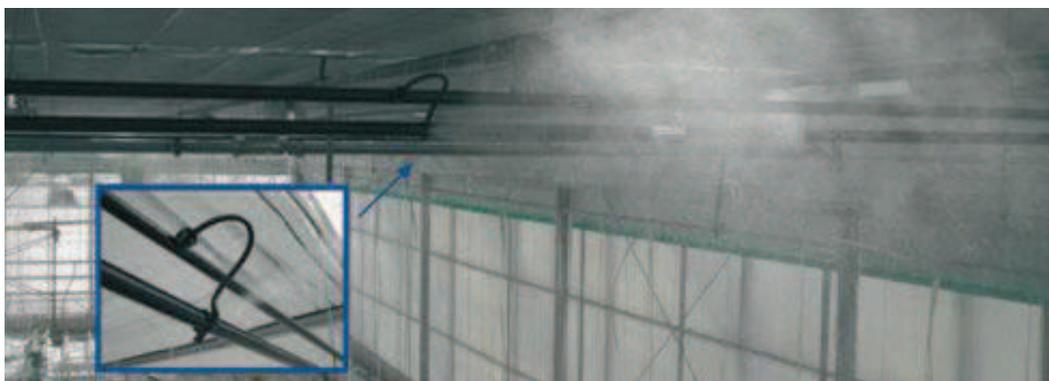


Figura 15. Sistema de nebulización montado en invernadero

Existen tres tipos distintos de sistemas de nebulización:

- Nebulización de alta presión:

Utilizan boquillas de alta presión con agua muy filtrada a una presión de 40-60 bar. El 95% de las gotas dispersadas son menores de 20 μm de diámetro. Por su reducido peso las gotas tienen una lenta caída, permaneciendo tiempo en el aire para evaporarse sin tocar el cultivo (Montero et al. 2003).

Se instala una boquilla por cada 6-8 m^2 de invernadero y su caudal varía según la presión, aunque suele ser de aproximadamente 5 L/h. Su funcionamiento requiere de tuberías de acero galvanizado por las elevadas presiones y un sistema para proporcionar esas altas presiones, lo que supone una gran inversión.

- Sistemas de baja presión:

Sistemas que utilizan agua a baja presión, entre 3-6 bar. En las boquillas se producen gotas de mayor tamaño que en la nebulización de alta presión, por ello la evaporación es inferior llegando a mojar la planta y el consumo de agua mayor, pero la ventaja es el poder utilizar aguas de peor calidad y tuberías de polietileno para el sistema de distribución.

- Sistema de aire-agua:

Sistema en el que la nebulización es ocasionada por aire a alta presión que rompe las gotas de agua, estos dos elementos viajan por redes de tuberías diferentes distribuidas por el interior del invernadero, se unen tanto en el interior como el exterior de boquillas, en las que se mezclan el aire a 2- 8 bar con agua a 2-6 bar. Existen varios tipos de boquillas que mezclen agua y aire a alta presión, las de mejor calidad son las ultrasónicas que producen gotas con tamaño igual o menor a 10 μm . La instalación es más económica que la de alta presión por no trabajar a presiones tan elevadas y al tener orificios de boquilla mayores no se bloquean tan fácilmente.

3.1.4 Espolvoreadores.

Los espolvoreadores (Fig. 16) son los equipos de aplicación más antiguos utilizados en la lucha contra plagas, que presenta como ventajas respecto a las aplicaciones líquidas, la rápida eficacia, mayor uniformidad y fácil penetración. Sus inconvenientes, son el alto riesgo de deriva y su dificultad para establecer las dosis de aplicación.



Figura 16. Espolvoreador de mochila

3.1.5 Posibilidades de automatización de los distintos equipos.

En los últimos años se han desarrollado equipos que permiten realizar las aplicaciones de forma autónoma. Se trata de prototipos de robot que en los primeros ensayos realizados están proporcionando unos resultados satisfactorios.

Uno de ellos el denominado Boom Track, que consiste en una barra pulverizadora que se desplaza entre las líneas de cultivo por los raíles colocados en la parte superior del invernadero, a una altura aproximadamente de 3 m. Este equipo presenta como principales inconvenientes el sombreado que originan los raíles y la estructura que los sustenta, además de requerir el invernadero de una estructura más resistente.

Otro es el Fitorobot® (Fig. 17), consistente en un vehículo autónomo que está dotado de un sistema sensorial que reconoce el entorno para detectar los obstáculos y definir la ruta de trabajo. Se desplaza entre las líneas de cultivo portando dos barras pulverizadoras verticales con 8 boquillas separadas a 50 cm, cuenta con motor hidráulico y bomba pulverizadora para ofrecer tratamientos a 15 bar de presión y un depósito para el caldo fitosanitario de 300 L (Cadia Ingeniería, 2009).



Figura 17. Fitorobot

3.2 Riesgos para la salud y riesgos medioambientales.

Los riesgos de exposición de los aplicadores, se ven incrementados en los invernaderos por la frecuencia con la que se realizan los tratamientos y las condiciones ambientales existentes. Por término medio se realizan unas 22 aplicaciones por ciclo de cultivo (ECPA, 2005). En este sentido, es muy importante la utilización de equipos de protección individual, cuyo uso se ha extendido en los últimos años, como puede observarse en la Fig. 18.

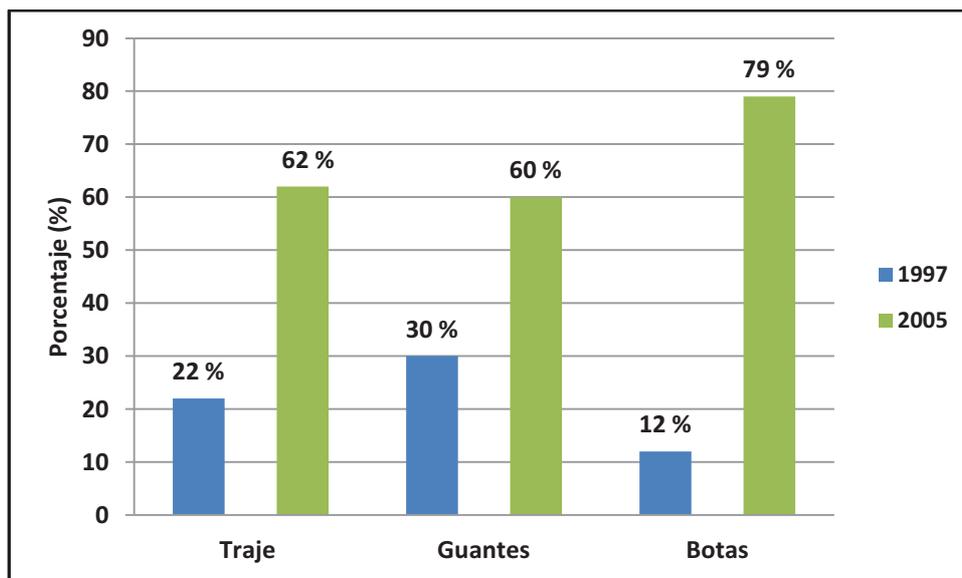


Figura 18. Evolución del uso del equipamiento de protección individual. (Sánchez-Hermosilla et al., 1997 y ECPA, 2005)

Tsakirakis et al. (2010), analizaron la exposición del operario al emplear una pistola de 4 boquillas (Novi-Fam S.L.) y la compararon con ensayos realizados previamente con una pistola tradicional. Realizaron los tratamientos con dos tipos de traje protector, uno de algodón/poliéster al 50% de 215 g/m² (Hydrofoil ®) y otro 100% algodón de 287 g/m². Vieron que con el primero se reducía 6 veces la exposición dérmica real, y la penetración era 3,5 veces menor. También aclaran que la exposición real con la pistola de 4 boquillas es 30 veces mayor que la producida con pistola convencional.

El equipo de aplicación empleado, así como una correcta utilización del mismo es importante. En este sentido, Nuyttens et al. (2009) estudian, la exposición a la que se someten los operarios realizando aplicaciones con diferentes equipos. Tomando como referencia la exposición obtenida para una pistola pulverizadora (100%), se observó como con la lanza desplazada en el sentido de la aplicación la exposición fue 2,5 veces superior. Sin embargo, la misma lanza desplazada en el sentido contrario a la aplicación reducía, aproximadamente 7 veces la cantidad de caldo recibida por el operario. Los menores riesgos de exposición se obtuvieron con la utilización de un carro manual equipado con 2 barras verticales y con un equipo autopropulsado. En estos casos la cantidad de caldo recibida por el operario se redujo en 20 veces para la barra vertical y de 60 veces en el pulverizador autopropulsado respectivamente.

Cerruto et al. (2008), analizaron la exposición del operario empleando pistolas hidráulicas tipo lanza en invernadero. Llevaron a cabo aplicaciones a dos volúmenes diferentes en las que el operario se desplazaba en dos direcciones. En el primero aplicaron un volumen de 1000 L/ha y en el segundo 1500 L/ha. En ambos casos las aplicaciones realizadas caminando hacia delante obtienen exposiciones más altas en comparación a las realizadas caminando hacia atrás, 4,1 y 8,6 veces mayor en el primer y en el segundo ensayo respectivamente. En las extremidades inferiores se encontraron mayores tasas de exposición.

Estos resultados dejan de manifiesto la importancia de utilizar adecuadamente el equipo, así como la ventaja que supone el empleo de una barra pulverizadora vertical que se desplace entre las líneas de cultivo, a la hora de reducir los riesgos de exposición.

Por otro lado, un mal uso de los fitosanitarios origina importantes problemas en el medio ambiente, entre los que se pueden destacar los mencionados en la Fig. 19:

- Alteración del equilibrio biológico: pueden actuar sobre insectos depredadores y alterar el equilibrio natural, favoreciendo la aparición de nuevas plagas, resurgir de otras y la aparición de resistencias.
- Daños a la fauna terrestre o acuícola: pueden resultar tóxicos para aves, animales y peces que vivan en el lugar de la aplicación o en lugares próximos a éstos.
- Aparición de fitotoxicidades: alteraciones en plantas causadas por fitosanitarios y que pueden ser debidas a muchos factores, como el empleo de productos no autorizados para un cultivo o aplicar dosis por encima de las recomendadas.
- Contaminación de zonas próximas: los fitosanitarios que se aplican en una zona determinada, pueden llegar a afectar a otras muy alejadas de ésta. La difusión se puede producir por dos vías: el aire, que se lleva las partículas de fitosanitario en suspensión por la acción del viento, y el agua, que puede llevarse el fitosanitario disuelto y depositarlo en otras zonas en forma de lluvia, o de agua de riego que se filtra en el suelo y llega a zonas alejadas de la zona de aplicación.

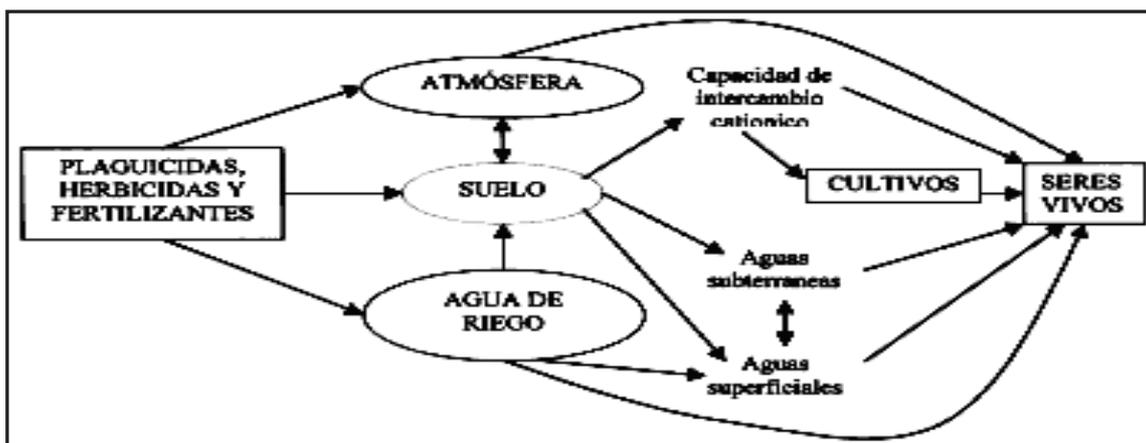


Figura 19. Esquema ciclo del suelo como regulador de fitosanitarios y fertilizantes (Pérez, 2000)

Según Cano (2012), 1cc de restos de caldo de tratamientos fitosanitarios podría llegar a contaminar 50000 L de agua. Con aplicaciones de 2000 L se pueden llegar a generar unos 120 L de residuos procedentes de sobrantes y lavados. Por la cantidad de residuos generados se estableció mediante el RD 1311/2012 del 14 de septiembre de 2012 según su artículo 39, que se eliminen de forma conveniente los restos y residuos de fitosanitarios procedentes de la limpieza de los equipos de tratamiento.

Como consecuencia de ello han surgido diferentes sistemas para la gestión de los residuos de fitosanitarios, entre ellos encontramos:

- Phytobac[®]: sistema de degradación de fitosanitarios (Fig. 20), se basa en el potencial descontaminante del suelo como consecuencia de la actividad de los microorganismos que contiene (Fig. 21), se degradan los efluentes en zonas confinadas sin liberarse al medio ambiente.



Figura 20. Sistema Phytobac

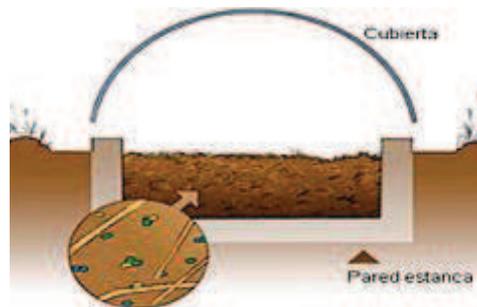


Figura 21. Esquematización Phytobac

- Heliosec[®]: sistema de gestión de aguas sobrantes y limpieza de los equipos (Fig. 22), con una gestión anual de residuos tras ser deshidratados, mediante la acción de la temperatura obtenida del sol y por acción del viento (Fig. 23).



Figura 22. Sistema Heliosec.

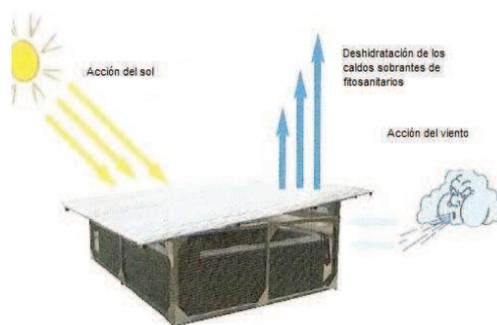


Figura 23. Esquematización Heliosec.

- Depósitos de sobrantes (Fig.24): sistemas fabricados por los agricultores donde se pretende hacer acopio de los restos de caldo, para la posterior recogida por gestores autorizados.



Figura 24. Depósito de sobrantes.

También en el RD 1311/2012, de 14 de septiembre se contempla la gestión de los envases. Los envasadores y distribuidores están obligados a poner en el mercado los productos fitosanitarios a través de un sistema de depósito, devolución y retorno (SDDR) o de un Sistema Integrado de Gestión (SIG), la opción mayoritaria en España es Sigfito Agroenvases, S.L. (www.sigfito.es), creado por la industria fitosanitaria.

El agricultor tiene su parte de responsabilidad en la gestión de estos residuos, para cumplir con su obligación, bastará con entregarlos triplemente aclarados en los puntos de recogida habilitados para tal efecto, con las excepciones de los dispositivos que no lo hagan necesario. Los envases vacíos se guardarán en una bolsa almacenada hasta el momento de su traslado al punto de recogida.

3.3 Normativa Europea y Nacional.

Antes de proceder al estudio, es preciso conocer el marco legal existente, explicando la legislación española y europea en lo referente al estudio.

- **Ley 43/2002, de 20 de noviembre de 2002, de sanidad vegetal:**

Considerar la evolución en la sociedad en respecto a la seguridad de los alimentos, salud laboral y medio ambiente, contemplando los medios en lucha contra plagas en

especial con productos fitosanitarios, que garanticen su manipulado y aplicación sin efectos perjudiciales en la salud humana y medio ambiente.

- **Directiva 2009/127/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de Octubre de 2009, modifica la **Directiva 2006/42/CE** respecto a la maquinaria agrícola para las aplicaciones de plaguicidas.

Directiva marco aplicada a plaguicidas fitosanitarios, así se limita a las máquinas para tal aplicación, ya sean las remolcadas, instalada en vehículos y las autopropulsadas, así como máquinas estáticas, tanto de uso profesional como no profesional, incluyendo las portátiles motorizadas o de funcionamiento manual provistas de cámara de presión.

Se introducen requisitos en la inspección a efectuar en el diseño, construcción y mantenimiento de máquinas para aplicación de plaguicidas.

Con esta norma se introduce la protección del medio ambiente en la fase de diseño y fabricación de las máquinas para la aplicación de plaguicidas. Los requisitos para la salud y seguridad de personas, animales y bienes están cubiertos en la Directiva 2006/42/CE.

- **Directiva 2009/128/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de Octubre de 2009, por el que se establece el marco de la actuación comunitaria para un uso sostenible de los plaguicidas.

Se intenta conseguir el uso sostenible de los plaguicidas mediante reducción del riesgo y efectos del uso de plaguicidas en la salud humana y el medio ambiente, y con un fomento de la gestión integrada de plagas y alternativas a los plaguicidas.

Se intercambia información entre estados miembros con objeto de alcanzar los objetivos planteados en la directiva, con la solicitud de informes a los estados miembros y sobre los resultados y experiencias. Los estados crearán sistemas de formación, asesores y usuarios profesionales de plaguicidas, además de sistemas de

certificación que acrediten la formación de los riesgos en la salud y el medio ambiente.

En la venta de plaguicidas se debe dar el asesoramiento pertinente en lo referente a salud y medio ambiente, en su manipulado y almacenamiento así como en la eliminación de envases.

Normas de comercialización de la maquinaria de aplicación que garantiza el cumplimiento de requisitos ambientales reduciendo los efectos sobre la salud humana y medio ambiente, **estableciendo inspecciones técnicas periódicas de los equipos en uso.** Los estados describirán en sus planes de acción la forma de garantizar la aplicación de estos requisitos.

Medir los avances en la reducción de riesgos y efectos negativos derivados del uso de plaguicidas.

- **Real Decreto 1702/2011, de 18 de noviembre de 2011, de inspecciones periódicas de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios.**

La correcta aplicación de productos fitosanitarios requiere la distribución homogénea del producto, con las dosis autorizadas y recomendadas, evitando efectos nocivos o perjudiciales en la salud humana y el medio ambiente. La deficiente regulación de los equipos o máquinas de aplicación puede dar lugar a distribuciones anómalas y la presencia de desperfectos, averías o desajustes pueden originar fugas o vertidos de producto en lugares inadecuados. Se pretende garantizar que los medios de defensa fitosanitaria reúnan todas las condiciones necesarias y establecer los requisitos que deben cumplir estos medios, en lo que se refiere a los equipos de aplicación de plaguicidas sus requisitos de mantenimiento y puesta a punto de dichos equipos, a los controles oficiales para verificar el cumplimiento de dichas disposiciones y a los instrumentos de apoyo necesarios para la realización de las correspondientes inspecciones.

Con el fin de que las inspecciones sean desarrolladas por personal con la formación suficiente para ejercer sus responsabilidades, es necesario que tanto los directores

como los inspectores de las estaciones de ensayo dispongan de un nivel académico previo vinculado a las funciones que han de desarrollar.

En el caso de los directores, entre sus responsabilidades se encuentran, entre otras, el control de calidad de la inspección, calibración de equipos, formación de inspectores, y asesoramiento de la idoneidad y de la regulación del equipo para cada tratamiento fitosanitario. Los inspectores, tendrán entre sus competencias, la revisión directa de los equipos, su tipificación, recomendaciones de uso y aplicación de los procedimientos de inspección.

- **Real Decreto 1311/2012, de 14 de septiembre de 2012, establece el marco de actuación para conseguir el uso sostenible de los productos fitosanitarios.**

Este Real Decreto (RD) que establece un marco para un uso sostenible de los fitosanitarios. Esta norma viene a transponer la Directiva comunitaria 2009/128/CE cuyo objetivo es establecer un marco para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas mediante la reducción de los riesgos, y a través del fomento de la gestión integrada de plagas. El RD incluye medidas y obligaciones para el sector productor y de la distribución de productos fitosanitarios, así como para los agricultores y otros usuarios profesionales.

Este RD obliga a la gestión integrada de plagas a partir de 2014. Se establecen una serie de prácticas y principios para la gestión de las plagas y enfermedades de las plantas.

El RD obliga que cada explotación agrícola cuente con un cuaderno de explotación, que será un registro actualizado de los tratamientos fitosanitarios.

El RD establece que los usuarios profesionales y vendedores de productos fitosanitarios deben poseer el carné de nivel cualificado adecuado a su desempeño.

El RD crea el Registro Oficial de Productores y Operadores (ROPO), en el que se integrarán todos los datos del Registro de Establecimiento y Servicio de Plaguicidas.

3.4 Resultados de evaluaciones en Comunidades Autónomas.

Algunas comunidades autónomas cuentan ya con sistemas de inspección de equipos de aplicación de fitosanitarios, que se practican de diferente forma según la entidad encargada de realizar estas inspecciones, entre otras serán las propias comunidades autónomas, universidades, centros de investigación y/o empresas privadas.

Se muestran algunos resultados de evaluaciones de equipos pulverizadores llevadas a cabo por diferentes comunidades autónomas del país.

Valencia:

La Consejería de Agricultura Pesca y Alimentación, en colaboración con el Departamento de Mecanización y Tecnología Agraria de la Universidad Politécnica de Valencia ofrecen el servicio de inspección de equipos para tratamientos fitosanitarios.

Los equipos que trabajan en la Comunidad de Valencia presentan, en general, serias deficiencias de mantenimiento. En la mayoría de los casos se ha observado que el manómetro resulta poco fiable, mientras que la bomba tiene problemas en su funcionamiento debido a fugas de agua, pistones desgastados, aceite contaminado, etc. Esto es la causa principal de que la cantidad de caldo pulverizado sea casi siempre mucho mayor al deseado. Además, hay un gran riesgo para la salud de los agricultores, ya que los equipos que trabajan carecen de las protecciones de seguridad necesarias para evitar accidentes.

El certificado ofrecido tras la inspección es un informe técnico detallado del estado del equipo en el momento del ensayo, así como una serie de recomendaciones que contribuirán a mejorar las prestaciones.

(Orti, 2004)

La Rioja:

Mediante convenio entre la Comunidad de La Rioja, la Asociación Riojana de los Agricultores y Ganaderos y la Sociedad Cooperativa El Cierzo y AIMCRA, en el año 2005 se desarrolló el plan piloto de producción integrada conforme a la norma UNE-EN

13790/. El objetivo era la inspección y evaluación de la maquinaria utilizada en productores de remolacha azucarera inscritos en producción integrada.

Los resultados dieron equipos no aptos por tres motivos principales: compensación de presiones, boquillas deterioradas y falta de seguridad para operarios.

(Omaña, 2009)

Huesca:

En la Comarca del Somontano de Barbastro (Huesca) se realizaron revisiones en colaboración del Área de Desarrollo y Comercialización de la Diputación Provincial de Huesca y del Consejo Regulador de la Denominación de Origen Vinos del Somontano. Su objetivo fue mostrar la visión de la situación de los equipos de aplicación de productos fitosanitarios.

La conclusión del estudio fue la siguiente: tratándose de equipos modernos por su fecha de compra su estado de conservación no era el óptimo, presentando deficiencias en los elementos de protección en más del 50% de los equipos revisados, además de la presión y el caudal incorrecto en más del 50% de las instalaciones. En filtros y manómetros estaban en mal estado en la mayoría de las instalaciones y solamente se encontraron en buenas condiciones en la mayoría de las instalaciones las conducciones y los depósitos de caldo de fitosanitarios.



4. Materiales y métodos

4. Materiales y métodos.

Se han realizado un total de 74 evaluaciones de los equipos utilizados en el Poniente Almeriense, siguiendo lo establecido en la Norma UNE-EN 13790/1 de mayo de 2003. La inspección tiene en cuenta las características originales, la utilización, el cuidado y el mantenimiento de los equipos. Esta norma establece los requisitos y métodos para la inspección de pulverizadores. La inspección de los equipos de aplicación de fitosanitarios debe cubrir todos los aspectos importantes para conseguir un elevado nivel de seguridad y protección de la salud humana y del medio ambiente. Se debe asegurar la plena eficacia de la aplicación mediante el correcto funcionamiento de los dispositivos y la buena ejecución de las funciones del equipo, en lo referente a la seguridad en los tratamientos fitosanitarios.

Para la realización del trabajo se ha elaborado un formulario en el que se recogen los puntos que se van a inspeccionar en campo. Este formulario (Anexo I) se ha cumplimentado durante las visitas realizadas a las explotaciones evaluadas.

4.1 Formulario y revisión de equipos.

Se ha elaborado un formulario con los puntos que la Norma UNE-EN 13790/1 determina que son objeto a revisar en la inspección de los equipos de aplicación de fitosanitarios.

Para la medida de presión y caudal indicados en la Norma UNE-EN 13790/1 se utiliza una plataforma (Fig. 25) sobre la que se ha montado en serie un caudalímetro (ORION Visual Flow, ARAG s.r.l., Reggio Emilia, Italy) y un sensor de presión (ARAG s.r.l., Reggio Emilia, Italy) además de varios racores (machones, tuercas hexagonales, juntas abrazaderas, mangueras de fumigación, etc) para la instalación de los sistemas de medida. Los datos se registran en un datalogger (Fig. 26) (Monarch Instrument– NH – USA).



Figura 25. Plataforma de sensores



Figura 26. Datalogger

4.2. Selección de las explotaciones.

Para realizar el estudio ha sido necesario contar con un número suficiente de explotaciones representativas de la zona en estudio (Fig. 27) a fin de obtener resultados fiables. Se ha cubierto un total de 181 ha, lo que supone aproximadamente un 1% de la superficie invernada en la comarca del Poniente, constituida por 9 municipios (descartando Enix y Felix por su escasa superficie invernada), en los que se concentra una superficie invernada de 18.337 ha (Tabla.1), que corresponde al 63,2% de la superficie total invernada en Almería (Céspedes et al., 2009).

Tabla 1. Superficies y porcentajes de estudio

Población	Superficie invernada (ha)	Superficie estudiada (ha)	% estudiada
Adra	940	4,5	0,48
Berja	1.070	4,5	0,42
Dalias	270	3,85	1,43
Ejido, El	11.210	95,38	0,85
Mojonera, La	1.230	24	1,92
Roquetas de Mar	1.810	15,43	0,85
Vicar	1.790	33,44	1,87
Total de superficie	18.337	181	0.99



Figura 27. Zona de muestreo

4.3 Recogida de datos.

Para la recogida de la información del formulario se concertaba una cita con el propietario o el técnico de la explotación, tras explicarle los motivos del estudio. Una vez se contaba con la conformidad para poder hacer la inspección, se revisaban todos los equipos que hubiera en la explotación, ya que hay explotaciones compuestas por varios invernaderos que disponen de varios equipos de tratamientos. En las visitas se recogen los datos indicados a continuación, todos ellos incluidos en el formulario elaborado:

- Marcado CE de la maquinaria.
Verificación por inspección visual.
- Descripción de la maquinaria (marca, tipo, nº de serie, etc.).
Verificación por inspección visual.
- Protecciones en elementos de transmisión de potencia: no ha de existir la posibilidad de poder entrar en contacto con ninguno de los elementos móviles del sistema, mediante resguardo de las poleas y correas del motor eléctrico.
Verificación por inspección visual.

- Limpieza interna y externa: el sistema nunca debe quedar con restos de caldo sobrante.

Verificación por inspección visual y ensayo de funcionamiento.

- Depósito: presencia de indicador de nivel, presencia de filtro en el orificio de llenado, presencia de elemento de compensación de presiones (orificio o apertura en la tapa del depósito), presencia de depósito o punto de agua limpia (mínimo de 15 litros de capacidad), ausencia de fugas, presencia de dispositivo de vaciado y tapa en el depósito (solo para depósitos ubicados en el exterior).

Verificación por inspección visual.

- Sistema de medida, control y regulación: los distribuidores (llaves), los reguladores de presión (manómetros) y los reguladores de caudal (caudalímetros), si los hubiera, deben ser accesibles al operario y de fácil lectura, ausencia de fugas, posibilidad de cerrar individualmente por sectores el sistema de distribución posibilitando la aplicación únicamente en las zonas de interés.

Verificación por inspección visual.

- Manómetro: debe ser accesible para el operador y fácilmente visible, la aguja del manómetro será estable (no fluctuara), el manómetro debe tener una escala legible y adecuada para el rango de presiones de trabajo.

- Escala marcada cada 0,2 bar para presiones de trabajo (PT) de 5 bar, cada 1 bar para PT 5-20 bar y cada 2 bar para PT mayores a 20 bar.

Verificación por inspección visual.

- Resolución escala de PT:
 - Cada 0,2 bar menor de 5 bar
 - Cada 1 bar entre 5 y 20 bar
 - Cada 2 bar mayor de 20 bar

Verificación por inspección visual.

- El diámetro del manómetro debe ser igual o superior a 63 mm.

Verificación por inspección visual.

- Tuberías: ausencia de doblado y/o abrasión, indicación presión máxima admisible, ausencia de fugas.
Verificación por inspección visual.
- Filtros: presencia en la aspiración y en la impulsión de la bomba, presencia de dispositivo que permita la limpieza de los filtros sin que se vacíe el depósito principal, facilidad de extracción e intercambio, estar en buen estado y con el tamaño de malla adecuado para las boquillas instaladas.
Verificación por inspección visual.
- Boquillas: deben ser identificables (marca, modelo), estar en buen estado de conservación y limpias, el caudal no puede desviarse más de un 10% del caudal nominal indicado en la tabla del fabricante y ausencia de goteo una vez parado el equipo tras 5 segundos.
Verificación por inspección visual.
- Barras verticales: deben estar en buen estado y permitir el cierre de la pulverización con facilidad, las boquillas de una misma barra deben ser iguales (mismo modelo) y estar separadas la misma distancia unas de otras. Deben ser simétricas, estables y rígidas, se dispondrán las boquillas con la inclinación adecuada para evitar el choque de las pulverizaciones. Deben estar dotadas de portaboquillas antigoteo, que evite la salida de caldo por las boquillas tras cortar la presión, debe existir y funcionar correctamente el dispositivo que permita discriminar la apertura de las distintas barras y en el caso de carretillas manuales durante la pulverización el caldo de tratamiento no debe caer sobre la misma.
Verificación por inspección visual.
- Bomba: ausencia de fugas, estabilidad de la presión, presencia de válvula de seguridad (limitadora de presión) que funcione correctamente y presencia de la chapa identificativa donde se especifican las características técnicas.
Verificación por inspección visual y ensayo de funcionamiento.

- Agitación: recirculación claramente visible.
Verificación por inspección visual y ensayo de funcionamiento.
- Distribución: debe existir uniformidad del chorro pulverizado, no mostrar discontinuidad y gotas de distinto diámetro.
Verificación por inspección visual y ensayo de funcionamiento.
- Equilibrio de presiones: la presión que llega a todos los sectores del sistema ha de corresponder con la presión de trabajo que marca el manómetro en la cabeza del sistema se recomienda la colocación de un manómetro en la salida de finca. La caída de presión no debe superar el 15% entre la cabeza del sistema (manómetro) y el extremo de cada sector.
Verificación por inspección visual y ensayo de funcionamiento.

Los puntos a revisar, sus elementos y la forma de evaluación se resumen en la tabla 2.

Tabla 2. Puntos a revisar por elemento

Elemento	Puntos a revisar	Examen
Maquinaria	Marcado CE	EVN
	Descripción marca, tipo, nº de serie, etc.	EVN
Transmisión	Dotados de la protección adecuada	EVN
Estado general	Limpieza interna y externa	EVN
Depósito	Ausencias de fugas	EVN
	Tapa en depósitos en el exterior	
	Presencia de filtro en el orificio de llenado y en buen estado	EVN
	Presencia de dispositivo de compensación de presiones	EVN
	Presencia de indicador de nivel	EVN
	Presencia de dispositivo de vaciado	EVN
	Resguardo para la retención de fugas	EVN
	Presencia de punto de agua limpia o depósito de capacidad mínima 15	EVN
Sist. medida, ctrl. y regulación	Accesibles y que permitan lectura correcta	EVN
	Ausencia de fugas	EVA
Manómetro	Escala legible y adecuada para el rango de presiones de trabajo	EVN
	Correcta resolución de la escala	EVN
	Diámetro mínimo de la carcasa para manómetros analógicos (63 mm)	EVN
Tuberías	Ausencia de doblado	EVN
	Indicación indeleble de la presión máxima admisible	EVN
	Ausencia de fugas	EVA
Filtros	Presencia de filtro en la aspiración y en la impulsión	EVN
	Presencia de dispositivos de limpieza que eviten el vaciado del depósito	EVN
	Facilidad de extracción e intercambio	EVN
	Buen estado de filtros y con tamaño de malla adecuado según boquillas	EVN
Boquillas	Presencia de boquillas idénticas en toda la barra y boquillas similares	EVN
	Elección adecuada de las boquillas.	EVN
	Ausencia de goteo tras 5 seg.	EVA
Barras verticales	Cierre fácil, cierre por barra individual y boquillas individual	EVA
	Boquillas iguales y a la misma distancia por barra	EVN
	Barras simétricas, estables y rígidas	EVN
Bomba	Ausencia de fugas en la bomba	EVA
	Estabilidad de la presión	EVA
	Válvula de seguridad	EVA
	Chapa identificativa	EVN
Agitación	Recirculación claramente visible	EVA
Distribución	Uniformidad del chorro pulverizado	EVA
Calibración	Caída de presión (Presión en cabeza - Presión a pie de finca) < 15%	S
	Manómetro: $\pm 10\%$ del valor real para presiones de trabajo >2bar	S
	La desviación del caudal por boquilla $\pm 10\%$ del caudal nominal	S
EVN: Evaluación visual equipo no accionado / EVA: Evaluación visual equipo accionado / S: Uso sensor		



5. Resultados

5. Resultados.

5.1 Caracterización de la instalación.

5.1.1 Superficie evaluada.

La superficie media de las instalaciones visitadas en el Poniente de Almería es 2,53 ha con la superficie mayor de 10 ha y la menor de 0,25 ha. Para la realización del trabajo se han visitado 74 explotaciones, lo que ha supuesto un total de 181 ha.

5.1.2 Tipo de equipo.

El 100% de los invernaderos tienen algún tipo de maquinaria de tratamientos fitosanitarios (Fig. 28). El tipo de equipos utilizados en el 6% de las instalaciones son sistemas móviles, el 4% sistemas de cañón atomizadores y el 90% sistemas fijos.

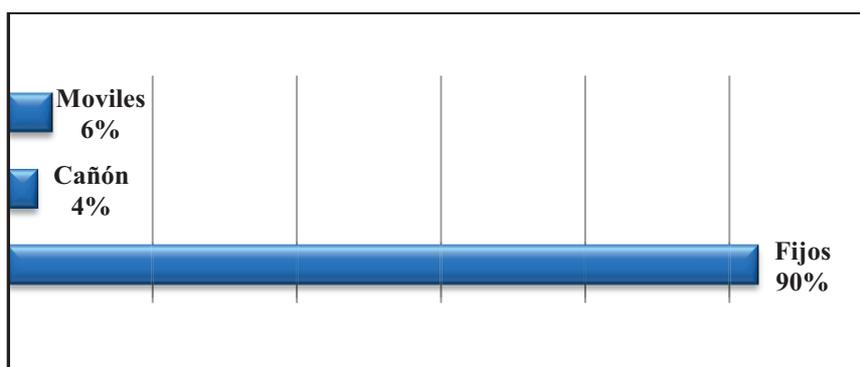


Figura 28. Tipos de equipos.

Sólo en el 22,97% de las explotaciones visitadas se realizan tratamientos simultáneos. Los tratamientos o aplicaciones simultáneas permiten agilizar la operación, pero debido al incremento de coste que supone la instalación (bomba más grande) no suele ser muy utilizada.

5.1.3 Antigüedad de los equipos.

Al preguntar por la fecha de compra aproximada de la maquinaria obtuvieron los resultados expresados en la tabla 3.

Tabla 3. Porcentaje de maquinaria por antigüedad

Años	< 5	[5- 10]	> 10
Porcentaje (%)	47,30	29,73	22,97



Figura 29. Maquinaria en mal estado



Figura 30. Membrana agrietada

Un dato positivo es que casi la mitad de las máquinas, un 47,30% tienen menos de 5 años, otro 29,73% están entre 5 y 10 años y sobrepasando los 10 años el 22,97%. Algunas de las máquinas tienen más de 15 años y en ellas se apreciaban deficiencias en el funcionamiento y la seguridad (Fig.29).

El buen funcionamiento se debe al mantenimiento realizado a todas ellas, que por lo general se hace a principio de campaña o al final de ella para su almacenamiento hasta la siguiente campaña. Este mantenimiento se realiza por el propio agricultor y por lo general tienen una correcta conservación de los elementos que más desgaste sufren como son las membranas (Fig. 30).

5.1.4 Renovaciones de partes del equipo.

Muchos de los encuestados no sabían contestar con seguridad si renovaban con regularidad determinadas piezas de los equipos (boquillas, membranas, juntas, lubricantes, etc.), afirmando que la máquina se arreglaba cuando se rompía. El 78,38% de los equipos sin renovaciones correspondían a instalaciones más nuevas aunque también se encontraron equipos con más de 10 años sin renovaciones importantes.

Los equipos en su mayoría, pasando de los 5 años de antigüedad se tendrían que ir renovando componentes (manómetros, llaves, boquillas, membranas, juntas, lubricantes, etc.), ya que estos sistemas tienen gran desgaste por el uso. No renovar la maquinaria o sus piezas a tiempo incrementa la posibilidad de riesgos. La maquinaria debe estar en óptimas condiciones, evitando los escapes o el mal funcionamiento, que originen tratamientos en diferentes condiciones a las deseables. Además de suponer pérdidas económicas, por el valor de los productos y mano de obra, también suponen riesgo medioambiental y para la salud humana por residuos.

5.1.5 Marcado CE.

En las revisiones se encontró que un 72% de los equipos disponía de marcado CE, perfectamente identificable (Fig. 31 y 32). Este marcado nos indica que el equipo está conforme con los requerimientos de la U.E, contar con los datos de homologación como fecha de fabricación, conocer el fabricante y el número de fabricación.



Figura 31. Marcado CE en equipo



Figura 32. Detalle de la placa CE

5.1.6 Instrucciones de la maquinaria.

En muy pocas explotaciones, solo un 8%, contaban con las instrucciones de uso de los equipos y la mayor parte de ellas coincidentes con las que tenían equipos con pocos puntos negativos en la revisión. Las instrucciones o manual del equipo permiten tener un buen mantenimiento y utilización del mismo según las indicaciones del fabricante.

5.2 Revisión.

En la tabla 4 aparece el grado de incumplimiento de los diferentes aspectos evaluados en las revisiones. En todos los equipos revisados se observó el incumplimiento de alguno de los puntos revisados, siendo los más frecuentes los referentes al estado del depósito (87,84%), defectos en la bomba (71,62%), seguido de defectos en el manómetro (59,46%) y la protección de las transmisiones (41,89%) El resto de elementos revisados presentan un grado de incumplimiento inferior al 50%, destacando la agitación y distribución los elementos con menor número de incidencias, el 5,14% en para ambos casos.

Tabla 4. Porcentaje de instalaciones que incumplen alguno de los puntos examinados por elemento y punto revisado defectuoso más frecuente

Elemento	Incumplimiento (%)	Pto. revisado defectuoso más frecuente
Protección elementos transmisión	41,89%	-
Estado general	18,92%	Falta de limpieza (18,92%)
Depósito	87,84%	Presencia indicador de nivel (28,38 %) ⁽¹⁾
Sist. medida, control y regulación	18,92%	No accesibles (18,92%)
Manómetro	59,46%	Incorrecta resolución de escala (43,24%)
Tuberías	41,89%	Ausencia indicador de presión (41,89%)
Filtros	25,68%	Buen estado y tamaño adecuado (14,86%)
Barra	9,46%	Cierre individual de secciones (9,46%)
Boquillas	41,89%	Ausencia de fugas tras 5 seg. (37,84%)
Bomba	71,62%	Ausencia de válvula de seguridad (58,11%)
Agitación	5,41%	-
Distribución	5,41%	-
Caída de presión	12,16% ⁽²⁾	-
Precisión de manómetros	28,38%	-
<p>(1) El resguardo para la retención de fugas es el punto más frecuente pero no se contempla en la norma, siendo el indicador de nivel el más frecuente y contemplado por la norma.</p> <p>(2) En la mayoría de los casos se trata de un exceso de presión debido al desnivel del terreno.</p>		

5.2.1 Depósito.

El depósito es una parte importante de la instalación, ya que su buen estado influirá en la buena preparación. Cuando aparecen defectos en indicadores de nivel, nivelación o conservación de elementos, se ocasionan errores en la preparación del caldo fitosanitario.

En la tabla 5 aparece el grado de incumplimiento de los diferentes aspectos evaluados del depósito. Se puede observar que el resguardo para la retención de fugas (Fig. 33), es el elemento que en mayor grado se incumple, llegando a un 68,92% los depósitos sin resguardo (Fig. 34), además es uno de los más importantes que se debe de corregir por su elevado riesgo de contaminación en caso de derrame.

Tabla 5. Porcentaje de instalaciones que incumplen alguno de los puntos examinados en el depósito.

Elemento	Incumplido (%)
Resguardo retención de fugas.	68,92%
Contenedor para producto inerte tras la recogida de derrame de fitosanitarios.	39,19%
Presencia de filtro en llenado y buen estado.	35,14%
Presencia de indicador de nivel.	28,38%
Presencia de material absorbente para recogida de derrames de fitosanitarios.	21,62%
Presencia de dispositivo de compensación de presiones	20,27%
Contenedor de envases fitosanitarios	13,51%
Presencia de dispositivo de vaciado	6,76%
Punto de agua limpia o depósito de agua limpia con capacidad mínima de 15l.	4,05%
Ausencias de fugas	4,05 %



Figura 33. Depósito con resguardo



Figura 34. Depósito sin resguardo

Otro de los aspectos que presenta un alto grado de incumplimiento es el depósito de productos inertes de material absorbente de derrames fitosanitarios, que está ausente en el 39,19% de las instalaciones revisadas. Este dato no concuerda con la falta de material absorbente (Fig. 35) para la recogida de derrames accidentales de productos fitosanitarios, que sólo se produce en el 21.62% de los casos, lo que indica que un elevado número de agricultores tiene el material absorbente pero no el sitio apropiado para almacenarlo.



Figura 35. Material recogida derrames

La presencia y estado del filtro en el orificio de llenado (Fig. 36), sólo puede evaluarse en los equipos con cubas móviles, ya que los depósitos fijos por lo general, tienen una tapadera con igual diámetro que la cuba y no suelen tener filtros. Así encontramos un incumplimiento en este punto del 35,14% donde se carecen de filtros de llenado o están en mal estado de estos sistemas móviles (Fig. 37).



Figura 36. Filtro en buen estado



Figura 37. Filtro en mal estado

La presencia de indicador de nivel (Fig. 38), se incumple en un 28,38% de los casos. El indicador de nivel debe presentar una graduación clara y acorde con la capacidad del depósito. En muchos casos el depósito se construye en la propia finca con materiales de obra (Fig. 39) lo que dificulta disponer de un indicador de nivel y se tenga que recurrir a soluciones caseras (Fig. 40) que no son válidas. La Fig. 41 muestra un depósito sin indicador de nivel.



Figura 38. Indicador de nivel



Figura 39. Deposito de obra



Figura 40. Indicar de nivel casero (no valido)



Figura 41. Deposito sin indicador de nivel

Los dispositivos de compensación de presiones (Fig. 42), son necesarios para evitar sobrepresiones o depresiones cuando el depósito se cierre herméticamente (Fig.43 y 44), como sucede con los depósitos móviles como los utilizados en cañones. En un 20,27% de los casos los depósitos no contaban con dispositivo compensador de presión. Es frecuente encontrar depósitos de tapadera no solidaria (Fig. 45), y depósitos sin tapadera (Fig. 46).



Figura 42. Dispositivo compensación



Figura 43. Tapadera hermética



Figura 44. Tapadera cuba móvil



Figura 45. Tapadera no solidaria



Figura 46. Depósito sin tapadera

Respecto al contenedor de envases fitosanitarios (Fig. 47), es un punto que se incumple en pocos casos, ya que los agricultores tienen un punto Sigfito en los almacenes de venta de fitosanitarios e incluso en sus cooperativas. Aún así encontramos un 13,51% de las instalaciones no disponían de un lugar apropiado para el almacenamiento de los (Fig. 48).



Figura 47. Contenedor fitosanitarios



Figura 48. Envases no almacenados

La presencia de dispositivo de vaciado (Fig. 49), es muy frecuente, tan sólo en un 6,76% de las instalaciones carecían del mismo (Fig. 50). Destacar que hay instalaciones que contando con este dispositivo no se hace un buen uso, ya que el vaciado de caldo se realiza directamente al suelo (Fig. 51).



Figura 49. Dispositivo de vaciado



Figura 50. Depósito sin dispositivo de vaciado



Figura 51. Vaciado directo al suelo

Por lo que respecta a la presencia de un punto de agua limpia con capacidad mínima de 15 L (Fig. 52), contemplado en la Norma UNE EN 907, se dirige más a equipos móviles. Por lo general, siempre se encuentran puntos de agua limpia en las instalaciones (Fig. 53), ya que en las instalaciones fijas se tendrán puntos de agua para ducha de emergencia (Fig. 54). Este apartado se incumple en un 4,05 % de las instalaciones revisadas, donde no contaban con ningún punto de agua limpia, en otras se vieron puntos de agua limpia aunque su estado y posición no eran los más idóneos (Fig. 55).



Figura 52. Depósito de agua limpia de 15L de volumen



Figura 53. Punto agua limpia



Figura 54. Punto de agua para ducha de emergencia



Figura 55. Mal estado del punto de agua

Las fugas en los depósitos ocasionan vertidos al suelo y dificulta la preparación del caldo. Normalmente los depósitos no presentan fugas, tan solo en un 4,05 % de las instalaciones presentaban esta deficiencia.

5.2.2 Protección de los elementos de transmisión.

Los ejes y elementos utilizados para la transmisión de potencia deben estar debidamente protegidos para evitar accidentes y atrapamientos. La falta de protección se produce en muchas ocasiones por desconocimiento del agricultor y considerar que en algunos casos, como cuando la correa de distribución se encuentra hacia la pared (Fig. 56) o el equipo se encuentre a cierta altura, no es necesaria la protección. En otros casos el peligro se incrementa al colocarse los equipos a escasa altura respecto al suelo (Fig. 57). Así, el defecto en los elementos de transmisión se encuentra en el 41,89% de las revisiones realizadas.

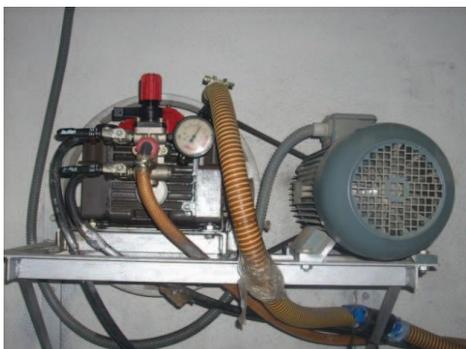


Figura 56. Sin correa distribución altura



Figura 57. Sin protección en distribución

Otro dispositivo que debe estar bien protegido es el eje de la toma de fuerza al tractor que llevan algunas instalaciones fijas (Fig. 58). En la mayoría de los casos tampoco llevan protección (Fig. 59) con el peligro de atrapamiento que ello conlleva. La situación se agrava, cuando la instalación está a la altura del suelo, ya que es más fácil el quedar atrapado en una toma de fuerza baja (Fig. 60). Además algunas protecciones son inadecuadas (Fig. 61) ya que aun colocadas continua el movimiento de esta junto al eje y persiste el peligro.



Figura 58. Toma de fuerza



Figura 59. Toma sin protección



Figura 60. Toma de fuerza baja



Figura 61. Protección toma de fuerza inadecuada

La toma de fuerza colocada en los tractores (Fig. 62) también deberá de llevar su protección (Fig. 63) por existir el riesgo de quedar atrapado por la toma de fuerza y su extensor.



Figura 62. Toma de fuerza sin protección



Figura 63. Toma de fuerza protegida

5.2.3 Bomba.

En cuanto al tipo de bomba, predominan las bombas de membrana, en general presentan buen estado de conservación (Fig. 64).

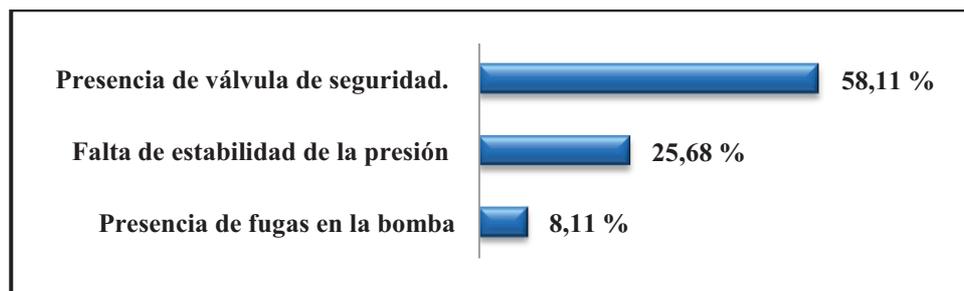


Figura 64. Defectos en las bombas

El 58,11% de los equipos inspeccionados no disponían de válvulas de seguridad (Fig.65). Se producían problemas de estabilidad de presión en un 25,68% de las instalaciones. Por lo que respecta a las fugas, se encontraron en un 8,11% de las instalaciones (Fig. 66).



Figura 65. Válvula de seguridad



Figura 66. Fuga de producto

5.2.4 Manómetro.

La mayoría de los manómetros inspeccionados tenían algún defecto según la Norma UNE EN 13790-1, como se puede observar en la figura 67.

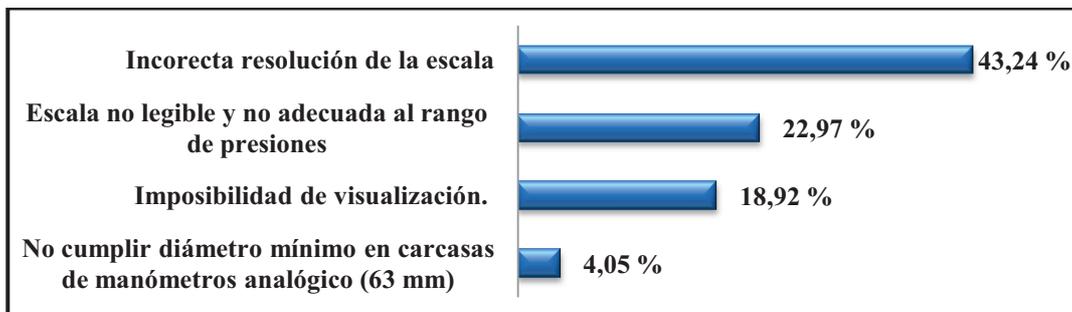


Figura 67. Defectos en manómetros

En los invernaderos del Poniente de Almería, por lo general se realizan los tratamientos en unos rangos de presiones de 20 a 35 bares, por lo que las resoluciones de escala deben ser cada 2 bares y el rango de presión hasta 60 bares (Fig. 68).

La resolución de escala se incumple en un 43,24% de los casos estudiados y la escala legible y adecuada al rango de presiones de trabajo se incumple en un 22,97%. Hay que destacar que este error en la mayoría de los casos se debe a las empresas instaladoras y de recambios que, a sabiendas de lo que establece la normativa en este sentido instalan manómetros de gran rango (Fig. 69), escala imprecisa (Fig. 70) y manómetros inadecuados en escala y rangos (Fig. 71). Por otra parte en pocos casos se encontró otro tipo de sistema de medición de la presión con escala (Fig. 72) y en menos casos la ausencia del manómetro (Fig. 73).



Figura 68. Manómetro adecuado



Figura 69. Manómetro gran rango



Figura 70. Manómetro escala imprecisa



Figura 71. Manómetro inadecuado por escala y rango



Figura 72. Regulador de presión con escala



Figura 73. Ausencia de manómetro

La visualización de los manómetros no siempre es la deseable, su colocación debe permitir su buena visualización (Fig. 74) y sin peligro para el operario. El 18,92% de las instalaciones visitadas presentaban manómetros poco visibles o se encontraban situados en zonas peligrosas, para su visualización.



Figura 74. Manómetro buena visualización

El diámetro mínimo de la carcasa en manómetros analógicos (Fig. 75), solamente lo incumple en el 4,05% de las instalaciones visitadas con manómetros de diámetros inferiores (Fig. 76).

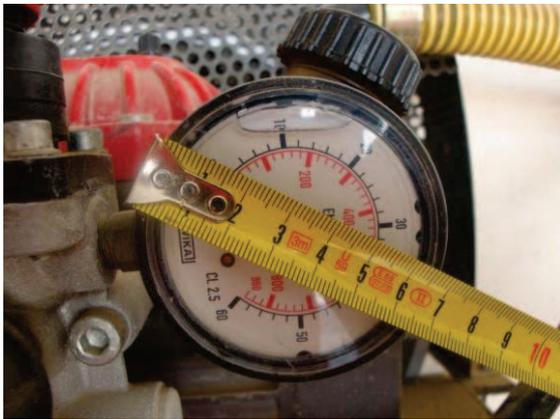


Figura 75. Manómetro mínimo diámetro



Figura 76. Manómetro diámetro inferior

5.2.5 Tuberías.

En las tuberías se inspeccionan las indicaciones indelebles de la presión máxima, las ausencias de fugas y de doblado (Fig. 77).

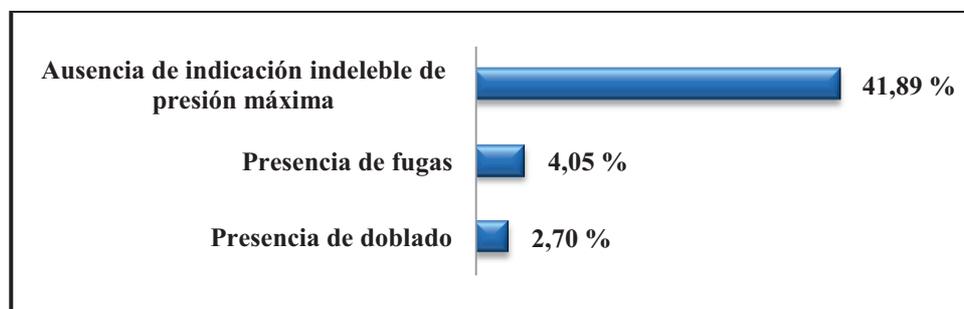


Figura 77. Incidencias en tuberías

La indicación indeleble de la presión máxima admisible (Fig. 78) estaba ausente en un 41,89% de las instalaciones visitadas. En muchos casos esta indicación esta en los lugares donde la manguera no ha tenido ningún roce (Fig. 79), ya que las partes de las mangueras que son desplazadas por los invernaderos se desgastan y con ello la imprimación de las indicaciones (Fig. 80) y en otras instalaciones directamente carecen de esta indicación (Fig. 81).



Figura 78. Indicación indeleble en manguera



Figura 79. Indicación partes fijas



Figura 80. Indicación indeleble borrada del roce



Figura 81. Ausencia de indicación

La presencia de fugas y contaminantes de la máquina al pulverizar, es un defecto encontrado en el 4,05% de las instalaciones. Las mangueras se deben tener en lugares protegidos (Fig. 82) para evitar su deterioro y los daños causados por roturas (Fig. 83, 84 y 85), rozaduras, sobrepresiones o por su mal estado.



Figura 82. Tubería protegida



Figura 83. Tubería mal estado

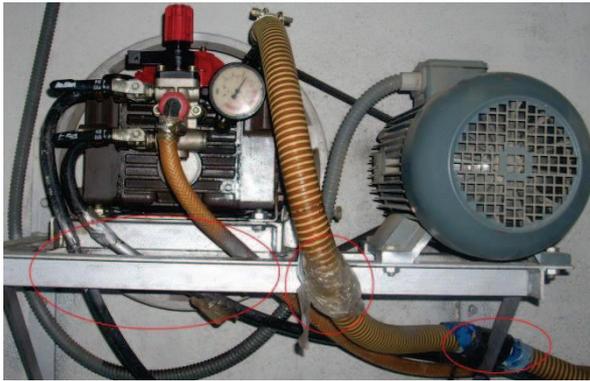


Figura 84. Tubería fija rozada



Figura 85. Tubería flexible rota

La presencia de doblado por una mala posición (Fig. 86) se encontró en el 2,7 % de las instalaciones, defecto más frecuente en las tuberías mal colocadas en el montaje de la instalación (Fig. 87).

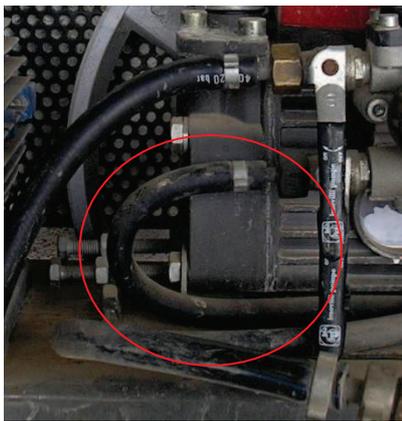


Figura 86. Tuberías mal posicionadas

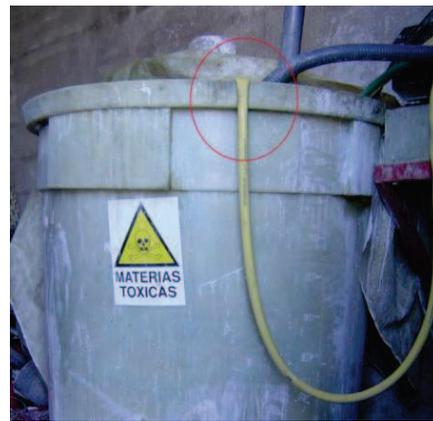


Figura 87. Tuberías mal colocadas

5.2.6 Boquillas.

La mayoría de las boquillas, tienen una buena conservación como se refleja en la Fig. 88. Estos elementos son fundamentales para una correcta aplicación.

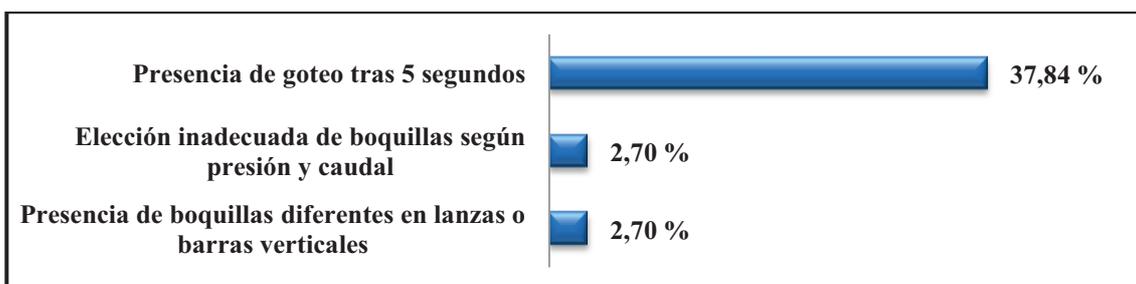


Figura 88. Incidencias en boquillas

La presencia del goteo tras 5 segundos del cierre de llave, es un fallo que se produce en el 37,84% de las instalaciones visitadas. Esto sucede por el mal estado de la llave de cierre de la pistola o lanza y pocas veces por el estado de las boquillas.

La elección de las boquillas más eficientes según el tratamiento a realizar, es un punto en el que falla un 2,7%. Las boquillas se deberán identificar (marca, modelo, etc.), además deben estar en buen estado y limpias.

Las boquillas en los dispositivos deben de ser iguales, este dato no se cumple en el 2,7% de las instalaciones.

5.2.7 Sistemas de medida, control y regulación.

Los sistemas de regulación en el equipo, están formados por los reguladores de presión y caudal. Son accesibles y permiten la lectura de su información correctamente y presentan buen estado como se ve en la Fig. 89.

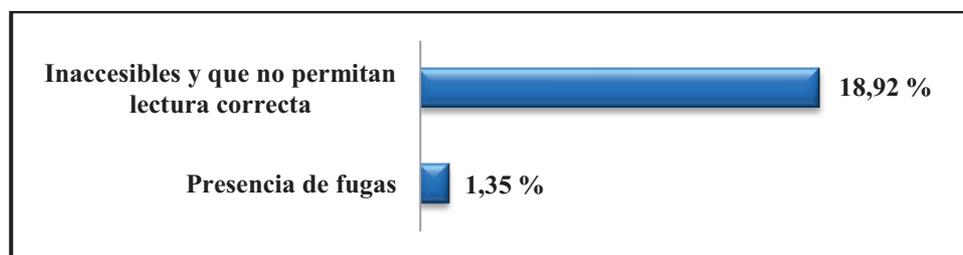


Figura 89. Incorrecciones en los sistemas de medida, control y regulación

Accesibilidad y permitir la lectura: permiten aplicar la correcta cantidad de caldo en el sistema mediante modificaciones en las palancas de presión que se verá reflejado en manómetros (Fig. 90), y por palancas que varían el caudal (Fig. 91). Se controlara visualmente en la variación de caudal. El 18,92% de los equipos tenían mal posicionados los sistemas de medida o las palancas de regulación, por lo que resultaba algo peligroso su visualización o su manejo.

Presencia de fugas en los sistemas de medida (Fig. 92): tener esta deficiencia en el sistema de medición y/o regulación dará valores erróneos y con ello tratamientos en parámetros de presión y caudal que no son los deseados. Así, la presencia de fugas es

una incidencia poco común (1,35%), posiblemente porque ocasionan pérdidas económicas al romper piezas de la bomba.



Figura 90. Manómetro



Figura 91. Palancas



Figura 92. Sistema de medida con fugas

5.2.7.1 Capacidad de la bomba.

La capacidad de la bomba será al menos del 90 % del caudal nominal original. Las bombas deben poseer una chapa identificativa con la siguiente información técnica (Fig. 93):

- Datos del fabricante
- Numero de serie
- Caudal máximo de la bomba
- Presión máxima de la bomba
- Caudal máximo a máxima presión
- Régimen nominal y régimen máximo de giro



Figura 93. Placa de características en bombas

5.2.8 Calibración.

Como se ve en los resultados de la Fig. 94, los sistemas de medida y regulación en los cuales se apoyan los operarios para establecer la presión y caudal en los tratamientos, se encuentran en un buen estado.

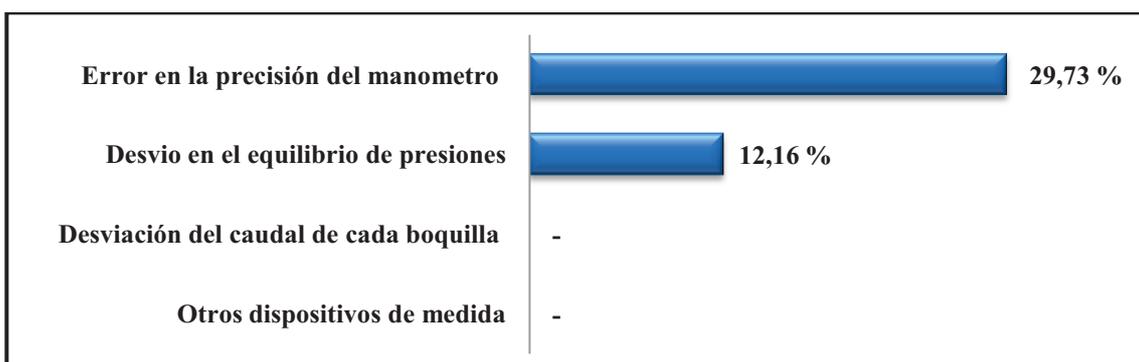


Figura 94. Fallos en la calibración

5.2.8.1 Precisión del manómetro.

La desviación en la presión del manómetro refleja la variación entre el manómetro instalado en la bomba y el sensor de referencia, esta desviación para ser correcta no debe de superar el 10% de la presión real de trabajo, así en las evaluaciones realizadas fueron incorrectas el 29,73% de las instalaciones.

5.2.8.2 Equilibrio de presiones.

Con los valores de presión medidos con el sensor en la bomba y en la última salida del sistema, con el sistema cerrado, se obtiene la desviación del equilibrio de presiones (Fig. 95). Cuando esta desviación es mayor al 10% serán incorrectas, así en las evaluaciones realizadas fueron incorrectas el 12,16% de las instalaciones.



Figura 95. Desviación del equilibrio de presiones

5.2.9 Filtros.

En lo referente a los filtros, en pocos casos los equipos no disponían de algún sistema de filtrado adecuado en aspiración o impulsión. Estos son necesarios para evitar obturaciones en el momento de los tratamientos. Los defectos encontrados están en la Fig. 96.

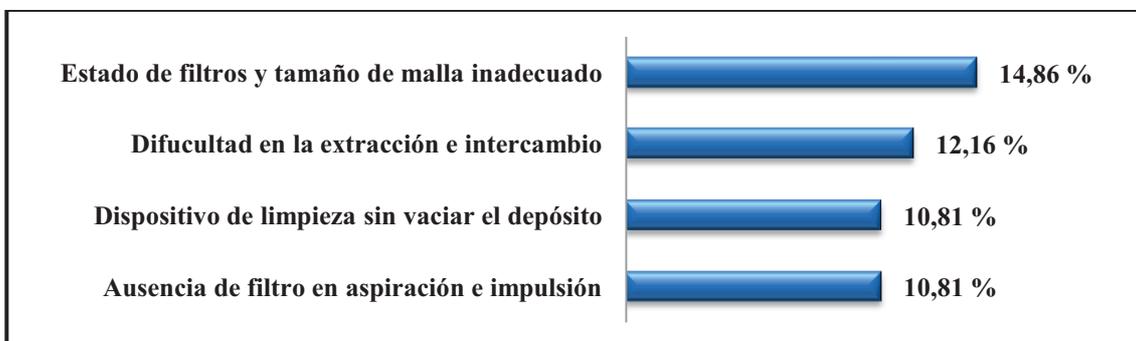


Figura 96. Defectos en filtros

Estado de los filtros y tamaño de malla según la boquilla instalada (Fig. 97 y 98): defecto común en las instalaciones cuando no se tienen mantenimientos adecuados, encontrándose así en el 14,86% los filtros en mal estado (Fig. 99) por el uso pero permiten unos tratamientos sin graves obturaciones. Además de los filtros comerciales se suele utilizar mallas anti-trips a modo de filtro la cual se coloca sobre los filtros convencionales del depósito (Fig. 100).



Figura 97. Filtro en buen estado



Figura 98. Filtro pistola Novi



Figura 99. Filtro en mal estado



Figura 100. Filtro con malla anti-trips

Facilidad de extracción e intercambio: la incidencia en este punto fue del 12,16%. En los depósitos de instalaciones fijas se podrá extraer y cambiar con gran facilidad, ya que estos filtros se introducen en el depósito por la parte superior y para su extracción simplemente se quitara la tapadera y se levantara la tubería a la cual se conectan los filtros de aspiración. Por otra parte, los filtros de impulsión están incluidos o acoplados a pistolas y lanzas, que se extraen y limpian con facilidad, tras cerrar la llave anterior a ellos (Fig. 101).

Presencia de filtros en aspiración (Fig. 102) y de impulsión: ausencia en un 10,81% de las instalaciones visitadas. Los filtros en impulsión se integran en la lanza (Fig. 103) por lo general forman parte del mango. En las lanzas que no los llevan incorporados se deben de acoplar (Fig. 104). Pueden ser algo engorrosos para el operador y estos se excusan en que para su orificio de boquilla no es necesario poner algún filtro más que el frecuente en la aspiración de la bomba.



Figura 101. Facilidad de limpieza de filtros



Figura 102. Filtro en aspiración



Figura 103. Lanza con filtro en impulsión incorporado



Figura 104. Lanza con filtro en impulsión acoplado

5.2.10 Estado general de la instalación

Las instalaciones revisadas tienen en general una limpieza adecuada pero se encontraron excepciones, como figuran en la tabla 6. De forma generalizada en lo referente a limpieza el incumpliendo fue del 18,92 % de las instalaciones revisadas.

Tabla 6. Incumplimientos en la limpieza

Falta de limpieza	% Incumplimiento
Limpieza interna	16,22
Limpieza externa	16,22
Incumplimiento total	18,92

Limpieza interna: incumplida en el 16,22% de las instalaciones por quedar con restos de tratamientos en el sistema y el depósito (Fig. 105).



Figura 105. Restos tratamientos anteriores



Figura 106. Equipo fijo en mal estado



Figura 107. Exterior caseta del equipo

Limpieza externa: incumplida en el 16,22% de las instalaciones, está muy ligado al mantenimiento de la instalación ya que una limpieza inadecuada (Fig. 106 y 107) refleja un deterioro de las partes que pueden ocasionar roturas y accidentes.

5.2.11 Barra

El cierre individual de secciones en barras verticales como se indica en la Fig. 108, fue el defecto más común en las revisiones, con una ausencia de cierres individual del 9,46% y la presencia de contaminación en la máquina evitando el chorreo al suelo, fue defecto en el 1,35%.

Simetría y estabilidad/Rigidez (barra estable en todas direcciones, sin holguras), estos puntos en las revisiones fueron positivos.

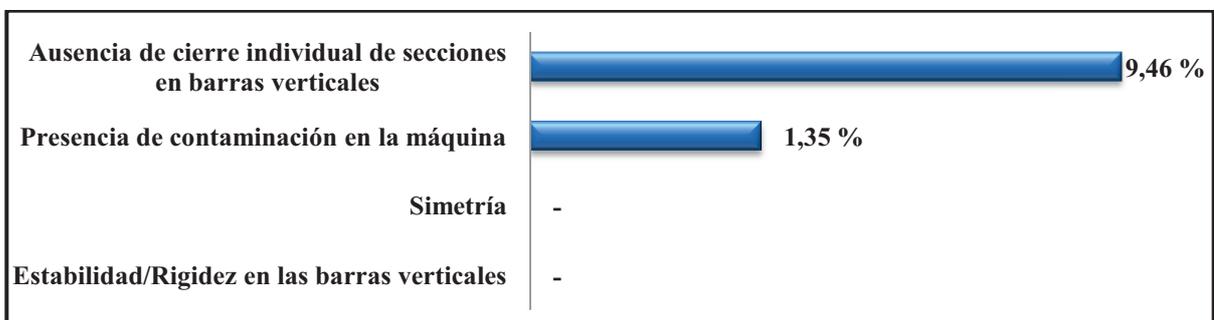


Figura 108. Defectos en barras verticales

5.2.12 Agitación

La agitación debe originar una recirculación visible, consiguiendo la buena mezcla del caldo por medio del sistema instalado ya sea neumático (Fig. 109) o hidráulico (Fig. 110) en el depósito móvil o fijo.

La recirculación no se observó en el 5,41% de las instalaciones visitadas, lo que ocasionaba posos de residuos en la base de los tanques. Esto hace que la concentración de producto en los tratamientos no sea la pretendida para la aplicación.



Figura 109. Agitador neumático



Figura 110. Agitador hidráulico

5.2.13 Distribución.

En el 5,41% de las revisiones, no se tenía una uniformidad de pulverización (Fig. 111) durante la aplicación.



Figura 111. Uniformidad en la aplicación

5.3 Señalización.

La señalización en las instalaciones se encuentra en una situación deficitaria. Las normas de señalización son escasas y no se mantienen, además de no existir en muchos casos.

En los tres grandes grupos que se han tenido en cuenta para valorar la señalización (Fig.112) (invernadero, interior de la caseta y puerta de entrada), el invernadero es el más negativo en cuestión a señalización, alcanza el 90,54% de incumplimientos, le siguen los incumplimientos en el interior de la caseta con un 82,43% y los relacionados a la puerta de entrada del almacén de productos fitosanitarios en un 66,22%.

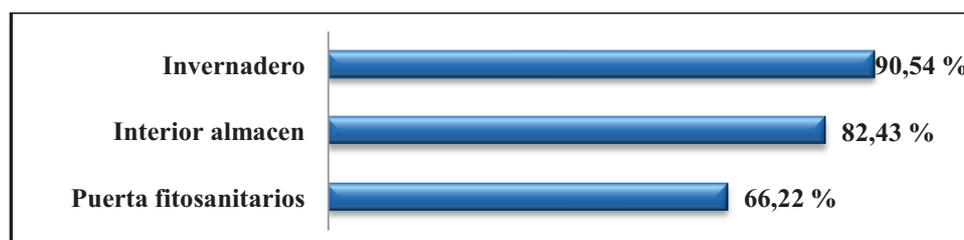


Figura 112. Incumplimiento en la señalización

5.3.1 Invernadero.

En los invernaderos la señalización es aún más deficitaria que en los almacenes, como se reflejan en los datos de la Fig. 113.

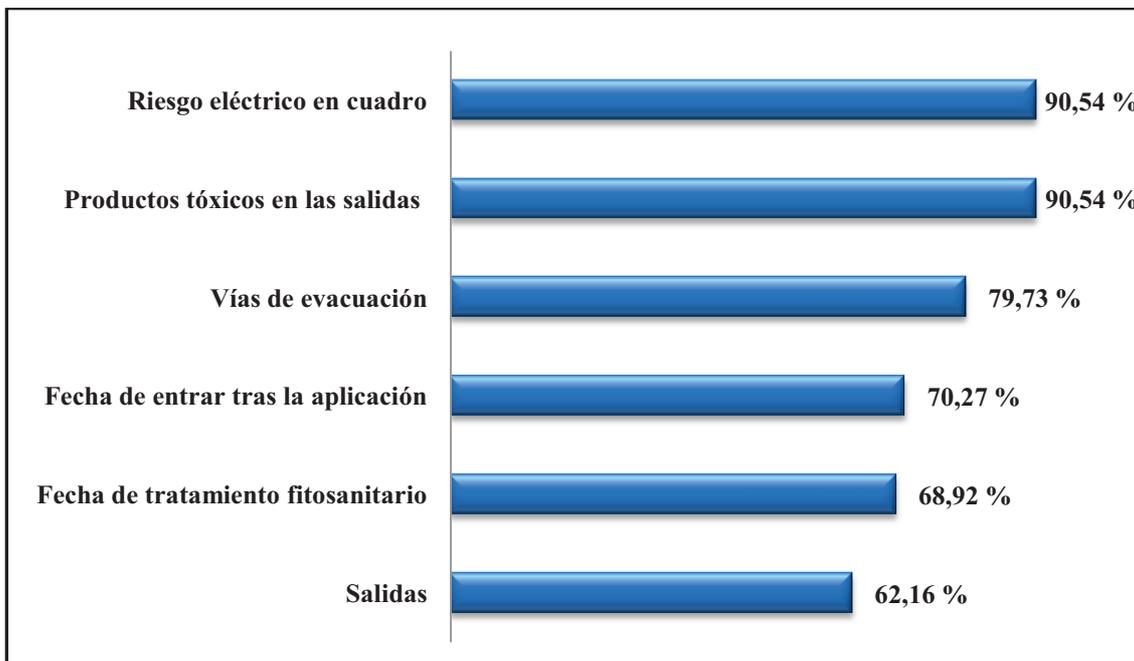


Figura 113. Falta de señalización en los invernaderos

No se presenta en el 90,54% de las instalaciones la indicación de productos fitosanitarios en la puerta de los invernaderos, también estaba ausente en el 68,92% de las instalaciones la indicación de la fecha en la que se realizaron aplicaciones fitosanitarias y se incumplía en el 70,27% de las instalaciones la señalización para la fecha de reentrada tras la aplicación de fitosanitarios.

El riesgo eléctrico en los cuadros eléctricos de los invernaderos en el 90,54% no se encuentra señalizado.

El 79,73% de las instalaciones no contaban con indicación de las vías de evacuación desde el interior del invernadero. En el caso de salidas señalizadas, el 62,16% no contaban con las señalizaciones que facilitan las evacuaciones en caso de emergencia.

5.3.2 Interior del almacén.

La situación de las casetas de tratamientos y almacenamiento de productos se encuentra en mal estado en la mayoría de los casos como se refleja en la Fig. 114.

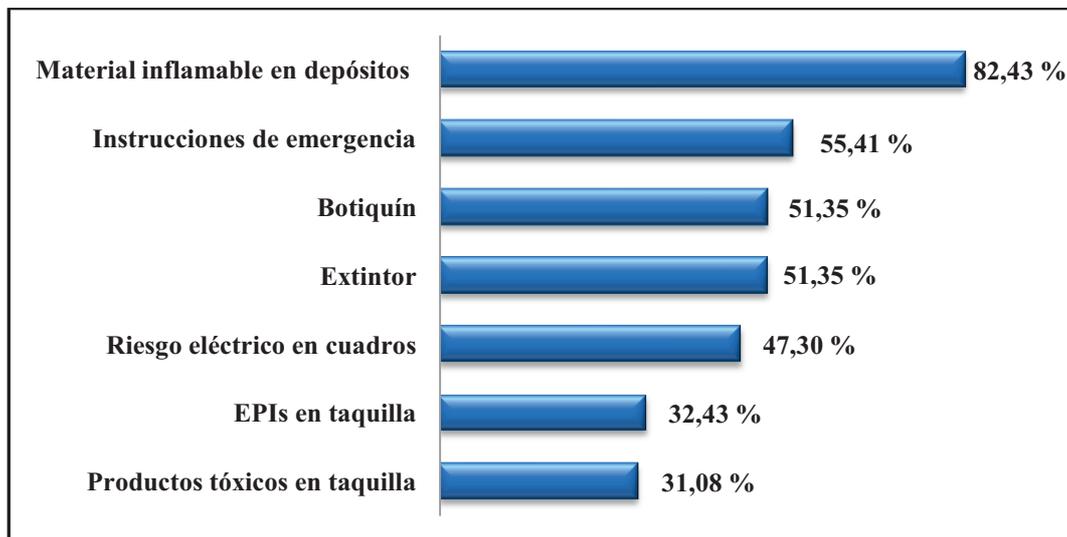


Figura 114. Falta de señalización en el interior del almacén

El 82,43% de las fincas tenían los materiales inflamables en depósitos que no eran los adecuados. No se encontraban en el 55,41% de las instalaciones, las instrucciones para actuaciones de emergencias (Fig. 115), además el botiquín y los extintores faltaban en el 51,35% de las instalaciones. En el 47,30% de las instalaciones faltaban las indicaciones de riesgo eléctrico en cuadros. En el 32,43% de los casos los EPI's no estaban guardados en un lugar aislado de los productos fitosanitarios. En el 31,08% de las instalaciones visitadas, los productos tóxicos no estaban en lugares cerrados bajo llave (Fig. 116).



Figura 115. Instrucciones para emergencias



Figura 116. Almacenamiento de fitosanitarios

5.3.3 Puerta del almacén.

La señalización en la puerta del almacén debe de advertir, que es una zona de peligro para la salud por los productos que en él se almacenan y nos recomiendan como se debe de entrar a este recinto si es preciso (Fig. 117).

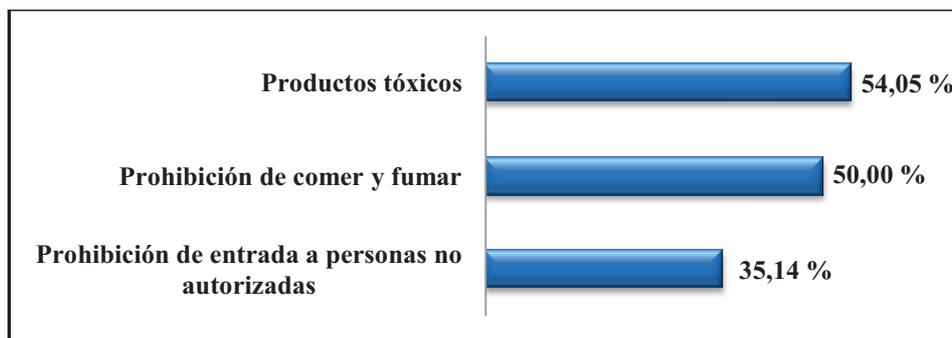


Figura 117. Falta de señalización en la puerta de entrada

En el 54,05% de las explotaciones la señalización de productos tóxicos no se encontró en la puerta de los almacenes. En el 50% de las explotaciones, se encontró la señalización que advertía de la prohibición de entrar con alimentos o fumando (Fig. 118).



Figura 118. Señalización en la puerta de entrada

En el 35,14% de las fincas visitadas carecía de la señalización de prohibición a personas no autorizadas

5.4 Pistolas y lanzas pulverizadoras.

En las fincas visitadas los dispositivos de pistolas-lanzas, estaban repartidas como se refleja en la Fig. 119 entre lanzas tipo Novi de 2 boquillas en un 41,89%, le seguían las pistolas tipo cono de 1 salida en un 33,78%, en menor medida estaban las lanzas Novi de 4 boquillas en un 13,51%, luego se encontraron pistolas y lanzas de fabricación casera y con diferentes boquillas según el caso que representaban el 5,41% de las revisadas, las barras de cono en un 4,05% y por último los cañones solo se encontraron en un 1,35%.

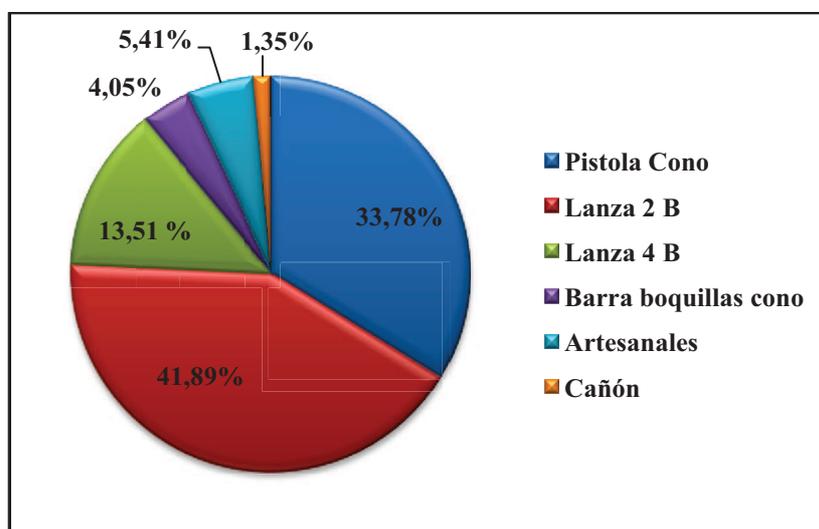


Figura 119. Tipos de pistolas y lanzas pulverizadoras

Con respecto a las pistolas-lanzas de pulverización, se realizó una inspección visual determinando tipología y estado de conservación de las mismas y se midió la presión y el caudal desaguado en condiciones normales de trabajo, según la práctica habitual del usuario. Posteriormente se compararon los caudales reales obtenidos con los teóricos, a partir de la información del fabricante o, en el caso de carecer de ésta, de las curvas de presión-caudal obtenidas de un ensayo realizado previamente con 5 pistolas nuevas utilizando los sensores anteriormente descritos.

Con estos datos se puede concluir que, el 37,84% de las evaluaciones contaba con pulverizadores que dieron caudales incorrectos y de estas incorrecciones el 53,57% fueron por motivos de obturación y el 46,43% restante por motivos de desgaste.



6. Conclusiones

6. Conclusiones.

El 48,68% de los equipos evaluados presentaron defectos graves, siendo los más frecuentes la resolución de escala en manómetros (43,24%), la protección en los elementos de transmisión y la indicación indeleble en tuberías de su presión máxima admisible (41,89%), contenedor para depositar el producto inerte una vez utilizada para la recogida de algún derrame de producto fitosanitario (39,19%) y la ausencia de goteo tras 5 segundos del cierre (37,84%). Estos defectos afectan a la calidad de la pulverización, a la seguridad del operario y/o al medio ambiente. Estos conllevarían la reparación antes del próximo tratamiento fitosanitario.

El 68,92% de los equipo han presentado un defecto medio. Entre estos destacan no disponer de válvula de seguridad en la bomba (58,11%), la ausencia de filtro en el orificio de llenado y en buen estado (35,14%), ausencia del indicador de nivel (28,38%), estabilidad de la presión en bomba (25,68%) y ausencia de dispositivo de compensación de presiones (20,27%). Estos defectos afectan moderadamente a la calidad de la pulverización, a la seguridad del operario y/o al medio ambiente. Conllevarían la reparación lo antes posible.

Por lo que respecta a defectos leves, solo el 10,81% de los equipos han presentado estos defectos, entre los que destacan no presentar dispositivos de vaciado en los depósitos (6,76%). Estos únicamente suponen una llamada de atención.

En la señalización de seguridad el 93,24% de las instalaciones tenían alguna falta de señalización, siendo las más frecuentes en el invernadero e interior del almacén de los productos fitosanitarios.

Los equipos más frecuentes en el Poniente de Almería, son los sistemas fijos con lanzas tipo Novi y pistolas tipo cono.



7. Bibliografía

7. Bibliografía.

Agüera, L., Justicia, L., Garzón, E., Barranco, P., y Cabello, T. 1998. Caracterización de los equipos de control de plagas y enfermedades en invernaderos del sureste de España. Phytoma España.

Cabrera Sánchez, A., Uclés Aguilera, D. 2011. Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería. Campaña 2010/2001. Edita Fundación Cajamar.

Cadia ingeniería. 2009. Ficha técnica Fitorobot

Cano-Manuel, G. 2012. Jornada técnica: mejora de las técnicas de aplicación de fitosanitarios en invernaderos: Gestión de restos de agua en tratamientos fitosanitarios en invernaderos con Heliosecc[®]. Fundación Cajamar.

Cerruto, E., Emma, G., Manetto, G. 2008. Operator contamination during pesticide application in tomato greenhouse. Acta Horticulturae.

Céspedes López, A.J., García García, MC., Pérez Parra, JJ. Y Cuadrado Gómez, IM. 2009. Caracterización de la explotación hortícola protegida de Almería. Edita FIAPA.

Díaz Ledesma, M. 1997. Vigilancia de la salud y condiciones de trabajo de trabajadores expuestos a productos fitosanitarios en invernaderos de Almería. Proyecto UAL.

Diputación Foral de Vizcaya. Departamento de Agricultura de Vizcaya.

ECPA, 2005. La iniciativa de uso seguro: Un proyecto europeo para el bienestar de los agricultores.

Fernández, M. 2012. Mejora de las aplicaciones fitosanitarias en invernaderos: Revisión y calibración de equipos de tratamientos. Edita Universidad de Almería.

García, C. 1996. Maquinaria para tratamientos fitosanitarios. Hortoinformación.

Garzón, E., López, L., Sánchez-Hermosillas, J., Barranco, P., Agüera, L., y Cabello, T. 2000. Eficacia técnica de la aplicación de fitosanitarios con cañón atomizador. Vida Rural.

Gil, E. 2008. Buenas prácticas fitosanitarios para una mejora calidad del agua: Proyecto TOPPS. M.A.PA

Márquez, L. 2002. Estudio de componentes de las boquillas. Curso de aplicación de productos fitosanitarios y minimización del impacto ambiental. IV Curso de especialización, Lleida.

Ministerio de Medio Ambiente (MARM) 2010. Anuario de Estadística de Medio Ambiente, Rural y Marino. Madrid. España.

Montero, J.I., Antón, A. y Muñoz, P. 2003. Nebulización: efectos sobre el microclima, producción y eficacia en el uso del agua. Mejora de la eficiencia en el uso del agua en cultivos protegidos. Curso superior de especialización. Vol.2. Edita Fernandez, M., Lorenzo, P. y Cuadrado, IM.

Nuyttens, D., Braeckman, P., y Foqué, D. 2009. Optimization of the pray application technology in bay laurel (*laurus nobilis*). Communications in agricultural and applied biological scienciences.

Omañan, J.M. 2009. Revisión de los pulverizadores de fitosanitarios. Edita A.I.M.C.R.A.

Orti, E., 2004. Servicio de Inspección de Equipos para Tratamientos Fitosanitarios. Departamento de Mecanización y Tecnología Agraria. Universidad Politécnica de Valencia.

Pérez de Ciriza, J. J., 2012. Navarra Agraria, revista técnica agraria. Edición 192.

Pérez, M., 2000. Aplicador de productos fitosanitarios. Nivel cualificado. Edita Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Planas, S. 1994. Los tratamientos fitosanitarios. Vida Rural.

Sánchez-Hermosilla, J. 1997. Vigilancia de la salud y condiciones de trabajo de los trabajadores expuestos a productos fitosanitarios en los invernaderos de Almería.

Sánchez-Hermosilla, J., Garzón, E., Barranco, P., y Cabello, T. 2001. Análisis de la distribución de productos fitosanitarios con diferentes técnicas de pulverizadores en invernaderos del sudeste español. 1º Congreso Nacional para la agricultura y medio rural, Valencia.

Tortosa, F. 2005. Nuevas instalaciones de la unidad de maquinaria y equipamiento agrícola del centro tecnológico del metal. Revista Extramet, edición Noviembre 2005, pag.19-22.

Tsarkiraskis, A.N., Kasiotis, K.M., Anastasiadou, P., Machera, K., 2010. Determination of operator exposure levels to pesticides during dreenhouse applications wiht new type multi-nozzle equipment and the use of two different protective coverrall types. Hellenic Plant Protection Journal 3:9 – 16.



8. Anexos

8. Anexo.

Anexo. 1

PROTOCOLO MANTENIMIENTO Y CALIBRACIÓN DE MAQUINARIA PARA APLICACIÓN DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS EN INVERNADEROS.					
Superficie invernada:					
Tipo de Equipo:					
Fecha de compra:					
Se ha renovado alguna parte del equipo:					
Marcado CE:					
Instrucciones maquinaria:					
Existen tratamientos simultáneos:					
Parámetros	G	M	L	Observaciones	
Elementos examinados visualmente <u>sin accionamiento</u> de la máquina					
ESTADO GENERAL DE LA MAQUINARIA					
Limpieza					
DEPÓSITO					
Ausencia de fugas					
Presencia de filtro en el orificio de llenado y en buen estado					
Presencia de dispositivo de compensación de presiones					
Presencia de indicador de nivel					
Presencia de dispositivo de vaciado				Resguardo para retención de fugas	

Presencia de punto de agua limpia en la instalación o en su defecto depósito de agua limpia con capacidad mínima de 15l. Norma de seguridad UNE EN 907					
Presencia de material absorbente para recogida de posibles derrames de producto fitosanitario (arena, serrín...)					
Contenedor para depositar el producto inerte una vez utilizada para la recogida de algún derrame de producto fitosanitario.				Contenedor de envases fitosanitarios	
SISTEMA DE MEDIDA, CONTROL Y REGULACIÓN					
Accesibles y que permitan lectura correcta					
MANÓMETRO					
Posibilidad de visualización. Se recomienda la instalación de un manómetro en lanzas de pistolas. Y en el caso de carros de tratamiento con barras verticales un manómetro en la toma de la tubería secundaria.					
Escala legible y adecuada para el rango de presiones de trabajo					
Resolución de la escala $\pm 0,2$ bar (<5bar P de trabajo), $\pm 1,0$ bar (5-20), $\pm 2,0$ (> 20)					
Díámetro mínimo de la carcasa para manómetros analógico (63 mm)					
TUBERÍAS					
Ausencia de doblado					
Indicación indeleble de la presión máxima admisible					

FILTROS				
Presencia de filtro en la aspiración (en bombas volumétricas) y en la impulsión (entre la bomba y boquillas)				
Presencia de dispositivo que permita la limpieza de los filtros sin que se vacíe el contenido del depósito principal				
Facilidad de extracción e intercambio				
Buen estado de los filtros y con tamaño de la malla adecuado para las boquillas instaladas				
BARRA				
Estabilidad/Rigidez (Barra estable en todas direcciones, sin holguras)				
Simetría				
BOQUILLAS				
Presencia de boquillas idénticas en toda la barra (en el caso de carros de tratamiento con barras portaboquillas) y boquillas similares.				
Elección adecuada de las boquillas. Identificación visible y tablas de caudales en función de la presión disponibles.				
Elementos examinados visualmente accionando la máquina (10 Bar)				
BOMBA				
Ausencia de fugas en la bomba				
Estabilidad de la presión (Acumulador neumático= 50% de la presión de trabajo)				

Presencia de válvula de seguridad . Protegería frente a rotura por reventar las tuberías y penetrar en la piel el líquido a presión. Es un elemento de seguridad tanto para el operario como para la misma máquina. (Si se dispone de ella, debe funcionar de manera fiable, se comprueba dándole presión y se ve que el manómetro no sube porque se activa y envía al retorno, es decir que a un cierto valor no aumenta la presión en el circuito porque desaloja)			
AGITACIÓN			
Recirculación claramente visible			
SISTEMAS DE MEDIDA, CONTROL Y REGULACIÓN			
Ausencia de fugas			
TUBERÍAS			
Ausencia de fugas			
BARRA			
Cierre individual de secciones. En el caso de carros de tratamiento de barras verticales			
Ausencia de contaminación en la máquina. (No debe pulverizarse líquido sobre el propio pulverizador, por la razón de que no haya chorreo al suelo)			
BOQUILLAS			
Ausencia de goteo tras 5 seg.			
DISTRIBUCIÓN			
Uniformidad del chorro pulverizado. Es necesario comprobar que la pulverización tanto hidráulica, hidroneumática y neumática se efectúa con chorros uniformes, que no muestran discontinuidad ni gotas distintas en diámetro.			
Medidas realizadas para la calibración de la máquina			

CAPACIDAD DE LA BOMBA			
(Invernadero) La capacidad de la bomba debe estar al menos al 90% de su capacidad nominal original, o sea que cuando haga la prueba del caudal, mido en un minuto los litros totales, y si la bomba marca 100 l/min, pues debe echar al menos 90. Se mide en la salida libre sin boquilla a 8-10 bar.			Q _{teórico} :
SISTEMAS DE MEDICIÓN, CONTROLES Y SISTEMAS DE REGULACIÓN			
(Caseta) Precisión del manómetro			Manómetro:
± 0,2 bar (1-2), ± 10% del valor real para presiones de trabajo >2bar			Sensor:
Otros dispositivos de medida. Si el pulverizador dispone de otros dispositivos de medida, como sensores de caudal o de velocidad de avance, éstos deben medir con un error máximo del 5%			
Caudal. La desviación del caudal de cada boquilla <10% del caudal nominal que señala el fabricante			Sensor: Probeta: t: vol:
(Invernadero) Equilibrado de presiones. La diferencia de presión entre el punto de medida de la máquina y la boquilla debe ser <10%. Salvo el caso de que el equipo disponga de manómetro en la lanza			Sensor: - Boquilla abierta: - Boquilla cerrada:
BARRA			
En caso de carros de tratamiento con barras verticales. La separación entre boquillas y su orientación debe ser uniforme			

Señalización Seguridad		
Puerta de entrada	Extintor	
Prohibición de entrada a personas no autorizadas	Botiquín	
Prohibición de comer y fumar	Invernadero	
Productos tóxicos	Fecha de tratamiento fitosanitario	
Interior Almacén	Fecha para volver a entrar tras la aplicación	
Productos tóxicos en taquilla	Salidas	
EPIs en taquilla	Vías de evacuación	
Riesgo eléctrico en cuadros	Productos tóxicos en salidas de plaguicidas	
Material inflamable en depósitos de combustible	Riesgo eléctrico en cuadro	
Instrucciones para actuaciones de emergencia		
Reja de protección en correa de transmisión		