



ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS LMR OBTENIDOS EN  
FUNCION DE LOS TIPOS DE TRATAMIENTOS  
FITOSANITARIOS REALIZADOS EN CULTIVOS DE  
LECHUGAS.



Facultad de Ciencias Experimentales.  
Departamento de Química Física, Bioquímica  
y Química Inorgánica.

Máster en Residuos de Plaguicidas y Contaminantes.  
Control Alimentario y Ambiental.

VICTOR MANUEL ALFARO DORADO  
Almería, Septiembre 2011

# **ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS LMR OBTENIDOS EN FUNCION DE LOS TIPOS DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS REALIZADOS EN CULTIVOS DE LECHUGAS**

Memoria presentada por D. Víctor Manuel Alfaro Dorado para la defensa del Trabajo Fin de Máster perteneciente al Máster en Residuos de Plaguicidas y Contaminantes. Control Alimentario y Ambiental.

Almería, 5 de septiembre de 2010

VºBº del tutor:

El alumno:

Fdo.: Dr. D. Julián Sánchez-Hermosilla López

Fdo.: Víctor Manuel Alfaro Dorado

Dpto. Ingeniería Rural  
Universidad de Almería.

# Índice de contenido

## PARTE I.

<b>PRESENTACIÓN</b>	5
<b>MÓDULO I: PLAGUICIDAS</b>	5
<b>MÓDULO II: CONTAMINANTES</b>	6
<b>MÓDULO III: GESTIÓN DE LABORATORIOS</b>	7
<b>MÓDULO IV: EXPERIMENTACIÓN EN TÉCNICAS CROMATOGRÁFICA</b>	8
<b>MÓDULO V: TRABAJO FIN DE MASTER</b>	9

## PARTE II.

<b>MEMORIA</b>	10
<b>1. INTRODUCCION</b>	10
<b>2. ANTECEDENTES</b>	12
<b>3. OBJETIVOS</b>	17
<b>3.1 Objetivos generales</b>	17
<b>3.2. Objetivos específicos</b>	17
<b>4. MATERIALES Y METODOS</b>	17
<b>5. RESULTADOS</b>	22
<b>5.1. Tratamientos</b>	22
<b>5.2. Materias activas</b>	26
<b>5.3. Residuos en lechugas</b>	28
<b>5.4. Equipos de Aplicación Utilizados</b>	34

<b>CONCLUSIONES</b>	41
<b>PROPUESTA CONTINUACIÓN DEL TRABAJO</b>	43
<b>REFERENCIAS</b>	44

## PARTE I. PRESENTACIÓN.

El “Máster en residuos de plaguicidas y contaminantes. Control alimentario y ambiental”, de la Facultad de Ciencias Experimentales de la Universidad de Almería, se estructura en cinco módulos. Los tres primeros de carácter teórico, un módulo experimental y el último destinado al Trabajo Fin de Máster.

### MÓDULO I: PLAGUICIDAS.

**Plaguicidas. Aplicaciones y tendencias**, curso donde se ha abordado el estudio de las diferentes técnicas de aplicación de fitosanitarios empleadas en cultivos hortícolas. Se analizó su funcionamiento, para optimizar y reducir los riesgos medioambientales y para la salud derivados del uso de los fitosanitarios. Igualmente abordó el estudio de los diferentes tipos de plaguicidas que existen en el mercado, haciendo hincapié en aquellos con mayor problema de persistencia ambiental, así como los más usados en el campo almeriense.

**Políticas de seguridad alimentaria**, se analizaron las diferentes estrategias y políticas sobre seguridad alimentaria, así como el marco normativo regulador para el control de los residuos de plaguicidas y de contaminantes en alimentos, tanto en el ámbito internacional, europeo, nacional y autonómico. Se estudió también las tres etapas del Análisis de Riesgos (evaluación, gestión y comunicación) para lograr minimizar el riesgo por la exposición a residuos y contaminantes. Se plantearon cuales son las actuaciones ante situaciones de alerta sanitaria, la responsabilidad del operador económico de la cadena alimentaria y las distintas funciones que desempeña la Autoridad Sanitaria.

**Registro de plaguicidas**, donde se han estudiado los objetivos y el procedimiento de autorización y registro de plaguicidas, así como los documentos y normas de la FAO, OCD, y la UE. Los conocimientos adquiridos en este curso capacitan al alumnado para

aplicar procedimientos de evaluación de riesgo sobre la salud humana, evaluación de riesgo ocupacional y evaluación de riesgo ambiental.

**Formulaciones de plaguicidas. Liberación controlada.** En este curso se abordan los fundamentos de los procesos de liberación controlada y los distintos tipos de formulaciones, incidiendo en aspectos tales como diseño, técnicas de preparación, caracterización y evaluación de las mismas. Por otra parte, se ha dado a conocer la aplicación de éstas en la prevención de la contaminación por plaguicidas y sus aplicaciones agronómicas. La asignatura culmina poniendo en práctica la teoría con la elaboración en laboratorio de una formulación de plaguicida de liberación controlada, y su caracterización y su evaluación.

## **MÓDULO II: CONTAMINANTES**

En este módulo se han estudiado los contaminantes y su influencia en el medio. Consta de tres cursos cuyo contenido se resume a continuación:

**Calidad y trazabilidad alimentaria.** Aborda los distintos conceptos de seguridad y calidad alimentaria, dando a conocer los diferentes controles analíticos, distinguiendo los distintos fraudes alimentarios, así como los variados sistemas de calidad (certificaciones) y de seguridad alimentaria. Además de conocer en profundidad el Análisis de Riesgos y Control de Puntos Críticos (APPCC). Finalmente se estudió la trazabilidad alimentaria, sistema de obligado cumplimiento para la seguridad alimentaria y con el cual se facilita el seguimiento de alimentos “desde la granja a la mesa”.

**Contaminantes: significación alimentaria y ambiental,** donde se han adquirido los conocimientos básicos en toxicología alimentaria y ambiental, junto con el desarrollo de las habilidades necesarias para la evaluación de la contaminación de distintas muestras biológicas. Se estudió la normativa sobre la presencia de contaminantes ambientales en agua, suelos y aire.

**Contaminación y remediación de suelos**, en el que se han estudiado las características y propiedades de los tipos de suelos, las propiedades de los principales contaminantes del suelo, así como los factores que controlan su destino en el medio ambiente. Igualmente se ha abordado el estudio de los diferentes métodos y técnicas para la prevención y remediación de suelos contaminados, siendo el objetivo de este bloque del curso el determinar, en función de las condiciones del suelo contaminado, la técnica más apropiada para proceder a su descontaminación.

### **MÓDULO III: GESTIÓN DE LABORATORIOS.**

Se aprenden las herramientas cognitivas y estratégicas precisas para el control analítico en el campo alimentario y ambiental, así como la gestión de la calidad en laboratorios. Consta de las siguientes asignaturas:

**Muestreo. Preparación de muestras.** Se explican los procedimientos de toma de muestras, su problemática y su importancia dentro del problema analítico. Se han dado a conocer las principales técnicas para la separación y/o preconcentración de trazas, destacando los distintos aspectos relacionados con la reducción de tiempo y coste de dicha etapa. Igualmente, se ha considerado un objetivo de esta asignatura el saber elegir el tratamiento y el modo de preparación de la muestra en función del tipo de análisis requerido, del método seleccionado y de la naturaleza de la matriz.

También se estudiaron los conceptos de variabilidad e incertidumbre asociados al muestreo.

**Tratamiento de datos analíticos. Control de calidad.** Se han estudiado los métodos quimiométricos utilizados en el proceso analítico para el tratamiento de datos y evaluación de su calidad. Se han adquirido conocimientos sobre las herramientas metrológicas (materiales, métodos de medida y referencias analíticas) básicas para efectuar correctamente medidas químicas. Así como, saber establecer los parámetros de validación de los métodos de análisis y discutir los mismos en relación con el criterio de ajuste a objetivos. Igualmente se estudió las herramientas estadísticas para asegurar que las medidas son comparables. Además de la validación de métodos cuantitativos, cualitativos y el control de calidad interno y externo

**Gestión de la calidad en laboratorios de ensayo**, donde se estudian las normas de gestión y de acreditación de laboratorios de ensayo, además de conocerse las buenas prácticas de laboratorio para asegurar la calidad, y los documentos necesarios para la implantación de estos sistemas de gestión de calidad prestando especial atención a la redacción de los mismos. También se aborda los procedimientos de auditorías en los laboratorios.

## **MÓDULO IV: EXPERIMENTACIÓN EN TÉCNICAS CROMATOGRÁFICAS**

Tiene un contenido fundamentalmente práctico para facilitar el manejo de técnicas analíticas avanzadas en el control de residuos plaguicidas y contaminantes orgánicos, estudiándose las distintas técnicas cromatográficas, a través de las siguientes asignaturas:

**Espectrometría de masas**, donde se ha desarrollado la base teórica de la espectrometría de masas, las diferentes fuentes de ionización y los distintos tipos de analizadores, modos de trabajo en MS, interpretación de la información obtenida en MS y el acoplamiento con otras técnicas separativas.

**Exposición a plaguicidas**, donde se abordan los principios de la evaluación de riesgos para la salud humana por exposición a plaguicidas, la diferencia entre la evaluación de riesgos y caracterización de peligros. Además de la planificación de los estudios de campo para evaluar la exposición humana (real y potencial) y ambiental a plaguicidas.

**Experimentación en Técnicas Cromatografías**, curso de carácter fundamentalmente práctico, en el se han estudiado las técnicas de cromatografía líquida (HPLC y UHPLC) y los distintos detectores asociados. Profundizando en la optimización de los métodos LC-MS y sus aplicaciones.

También se estudió los métodos GC-MS, y dentro de estos, la optimización de los parámetros cromatográficos, la caracterización espectrométrica de los analitos, los criterios para la identificación, confirmación y cuantificación de los mismos, así como las operaciones de mantenimiento del GC-MS.



Se culminó resolviendo en laboratorio, una serie de problemas planteados mediante la utilización de LC- Fluorescencia, LC-MS/MS (triple cuadrupolo) y GC-MS/MS (triple cuadrupolo).

## **MÓDULO V: TRABAJO FIN DE MÁSTER.**

Se completa la formación desde un punto de vista práctico realizándose el trabajo experimental aplicando muchos de los conceptos estudiados en las diferentes asignaturas del Máster.

Es en la parte II del presente informe, donde se encuentra reflejada la memoria correspondiente a dicho trabajo, integrado en la línea de investigación que se me asignó “Racionalización de las Aplicaciones Fitosanitarias en Invernaderos. Aspectos Técnicos y Agronómicos”.

Con la realización de este proyecto se ha pretendido, por un lado afianzar y ampliar los conocimientos adquiridos en el curso de **“Plaguicidas Aplicaciones y Tendencias”**, e intentar relacionar los distintos tipos de aplicaciones fitosanitarias realizadas sobre los cultivos de lechuga, con la presencia potencial de residuos de los mismos en estas.

Actualmente desarrollo mi actividad laboral en la Unidad de Protección de la Salud del Área de Gestión Sanitaria Norte de Almería, dentro del Servicio de Salud Pública de la Consejería de Salud de la Junta de Andalucía. Considero que la información obtenida a lo largo de este periodo de investigación, donde se han estudiado los datos desde distintos puntos de vista, puede ser de gran interés no solo para mí y para la empresa que me ha facilitado los datos en los que se sustenta el estudio, sino también, para la comunidad universitaria.

Este trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración de la empresa SAT PRIMAFLOR, de la localidad de Pulpi (Almería), la cual me facilitó los datos en los que se basa el estudio, por lo tanto aprovecho para mostrar mi agradecimiento a los responsables de esta empresa por confiar en mi persona y por facilitarme todos los datos que me fueron necesarios.

## **PARTE II. MEMORIA**

### **1. INTRODUCCIÓN.**

El factor de crecimiento de la población mundial a partir de la mitad del siglo pasado ha influido para que los modelos de producción agraria cambien, y así poder alimentar a la población. Las previsiones de crecimiento, realizadas por distintos organismos mundiales, contemplan una población de 10.000 millones de habitantes para el 2050, estableciendo el mayor crecimiento en los países en vías de desarrollo (Celma, 2003).

Las prácticas agrícolas surgidas de la Revolución Verde (1950-1960), permiten un incremento de los rendimientos de los cultivos, basándose en el uso de variedades de alto rendimiento que requieren, en la mayor parte de las ocasiones, la utilización de riego, fertilizantes y una gran variedad de fitosanitarios, para un buen desarrollo del cultivo.

La creciente preocupación pública sobre los riesgos potenciales para la salud que plantea la presencia de residuos de plaguicidas en la alimentación humana ha hecho que se modifiquen sustancialmente las estrategias de protección de cultivos (Hajslov'a et al., 1998). En consecuencia, el uso de fitosanitarios esta sujeto a estrictas regulaciones, especialmente en lo que respecta a los niveles residuales en los alimentos comerciales.

La Comisión del Codex Alimentarius de la Organización de las para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (Codex Alimentarius Pesticide Residues in Food, 1996) y la Comunidad Europea han establecido límites máximos de residuos (LMR) en los alimentos para una serie de plaguicidas (Reglamento (CE) N° 396/2005, de 23 de febrero, relativo a los límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos y piensos de origen vegetal y animal).

En Europa las nuevas normativas que se aprueban tienen en común la protección de la salud y la preservación del medio ambiente. Para que se pueda utilizar un fitosanitario en Europa se deben dar tres premisas: No producir efectos perjudiciales en los consumidores, agricultores o terceros, no tener efectos inaceptables en el medio ambiente y ser suficientemente eficaces (SANCO, 2008)

Los tres objetivos de los sistemas sostenibles de producción de alimentos son: elevar la producción y la productividad, reducir los efectos de la contaminación y la degradación de recursos, y la viabilidad social y económica (Cesar y Montoya, 2005).

Los fitosanitarios son esenciales para la protección de las plantas, ahora bien, se debe hacer un uso racional para lograr el objetivo que persiguen, proteger la salud de la población y preservar el medio ambiente. Para esto es necesario que se apliquen bajo un Código de Buenas Practicas Agrarias, cuya finalidad sea llegar a un uso óptimo de los equipos de aplicación y a una Gestión Integrada de Plagas. Lo cual no supone la exclusión del uso de productos fitosanitarios para la defensa vegetal, sino su utilización más compatible con el medio ambiente.

## **2. ANTECEDENTES.**

El control de residuos de plaguicidas en alimentos y más concretamente en productos agrícolas, es una exigencia necesaria en el mantenimiento de la calidad higiénico-sanitaria del consumo de productos alimenticios, y por tanto, actividad obligada en la totalidad de los países que componen la Comunidad Económica Europea (Akerblom y Bergh, 1982; Andersson et al., 1982; Andersson y Ohlin, 1986).

El Reglamento (CE) N° 178/2002, establece como base de la legislación alimentaria el análisis de riesgo para lograr el objetivo de protección de la salud de las personas. El **análisis de riesgos** puede definirse como una estrategia global para el tratamiento de riesgos y tiene tres elementos interrelacionados: la determinación del riesgo, la gestión del riesgo y la comunicación del riesgo (Secretaría General de Salud Pública y Participación. Febrero de 2011). Estos tres elementos ofrecen una metodología sistemática para establecer medidas o acciones eficaces, proporcionadas y específicas para proteger la salud.

La gestión del riesgo es un proceso dinámico, con aportación de datos y parámetros sobre la toma de decisiones, susceptibles de modificarse con el paso del tiempo.

Por **riesgo químico** se considera, la probabilidad de exposición a todo elemento o compuesto químico, por sí solo o combinado, tal como se presenta en estado natural o de síntesis, utilizado o vertido, incluido el vertido como residuo (Secretaría General de Salud Pública y Participación. Febrero de 2011).

La presencia de sustancias químicas en los alimentos se puede producir por la contaminación medioambiental (aire, agua o suelo) o por la adición intencional de sustancias, como los plaguicidas, los medicamentos veterinarios y otros productos utilizados en la producción primaria, así como, por el uso de aditivos y coadyuvantes tecnológicos a lo largo de la fabricación y transformación de los alimentos.

En Europa la normativa sanitaria en relación a los límites de residuos plaguicidas son:

- Reglamento (CE) N° 396/2005, de 23 de febrero, relativo a los límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos y piensos de origen vegetal y animal, y que modifica la Directiva 91/414/CEE, que establece, entre otras, la obligación de realizar programas de control plurianuales y la remisión de los resultados obtenidos a la Comisión.

- Reglamento (CE) N° 915/2010 de la Comisión, de 12 de octubre de 2010, relativo a un programa plurianual coordinado de control de la Unión para 2011, 2012 y 2013 destinado a garantizar el respeto de los límites máximos de residuos de plaguicidas en los alimentos de origen vegetal y animal o sobre los mismos y a evaluar el grado de exposición de los consumidores a estos residuos.

Además en nuestro país también son de aplicación las siguientes normas:

- Real Decreto 280/1994, de 18 de febrero, por el que se establecen los límites máximos de residuos de plaguicidas y su control en determinados productos de origen vegetal
- Real Decreto 290/2003, de 7 de marzo, por el que se establecen los métodos de muestreo para el control de residuos de plaguicidas en los productos de origen vegetal y animal.

En el Informe de la Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (Informe Científico de la EFSA, 2010), de los resultados del monitoreo de residuos de plaguicidas en los productos alimenticios obtenidos durante el año 2008 en los 27 estados miembros de la Unión Europea se establece, que de las 70.000 muestras que se tomaron de cerca de 200 tipos de alimentos para detectar residuos de pesticidas (862 residuos plaguicidas) por las autoridades competentes, el 96,5% de las muestras cumplen con los niveles de residuos máximos legales (LMR) de plaguicidas.

En la zona del Levante Almeriense, durante estos últimos veinte años, se ha producido un incremento considerable de producción de hortalizas, concretamente de lechugas. En esta zona se concentra más del 20% de la producción española de lechugas (Biosol Portocarrero, 2006).

Las principales plagas que afectan al cultivo de lechuga son tryps (*Frankliniella occidentalis*) y virus (bronceado de tomate o TSWV, mosaico de la lechuga o LMV) en los cultivos de verano. Mientras que en invierno suelen aparecer orugas (*Spodoptera* sp., *Plusia* sp., *Heliotis* sp.), pulgón (*Nasonovia ribisnigri*, *Macrosiphum cuphorbiacae*, *Myzus persicae*) y botritis (*Botryticinerea*) (Quilis, 2003).

El trips es una de las plagas que mayor daño causa al cultivo de la lechuga. El principal daño que ocasiona al cultivo no es directo sino el indirecto transmitiendo el virus del bronceado del tomate. El ataque de los pulgones suele ocurrir cuando el cultivo está próximo a la recolección. Aunque si la planta es joven y el ataque es considerable puede arrasarse el cultivo. Por su parte, los síntomas de brotitis comienzan en las hojas más viejas con unas manchas de aspecto húmedo que se tornan amarillas, esta enfermedad se puede controlar reduciendo los excesos de humedad y disminuyendo la profundidad y densidad de la plantación (Quilis, 2003). Para luchar contra estas plagas es necesario, entre otras medidas, la aplicación de productos fitosanitarios (García, 2000)

Para la aplicación de fitosanitarios en lechuga se utilizan normalmente equipos pulverizadores hidráulicos con barra acoplados a un tractor, equipos pulverizadores hidráulicos manuales (mochila), equipos pulverizadores hidráulicos asistidos con aire (twin) o bien aplicaciones aéreas. También en algunas ocasiones los fitosanitarios se aplican mediante sistemas de riego.

En general, la mayoría de las aplicaciones fitosanitarias en lechuga se realizan utilizando la tecnología de la pulverización hidráulica, de manera que la presión del líquido confinado en las tuberías le permite atravesar un estrechamiento, o boquilla, y salir a la atmósfera. Un incremento de la presión hace que aumente el caudal pulverizado, para una boquilla determinada, a la vez que reduce las dimensiones de las gotas producidas. Manteniendo la presión constante, el aumento de las dimensiones del orificio de salida de la boquilla produce un aumento del caudal pulverizado y del tamaño de las gotas producidas.

La baja uniformidad del espectro de gotas producido con la pulverización hidráulica, tiene consecuencias negativas para la eficacia de la pulverización, ya que para el control de una plaga se necesita un número de impactos mínimo en el área de tratamiento, con independencia del tamaño de las gotas utilizadas. Sin embargo, aseguran una distribución superficial uniforme con el adecuado solapamiento de los chorros de pulverización (Márquez, 2008).

La pulverización hidráulica presenta fundamentalmente tres problemas: la dificultad para mojar el envés de las hojas, la dificultad de penetración en la totalidad de la masa vegetal y la deriva del caldo durante la aplicación (Márquez, 2008).

Los equipos pulverizadores hidráulicos asistidos con aire (twin) presentan como ventajas, en relación al resto de equipos pulverizadores hidráulicos, que la aplicación es mas uniforme, hay una mayor penetración en la masa vegetal, un mayor mojado del envés, una mayor deposición y una menor deriva, debido fundamentalmente a la acción de la corriente de aire (Márquez, 2008).

Otra forma de aplicación es la pulverización hidroneumática, se produce por el choque de una corriente de aire de gran velocidad con el líquido colocado ante ésta en forma de lámina, que fluye desde una tubería en la que circula con muy poca presión. El diámetro de las gotas producidas está relacionado con la velocidad de la corriente de aire (Márquez, 2008).

Por ultimo, en las aplicaciones aéreas se utiliza normalmente la pulverización centrífuga, consistente en aportar un caudal de caldo sobre un elemento dotado de movimiento de rotación. De esta forma la fuerza centrífuga es la que origina la pulverización del líquido. Si el aporte de líquido es suficiente, en el extremo del disco, o elemento en rotación, se forma un anillo de líquido, que por la fuerza centrífuga se rompe en gotas muy finas, mucho menores que cuando la cantidad de líquido aportada no permite la formación del anillo. El tamaño de las gotas formadas se reduce a medida que aumenta la fuerza centrífuga en el elemento en rotación, y por tanto con su diámetro y la velocidad de giro. La población de gotas resultante es de gran uniformidad, aunque resulta difícil controlar la trayectoria de estas gotas ante pequeñas variaciones de las condiciones atmosféricas (Márquez, 2008)

Los residuos presentes en productos cosechados son proporcionales a la tasa de aplicación de plaguicidas (concentración de la pulverización) utilizados para el cultivo (Mac Lachlan y Hamilton, 2011). Por tanto, es imprescindible determinar con exactitud la cantidad de fitosanitario necesaria para controlar las plagas y enfermedades en los cultivos.

Debemos tener presente que los problemas de residuos plaguicidas que afectan a la lechuga “arrepollada” de tipo iceberg, son menores que los que se presentan para otro tipo de lechugas abiertas (Cadahía, 2001), ya que las lechugas abiertas, al tener una mayor superficie, estas serán más mojadas por el caldo durante la aplicación, penetrando en la totalidad de la masa vegetal.

Cuando se efectúa un tratamiento se persiguen tres objetivos (Bautista et al., 1998):

- Máximo aprovechamiento del producto fitosanitario (reducción de las pérdidas).
- Máxima uniformidad de distribución (eficacia).
- Máximo rendimiento de trabajo (superficie/hora)

La Unión Europea está tratando de reducir el impacto global de los plaguicidas sobre la salud y el medio ambiente. En 2006 la Comisión Europea propuso una estrategia para mejorar la manera en que los plaguicidas se usan en toda la UE, denominada “Estrategia temática sobre el uso sostenible de los plaguicidas” (Comunicación de la Comisión al Consejo, 2006). La estrategia consta, por un lado, de una serie de medidas que se integran en los instrumentos legislativos existentes y en las políticas en vigor y, por otro, de medidas no integrables en los instrumentos existentes y que se incluyen en una propuesta de directiva presentada junto con la estrategia. Esas medidas tienen por objeto realizar los cinco objetivos establecidos en la Comunicación de 2002 “Hacia una estrategia temática para el uso sostenible de los plaguicidas” (Comisión de las Comunidades Europeas 2002). Esta estrategia pretende fomentar una aplicación reducida o un cultivo libre de plaguicidas, especialmente a través de la sensibilización de los usuarios, la promoción del uso de los códigos de buenas prácticas y la disponibilidad de los medios financieros necesarios para la investigación aplicada y la formación.

El Parlamento Europeo y el Consejo, adoptaron un nuevo marco legislativo sobre plaguicidas con la publicación de un Reglamento (Reglamento 1107/2009 de 21 de octubre de 2009) para la introducción de productos fitosanitarios en el mercado, que especifica los criterios estrictos para la autorización de sustancias, a fin de asegurar un alto nivel de protección de la salud humana y animal, y del medio ambiente. Y una Directiva (Directiva 2009/128 de 21 de octubre de 2009) de uso sostenible de productos fitosanitarios, que pretende reducir el riesgo relacionado con el uso de plaguicidas, mejorando la calidad y eficacia de los equipos de aplicación de plaguicidas, asegurando



una mejor formación y educación de los usuarios, y desarrollando programas de control integrado de plagas.

### **3. OBJETIVOS.**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

El objetivo general del presente trabajo es determinar si la presencia de residuos fitosanitarios en lechugas Iceberg, esta relacionada el tipo de aplicación realizada sobre estos cultivos.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Objetivo 1: Comprobar que los residuos de plaguicidas encontrados en las lechugas, son conformes a los niveles establecidos en la normativa vigente.

Objetivo 2: Comprobar que los plaguicidas utilizados en las aplicaciones estaban debidamente autorizados cuando se utilizaron.

Objetivo 3: Comprobar como ha influido la publicación de la Directiva de uso sostenible de productos fitosanitario (Directiva 2009/128 de 21 de octubre de 2009)

Objetivo 4: Disponer de datos sobre la presencia de residuos en lechugas, a efectos de aportar datos para la poder realizar una posible determinación de exposición y un posterior estudio de evaluación de riesgos.

### **4. MATERIALES Y MÉTODOS**

Para desarrollar este estudio se parte con la colaboración de la empresa SAT Primaflor de la localidad de Pulpi (Almería).El grupo Primaflor cultiva unas 4000 hectáreas de un amplio surtido de hortalizas y variedades de lechuga, destinando 2000 hectáreas al cultivo de lechuga iceberg.

La empresa fue informada de la pretensión de este trabajo dentro del “Master en Residuos de Plaguicidas y Contaminantes. Control Alimentario y Ambiental”, pareciéndole interesante y esperando que los resultados que se obtengan los puedan utilizar en su ciclo de mejora continua.

La ORDEN APA/326/2007, de 9 de febrero, por la que se establecen las obligaciones de los titulares de explotaciones agrícolas y forestales en materia de registro de la información sobre el uso de productos fitosanitarios, establece en su artículo tercero, el registro de datos de explotación (BOE núm. 43 de 19 febrero 2007). En este registro se asentará, a continuación de la fecha correspondiente, la información relativa a las siguientes operaciones:

a) Para cada tratamiento plaguicida realizado:

1. ° Cultivo, cosecha, local o medio de transporte tratado.
2. ° Plaga, incluidas las malas hierbas, motivo del tratamiento.
3. ° Producto utilizado, nombre comercial y n ° de Registro.

b) Para cada análisis de plaguicidas realizado:

1. ° Cultivo o cosecha muestreados.
2. ° Sustancias activas detectadas.
3. ° Número del boletín de análisis y laboratorio que lo realiza.

c) Para cada cosecha o cada partida de cosecha comercializada:

1. ° Producto vegetal.
2. ° Cantidad del mismo expedida.
3. ° Nombre y dirección del cliente o receptor.

El ciclo de la lechuga es de 30-60 días. La entidad que ha facilitado los datos para la realización de este estudio, tiene establecidos cuatro estadios a considerar a la hora de realizar un tratamiento:

- Pequeño: 21 días plazo de seguridad.
- Pequeño-mediano: 15 días plazo de seguridad.

- Mediano: 7 días plazo de seguridad.
- Grande: 3 días plazo de seguridad.

Se ejecutan tratamientos, según la presión de plaga y por la experiencia acumulada de años anteriores. Cada finca recibe una visita semanal por parte del jefe de finca y del técnico de cultivo. Si fuera preciso realizar un tratamiento, por algunas de las causas indicadas en la Tabla 1, y según el estadio de las lechugas (días que quedan para la cosecha), se prepara un plan de tratamiento. Todo plan de tratamiento queda registrado, así como, la confirmación de su ejecución.

Los técnicos de la empresa tienen establecidos cuatro zonas de cultivos de lechuga ICEBERG: costa, media, intermedia y verano. Dentro de estas cuatro zonas existen distintas fincas. Dichas zonas las tienen establecidas en función de la climatología.

Los métodos de aplicación de fitosanitarios que emplean en las cuatro zonas son:

- Riego
- Barra-mano (pulverización hidráulica)
- Tractor (pulverización hidráulica)
- Twin (pulverización hidroneumática, atomizador)
- Aéreo (pulverización centrifuga, helicóptero)

Se ha utilizado una base de datos (EXCEL) de los cultivos de lechuga ICEBERG, basada en el registro anteriormente indicado, correspondiente a las campañas de 2006/2007, 2007/2008, 2008/2009 y 2009/2010, con los siguientes datos:

- Numero de tratamiento
- Campaña
- Método de aplicación
- Finca
- Fitosanitario utilizado (marca comercial) y nº de registro
- Plaga
- Análisis realizados.

También se ha utilizado un fichero en formato PDF, donde constan todos los boletines analíticos correspondientes a los análisis multirresiduos realizados a las lechugas Iceberg en las cuatro campañas indicadas.

Los boletines analíticos corresponden al plan de muestreo realizado por la empresa. Este se realiza según establece la Norma UNE 15511: 2009 Hortalizas frescas. Producción controlada. Lechuga. En esta norma se regulan aspectos de muestreo y métodos de ensayo (AENOR).

Partiendo de los datos facilitados por la empresa lo primero que se realizó, fue clasificar los boletines analíticos en función de la presencia o ausencia de residuos fitosanitarios. Una vez clasificados, los que presentaban residuos, se procedió a la identificación y clasificación de los fitosanitarios detectados. Se comprobó si su uso estaba autorizado para el cultivo en la fecha de su aplicación, y si superaban los LMR establecidos.

En los boletines analíticos se identificaron los laboratorios que los realizaron. Fueron hasta seis los laboratorios encargados para la determinación de multirresiduos a lo largo de las cuatro campañas:

- COEXPHAL LABORATORIO. N° acreditación por ENAC 254/LE537.
- FITOSOIL Antonio Abellán Caravaca SL. N° acreditación por ENAC 387/LE619.
- LABORATORIO QUIMICO MICREOBIOLOGICOSA. N° acreditación por ENAC 498/LE806.
- ECOSUR. N° acreditación por ENAC 354/LE709.
- CAVENDISH. N° acreditación por ENAC 278/LE1027.
- KUDAN LABORATORIOS. N° acreditación por ENAC 324/LE670

Se comprobó que las certificaciones eran conforme a los requisitos de la norma **UNE-EN ISO/IEC 17025** para la realización de análisis físico-químicos de plaguicidas en

frutas y hortalizas en la Web de ENAC. Igualmente se cotejó con la información disponible en la red, por los laboratorios, el alcance de las acreditaciones.

Además, se revisaron que técnicas analíticas utilizaron para la determinación de multiresíduos de plaguicidas, siendo:

- GC- $\mu$ ECD-NPD-MSD
- GC-MS/MS
- GC-MS
- LC-MS/MS
- ESPECTROFOTOMETRIA UV
- HPLC-MS/MS

Los boletines analíticos fueron clasificados por series anuales para su estudio comparativo. Cada boletín analítico se encuentra codificado. Con dicho código se correlacionó, en la base de datos de trabajo, la campaña, finca, parcela, método de aplicación, fechas de aplicaciones, causa del tratamiento y fitosanitarios utilizados.

Se considera un boletín analítico como positivo, cuando se determina la presencia de uno o más fitosanitarios por encima del límite de detección. Una vez identificados los boletines analíticos positivos y dentro de ellos, que residuos plaguicidas son los detectados, el siguiente paso es poder relacionar la presencia de estos residuos como consecuencia de su utilización en los tratamientos recibidos en las parcelas de cultivo, así como, el tipo de aplicación realizada con los fitosanitarios que se detectan.

Cuando un boletín analítico se considera positivo, mediante la tabla Excel identificamos de que finca y de que parcela procede la muestra, y cuando fue recolectado el cultivo. Conociendo la fecha de recolección, se puede saber las distintas causas que motivaron los tratamientos en esa parcela, desde su plantación hasta la recolección, que tratamientos se han efectuado, con que productos, con que dosis, la fecha en la cual se realizan y el tipo de aplicación.

Como se ha comentado anteriormente, los boletines analíticos están identificados por un código, que permite correlacionar en la base de datos la campaña, finca, sector de

cultivo, parcela de cultivo, estadio, semana cultivo, semana de análisis, método de aplicación, producto utilizado (fitosanitario) y motivo del tratamiento, entre otros datos.

Por tanto, si se determinan uno o varios residuos en un boletín analítico, se puede saber si el fitosanitario fue utilizado para tratar el cultivo y las fechas en que se ejecutaron los tratamientos, como también, los tipos de aplicación empleados. Se debe tener en cuenta que una misma parcela y durante el mismo cultivo, se puede aplicar un mismo fitosanitario en fechas distintas y con métodos de aplicación distintos.

Para la realización de este estudio, se considera siempre el caso más desfavorable, es decir, si un mismo cultivo ha sido tratado varias veces, desde que fue plantado hasta su recolección, con un fitosanitario que ha sido detectado en los boletines analíticos, se selecciona el último tipo de aplicación utilizado con el fitosanitario.

En resumen, realizando los pasos anteriores se comprueba que en todos los boletines positivos, los residuos fitosanitarios que se detectan se han aplicado en la finca muestreada. Como una finca, durante el ciclo de cultivo de la lechuga, puede ser tratada por distintas causas, en distintas fechas y con distintos tipos de aplicación, se selecciona el último tipo de aplicación realizado con el fitosanitario presente en el boletín analítico. Es decir, si en un boletín analítico se determina la presencia de uno o varios residuos fitosanitarios, lo primero que se hace es comprobar que en la finca de donde procede la muestra y para ese cultivo han utilizado esos fitosanitarios. Una vez comprobados, para determinar el tipo de aplicación, se selecciona el último realizado con la materia activa que origina el positivo.

## **5. RESULTADOS.**

### **5.1 TRATAMIENTOS**

Las distintas causas que motivaron los tratamientos realizados, y el número de veces que aparecieron estas causas en los cultivos de lechuga Iceberg, durante las cuatro campañas estudiadas, fueron las descritas en la Tabla 1.

Tabla 1. Causas que motivaron los tratamientos

CAUSA TRATAMIENTO	NÚMERO
Alternaria	5
Botrytis	845
Coadyuventes	32
Cultivo deficiente	2187
Gramineas anuales	1
Gusano alambre	2
Helicoverpa armigera	90
Incremento prduccion	47
Malas hierbas	277
Mildiu	1500
Minador larva	201
Mojante	368
Mosca del minador	4
Oidio/oidiosis	9
Orugas de lepidopteros	1451
Pulgones	1678
Rosquilla	6
Sclerotinia	121
Spodoptera exigua	115
Spodoptera litoralis	169
Trips (Frankliniella occidentalis)	303

La principal causa de tratamiento es por cultivo deficiente (necesidad de aplicación de abonos). Siendo los pulgones, mildiu, orugas de lepidópteros y botrytis los principales responsables del uso de fitosanitarios. Las materias activas empleadas (Tabla 2) para el tratamiento en las mismas fueron: 29 (49,10%) insecticidas, 22 (37,30%) fungicidas, 7 (11,90%) herbicidas y un agente biológico (1,70%).

Tabla 2. Materias activas empleadas durante las campañas analizadas.

CLASIFICACION	MATERIA ACTIVA	CLASIFICACION TOXICOLOGICA <sup>(1)</sup>
Agente biológico	Bacillus thuringensis	
Insecticida	Abamectina	N, T+
Insecticida	Acetamiprid	Xn
Insecticida	Acrinatrín	N
Insecticida	Azadiractin	Xn N
Insecticida	Betaciflutrin	N, T+
Insecticida	Bifentrin	N, T
Insecticida	Ciflutrin	N, T+
Insecticida	Cipermetrin	Xn N
Insecticida	Ciromazina	Xn N
Insecticida	Clorpirifos	N, T
Insecticida	Deltametrin	N, T

Insecticida	Diazinon	Xn N
Insecticida	Dimetoato	Xn
Insecticida	Endosulfan-pirimicarb	N, T+ / N, T
Insecticida	Fenitrotrion	Xn N
Insecticida	Flufenoxuron	Xn N
Insecticida	Imidacloprid	Xn N
Insecticida	Indoxacarb	Xn N
Insecticida	Lambda cihalotrin	N, T+
Insecticida	Lufenuron	Xn N
Insecticida	Malation	Xn N
Insecticida	Metil tiofanato	Xn N
Insecticida	Metomilo	N, T+
Insecticida	Pirimicarb	N, T
Insecticida	Spinosad	N
Insecticida	Tau fluvalinato	Xn N
Insecticida	Tebufenocida	N
Insecticida	Tiametoxan	Xn N
Insecticida	Triclorfon	Xn N
Fungicida	Azoxistrovin	N, T
Fungicida	Benalaxil-mancozeb	N/ Xn N
Fungicida	Boscalida	N
Fungicida	Carbenzamida	N, T
Fungicida	Cimoxanilo	Xn N
Fungicida	Cimoxanilo-folpet-fosetil	Xn N/ Xn N/Xi
Fungicida	Dimetomorf- mancozeb	N/ Xn N
Fungicida	Fenhexamida	N
Fungicida	Fludioxinil	N
Fungicida	Folpet	Xn N
Fungicida	Iprodiona	Xn N
Fungicida	Mancozeb	Xn N
Fungicida	Ciprodinil	Xn, N
Fungicida	Metalaxil	Xn
Fungicida	Metiran	Xi N
Fungicida	Piraclostrobin	N, T
Fungicida	Pirimetanil	N
Fungicida	Procimidona	Xn
Fungicida	Propamocarb	Xn N
Fungicida	Tebuconazol	Xn N
Fungicida	Tolyfluanid	N, T+
Fungicida	Vinclozolina	N, T
Herbicida	Benfluralina	Xi N
Herbicida	Clortal dimetil	N, T
Herbicida	Linuron	N, T
Herbicida	Oxadiargil	Xn N
Herbicida	Oxifluorfen	Xn
Herbicida	Pendimetalina	Xi N
Herbicida	Propizamida	Xn N

<sup>(1)</sup> Clasificación realizada en base al “Manual Toxicológico de Productos Fitosanitarios para Uso Sanitario” (Cabrera et al., 2001) y la base de datos ESIS: European Chemicals Substances Information Systems.



La mayoría de los fitosanitarios utilizados están clasificados como nocivos y peligrosos para el medio ambiente. En menor medida hay muy tóxicos y tóxicos.

Por lo que respecta a la técnica de aplicación utilizada, en el periodo de tiempo estudiado se ha realizado 3194 tratamientos con fitosanitarios, de los cuales 1262 fueron aéreos, 1128 con tractor, 336 con riego, 292 mediante twin y 176 por barra mano (Figura 1).

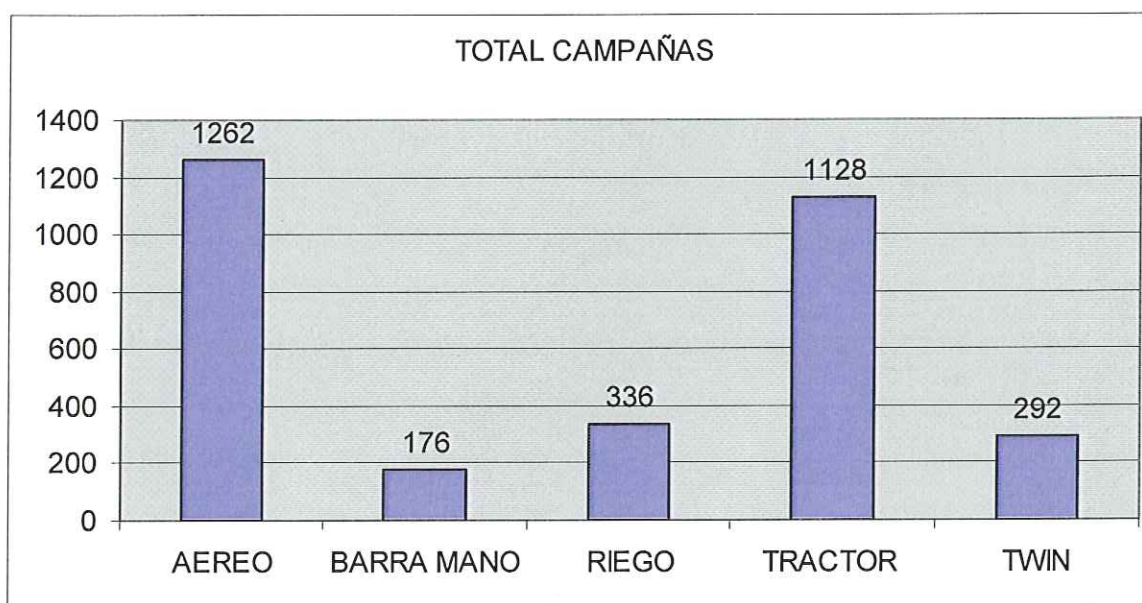


Figura 1. Número de tratamientos según técnica de aplicación en todas las campañas analizadas.

Teniendo en cuenta los datos totales de las campañas analizadas (Figura 1), se observa que la técnica de aplicación más utilizada fue la aérea (39%), seguida por tractor con barras pulverizadoras (35%), el riego (11%) y el pulverizador hidráulico con asistencia de aire (twin) 9%. El menos usado fue la barra pulverizadora manual (6%). Por otra parte, destacar que el número de aplicaciones se ha ido reduciendo de un año a otro (Tabla 3), salvo en el 2010 en el que se ha producido un incremento del 31% respecto a 2009. No obstante, en la serie de años analizada se ha producido una reducción del 25% de las aplicaciones realizadas (comparando en año 2007 con el 2010).

Tabla 3. Numero de aplicaciones anuales según tipo de aplicación.

TIPO DE APLICACION	Año 2007	Año 2008	Año 2009	Año 2010	TOTAL
Aéreo	466	356	239	201	1262
Barra pulverizadora manual	28	25	28	95	176
Riego	104	89	71	72	336
Tractor-barra pulverizadora	305	235	203	385	1128
Twin	122	112	44	14	292
TOTAL	1025	817	585	767	3194

Igualmente se evidencia que los tipos de aplicaciones que más descienden en número, son el aéreo y el twin (Tabla 3). Las aplicaciones por riego y tractor no sufren variaciones significativas en las series anuales en cuanto al número (Tabla 3).

En la Tabla 4 se detallan la evolución de los tipos de aplicaciones a lo largo de los años estudiados. Se observa que durante los tres primeros años, la proporción de las aplicaciones aéreas y mediante tractor no varían. En cambio se evidencia en 2010 una disminución de un 14% en aplicación aérea y un aumento de un 19% en la aplicación por tractor. La aplicación por riego y tipo TWIN permanece sin variaciones significativas durante las series estudiadas. En cuanto a la aplicación barra mano, esta se incrementa en la serie 2009 en 25 puntos porcentuales en comparación con 2007 y 2008, para descender 16 puntos en 2010.

Tabla 4. Porcentaje de utilización de las diferentes técnicas de aplicación en las campañas estudiadas.

TIPO APLICACIÓN	2007	2008	2009	2010
Aéreo	45%	43%	40%	26%
Barra mano	3%	3%	28%	12%
Riego	10%	11%	12%	9%
Tractor	30%	29%	32%	51%
Twin	12%	14%	8%	14%

## 5.2 MATERIAS ACTIVAS.

Durante las campañas analizadas fueron un total de 9411 los motivos que justificaron la realización de tratamientos fitosanitarios. Esto se ha traducido en un total de 3194 aplicaciones fitosanitarias, ya que en una misma aplicación se pueden controlar varios problemas fitosanitarios.

Las materias activas que se han utilizado en las distintas aplicaciones a lo largo de las cuatro campañas, fueron listadas con anterioridad (Tabla 2). El 49.1% fueron insecticidas, un 37.3% fungicidas, el 11.9% fueron herbicidas y un 1.7% agentes biológicos. En la tabla 6 se indican los fitosanitarios utilizados.

Tabla 6. Materias activas utilizadas en 2007, 2008, 2009 y 2010

2007	2008	2009	2010
Abamectina	Abamectina	Abamectina	Abamectina
Acetamiprid	Acetamiprid	Acetamiprid	Acetamiprid
Acrinatrín	Acrinatrín	Acrinatrín	Alfa cipermetrin
Alfa cipermetrin	Alfa cipermetrin	Alfa cipermetrin	Azoxistrovin
Azadiractin	Azadiractin	Azadiractin	Bacillus thuringensis
Azoxistrovin	Azoxistrovin	Azoxistrovin	Benalaxil-mancozeb
Bacillus thuringensis	Bacillus thuringensis	Bacillus thuringensis	Benfluralina
Benalaxil-mancozeb	Benalaxil-mancozeb	Benalaxil-mancozeb	Betaciflutrin
Betaciflutrin	Betaciflutrin	Benfluralina	Bifentrin
Bifentrin	Bifentrin	Betaciflutrin	Boscalid
Cimoxanilo-ditiocarbamatos	Boscalid	Bifentrin	Ciflutrin
Cimoxanilo-folpet-fosetil	Carbenzamida	Boscalid	Cimoxanilo
Cipermetrin	Ciflutrin	Carbenzamida	Cimoxanilo-folpet-fosetil
Cipermetrina-metomilo	Cimoxaniloditiocarbamatos	Ciflutrin	Cipermetrin
Ciprodinil	Cimoxanilo-folpet-fosetil	Cimoxanilo	Ciprodinil
Cyromacina	Cipermetrin	Cimoxanilo-folpet-fosetil	Deltametrin
Deltametrin	Cipermetrina-metomilo	Cipermetrin	Diazinon
Dimetoato	Ciprodinil	Ciprodinil	Dimetoato
Dimetoato-clorpirifos	Ciromazina	Clortal dimetil	Dimetomorf- mancozeb
Dimetomorf- mancozeb	Clorpirifos	Deltametrin	Fenhexamida
Fenitrotion	Deltametrin	Dimetoato	Fludioxinil
Flufenoxuron	Diazinon	Dimetomorf- mancozeb	Flufenoxuron
Folpet	Dimetoato	Fenhexamida	Folpet
Imidacloprid	Dimetoato-clorpirifos	Flufenoxuron	Imidacloprid
Indoxacarb	Dimetomorf- mancozeb	Folpet	Indoxacarb
Malation	Endosulfan-pirimicarb	Imidacloprid	Iprodiona
Mancozeb	Folpet	Iprodiona	Linuron
Metalaxil	Imidacloprid	Lambda cihalotrin	Lufenuron
Metil clorpirifos	Indoxacarb	Malation	Metalaxil
Metil tiofanato	Iprodiona	Mancozeb	Metil clorpirifos
Metionilo	Malation	Metil clorpirifos	Metiran
Metiran	Mancozeb	Metomilo	Mojante
Oxifluorfen	Metalaxil	Oxadiargil	Pendimetalina
Pirimetanil	Metil clorpirifos	Pirimetanil	Piraclostrobin
Procimidona	Metil tiofanato	Pirimicarb	Pirimetanil
Propamocarb	Metiran	Propizamida	Pirimicarb
Propizamida	Metomilo	Spinosad	Propizamida
Spinosad	Oxadiargil	Tau fluvanilato	Spinosad
Tau fluvanilato	Pirimicarb	Tebufenocida	Tensoactivo no ionico
Tebuconazol	Procimidona	Tensoactivo no ionico	Tiametoxan
Tebufenocida	Propamocarb	Thiamethoxam	

Thiamethoxam	Propizamida	Triclorfon	
Tolyfluanid	Spinosad		
Triclorfon	Tau fluvalinato		
Vinclozolina	Tebufenocida		
	Tensoactivo no ionico		
	Thiamethoxam		
	Triclorfon		
	Vinclozolina		

El número de materias activas (MA) distintas usadas fue de 63 en total. Siendo en cada serie anual de 45 MA en 2010, 43 MA en 2009, 50 MA en 2008 y 49 MA en 2007. Se comprobó que hay materias activas que se han utilizado todos los años, y hay otras, que debido a revocación o cancelación de su autorización por parte del MARM (Ministerio de Medioambiente, Medio Rural y Medio Marino), han dejado de ser utilizadas. Estas MA son principalmente insecticidas organofosforados (fenitotrión, malatión, triclorfon). También se han dejado de aplicar insecticidas derivados del ácido carbámico (metonilo) y funguicidas como la procimidona, tolyfluanid y vinclozolina. (MARM).

### 5.3 RESIDUOS EN LECHUGA

Durante las campañas estudiadas se han realizado un total de 205 análisis multiresiduos a los cultivos de lechuga Iceberg. De estos, en 104 se determinó la presencia de fitosanitarios, aunque ninguno de los residuos superó los LMR. Lo que indica que se realiza una buena regulación tanto de los equipos de aplicación como de las dosis de caldo distribuidas en la parcela.

En la Figura 2 se recoge el número de análisis realizados en cada campaña, diferenciando los positivos de aquellos en los que no se ha detectado la presencia de fitosanitarios.

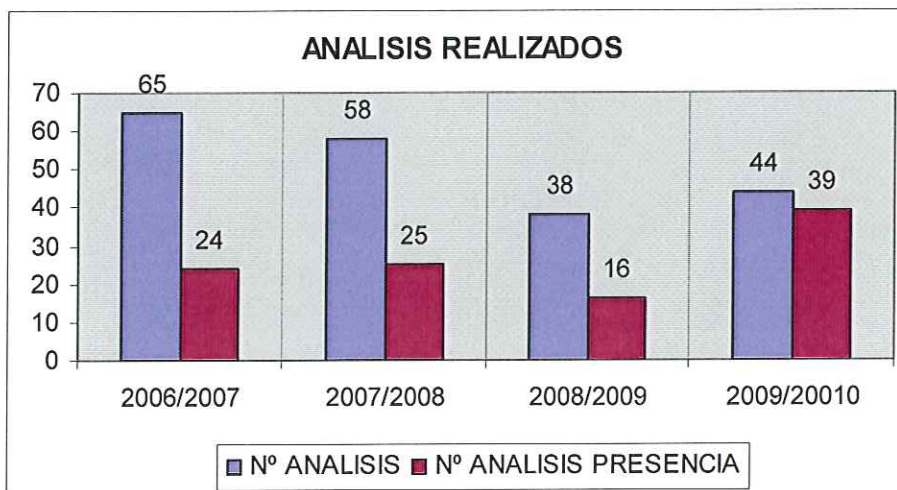


Figura 2. Numero de análisis por campaña.

En la Tabla 7, se puede apreciar que la evolución porcentual de análisis positivos es significativa en la campaña 2009/2010 en comparación con las tres anteriores, entre las cuales no hay grandes diferencias.

Tabla 7. Porcentaje análisis con ausencia y presencia de residuos, y nº de materias activas diferentes en los análisis positivos

Campaña	Ausencia	Positivos	Nº de materias activas
2006/2007	63%	37%	14
2007/2008	57%	43%	17
2008/2009	58%	42%	11
2009/2010	11%	89%	19

Como se puede apreciar en la Tabla 8, son treinta los residuos diferentes detectados en los boletines de análisis. Siendo el imidacloprid el residuo mas detectado, seguido por el dimetoato/ometoato, el acetamiprid y por el tiametoxan, metalaxil, ciprodinil y boscalid.

De estos siete residuos cuatro son insecticidas (imidacloprid, acetamiprid, dimetoato, tiametoxan) y tres fungicidas (metalaxil, ciprodinil, boscalid). El nivel máximo de toxicidad de todos es el de nocivo (Xn) y la mayoría están clasificados como peligrosos para el medio ambiente (N). De los insecticidas tres de ellos son neonicotinoides

(agonistas nicotínicos), menos el dimetoato que pertenece a los organofosforados (inhibidores irreversibles de la acetilcolinesterasa) (Avivar, C. 2003).

Tabla 8. N° de veces que se han detectado residuos de las diferentes materias activas

MATERIA ACTIVA	CAMPAÑA 06/07	CAMPAÑA 07/08	CAMPAÑA 08/09	CAMPAÑA 09/10	TOTAL
Imidacloprid	14	13	11	25	63
Dimetoato	5	10	1	6	22
Acetamiprid	1	2	3	10	16
Tiametoxan	2	3	0	5	10
Ometoato	4	1	0	5	10
Metalaxil	2	0	0	8	10
Ciprodinil	3	1	0	6	10
Boscalid	0	1	1	7	9
Procimidona	3	3	0	0	6
Fludioxinil	0	0	0	6	6
Fenhexamida	0	0	1	5	6
Ditiocarbamatos	2	2	2	0	6
Azoxistrobin	0	3	1	2	6
Metionilo	3	2	0	0	5
Dimetomorf	0	1	0	3	4
Piraclostrobin	0	0	0	3	3
Cipermetrin	0	1	1	1	3
Carbendazima	0	3	0	0	3
Ciflutrin	0	0	0	2	2
Tau fluvanilato	1	0	1	0	2
Spinosad	0	0	0	1	1
Propizamida	1	0	0	0	1
Oxifluorfen	1	0	0	0	1
Malation	0	1	0	0	1
Lambda cihalotrin	0	0	1	0	1
Iprodiona	0	0	0	1	1
Indoxacarb	0	0	0	1	1
Fenitrotion	1	0	0	0	1
Clortal dimetil	0	0	1	0	1
Bifentrin	0	1	0	0	1
Benalaxil	0	1	0	0	1
Total	43	49	24	97	213

Es el imidacloprid es el residuo mas detectado en todos los boletines positivos de las campañas, permaneciendo en las tres primeras con valores que oscilan entre 14-11 veces y aumentando de manera significativa en la campaña 2009/10 a 25. Además se evidencia claramente que es en la ultima campaña (09/10) donde se detectan mas residuos en los análisis, duplicando las dos primeras campañas y triplicando la tercera.

En las Figuras 3, 4, 5, 6, 7 y 8 se pueden apreciar las variaciones porcentuales en las cuatro campañas de los residuos que aparecen con más frecuencia en los boletines analíticos positivos.

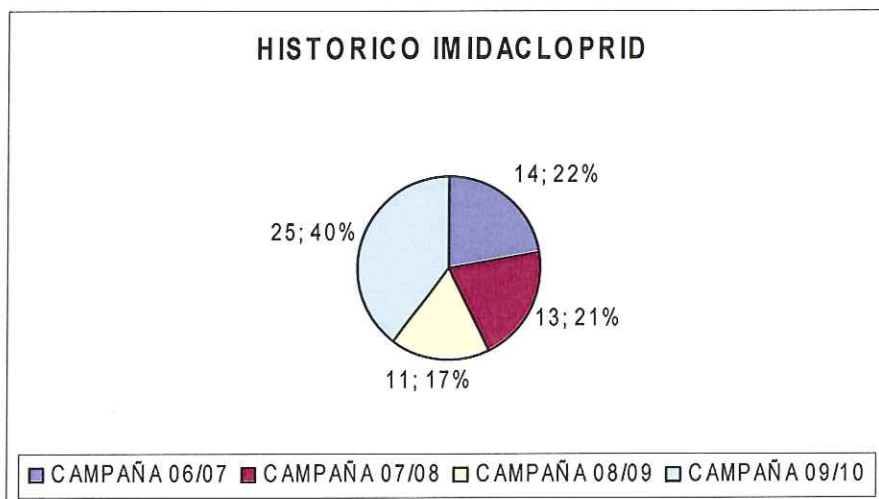


Figura 3. % detección de imidacloprid por campaña

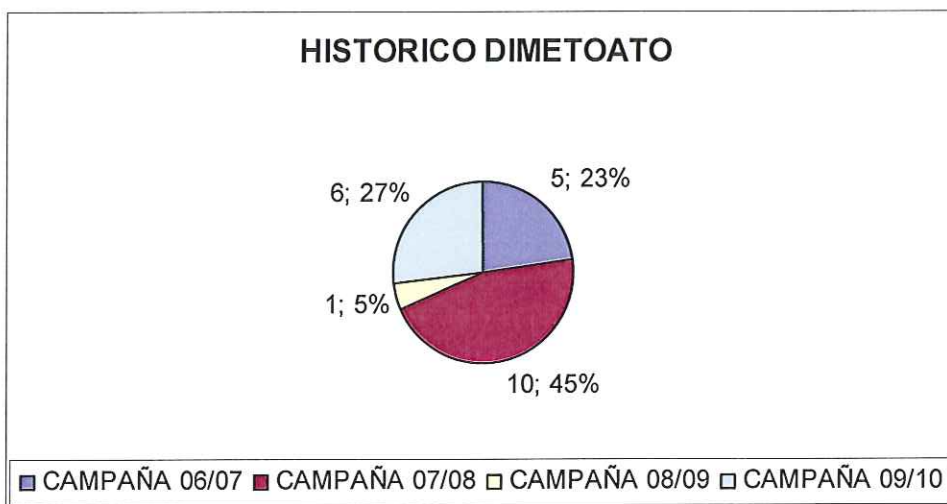
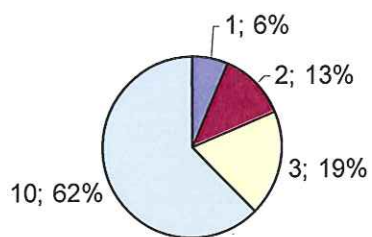


Figura 4. % detección de dimetoato por campaña

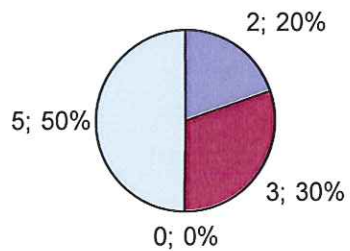
### HISTORICO ACETAMIPRID



■ CAMPAÑA 06/07 ■ CAMPAÑA 07/08 □ CAMPAÑA 08/09 □ CAMPAÑA 09/10

Figura 5. % detección de acetamiprid por campaña

### HISTORICO TIAMETOXAN

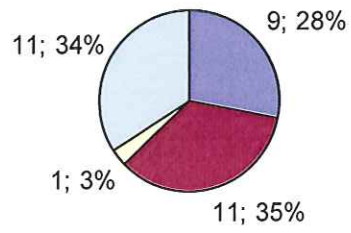


■ CAMPAÑA 06/07 ■ CAMPAÑA 07/08 □ CAMPAÑA 08/09 □ CAMPAÑA 09/10

Figura 6. % detección de tiametoxan por campaña



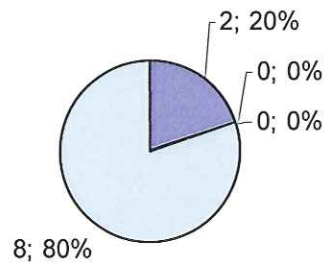
### HISTORICO DIMETOATO/OMETOATO



■ CAMPAÑA 06/07 ■ CAMPAÑA 07/08 □ CAMPAÑA 08/09 □ CAMPAÑA 09/10

Figura 7. % detección de dimetoato/ometoato por campaña

### HISTORICO METALAXIL



■ CAMPAÑA 06/07 ■ CAMPAÑA 07/08 □ CAMPAÑA 08/09 □ CAMPAÑA 09/10

Figura 8. % detección de metalaxil por campaña

Llama la atención el aumento de análisis positivos por presencia de acetamiprid, de un 6% en la campaña 06/07, a un 62% en 09/10. Y del metalaxil que pasa de de un 20% en la campaña 06/07, a un 80% en 09/10.

El cambio en el de tipo de aplicación de fitosanitarios (disminución del porcentaje de aplicaciones aéreas y aumento del porcentaje aplicaciones con barra fija acopladas a tractor) motivado por la publicación de la Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de octubre, por la que se establece el marco de actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas. Puede ser la causa de este aumento de análisis positivos.

Es en esta directiva, en el considerandum 14, donde se expone que la pulverización aérea de plaguicidas puede causar efectos negativos significativos en la salud humana y el medio ambiente, sobre todo por la deriva de la pulverización. Y en el capítulo IV, artículo 9 de la misma, donde se establece que los Estados miembros garantizaran la prohibición de las pulverizaciones aéreas, las cuales podrán autorizarse en casos especiales y cumpliendo una serie de condiciones.

La transposición de la Directiva 2009/128/CE por los Estados miembros, para su cumplimiento, será a mas tardar el 14 de noviembre de 2011. Lo cual significa que en un corto periodo de tiempo estarán prohibidas las aplicaciones aéreas

#### **5.4 EQUIPOS DE APLICACIÓN UTILIZADOS**

Por lo que respecta a los equipos de aplicación utilizados, en la Figura 9 se aparecen los porcentajes totales de utilización de cada uno de ellos, correspondientes a las aplicaciones en la que se los análisis han resultado positivos.

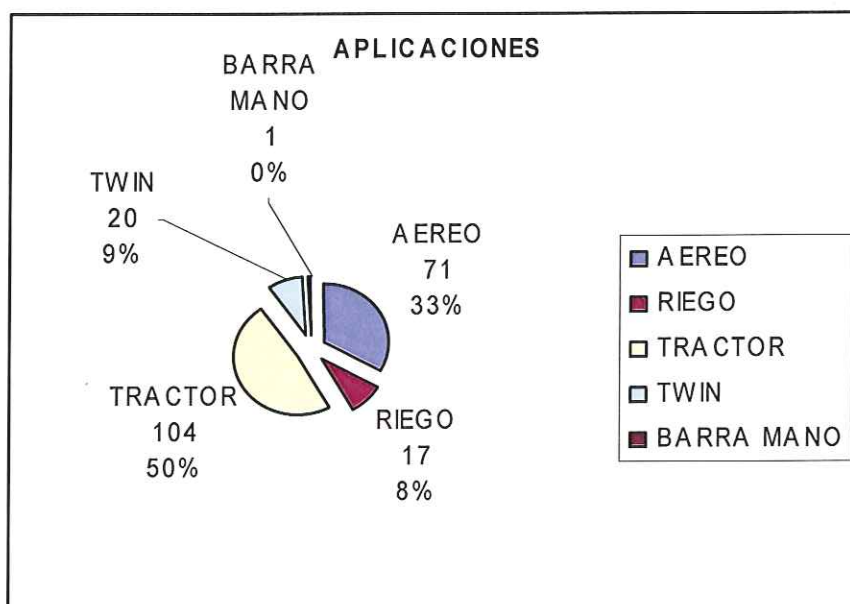


Figura 9. Tipos de aplicaciones realizadas que originan un análisis positivo.

En los 104 análisis positivos, se determinan la presencia de 30 residuos distintos. Estos residuos aparecen en 213 ocasiones. Las 213 ocasiones en las que se evidencia la presencia de alguno de los 30 residuos, se correlaciona con los tipos de aplicaciones realizados con los fitosanitarios detectados en el boletín analítico y para la parcela de cultivo.

En la Tabla 9 se evidencia como el número de análisis positivos ha variado según el tipo de aplicación durante las cuatro campañas.

Tabla 9. n° de análisis positivos que se han producido en cada campaña con cada técnica

CAMPAÑA	AEREO	TRACTOR	TWIN	BARRA MANO	RIEGO	TOTAL
06/07	20	7	13	1	2	43
07/08	18	21	0	0	10	49
08/09	2	19	1	0	3	24
09/10	31	57	6	0	2	97

Analizando la Tabla 4, donde muestran los porcentajes de utilización de las diferentes técnicas de aplicación en las campañas, y la Tabla 9 conjuntamente, se puede intuir, que el mayor número de positivos se origina debido a un aumento de las aplicaciones mediante tractor.

Respecto a los residuos detectados en los boletines y el tipo de aplicación con el que se realizó el último tratamiento con esos fitosanitarios se obtuvieron los datos que aparecen en las Tablas 10, 11, 12 y 13. Estas han sido desglosadas por campañas

**Tabla 10. Campaña 06/07. Residuos detectados en análisis y tipo de aplicación.**

RESIDUO	ANALISIS 06/07	AEREO	RIEGO	TRACTOR	TWIN	BARRA MANO
IMIDACLOPRID	14	2	1	0	11	0
DIMETOATO	5	4	0	0	1	0
ACETAMIPRID	1	1	0	0	0	0
TIAMETOXAN	2	0	0	2	0	0
OMETOATO	4	2	0	2	0	0
METALAXIL	2	0	0	2	0	0
CIPRODINIL	3	2	0	1	0	0
PROCIMIDONA	3	2	1	0	0	0
DITIOCARBAMATOS	2	2	0	0	0	0
METIONILO	3	3	0	0	0	0
TAU FLUVANILATO	1	0	0	0	1	0
PROPIZAMIDA	1	0	0	0	0	1
OXIFLUORFEN	1	1	0	0	0	0
FENITROTION	1	1	0	0	0	0
TOTAL	43	20	2	7	13	1

**Tabla 11. Campaña 07/08. Residuos detectados en análisis y tipo de aplicación**

RESIDUO	ANALISIS 07/08	AEREO	RIEGO	TRACTOR	TWIN	BARRA MANO
IMIDACLOPRID	13	0	7	6	0	0
DIMETOATO	10	5	0	5	0	0
ACETAMIPRID	2	2	0	0	0	0
TIAMETOXAN	3	2	0	1	0	0
OMETOATO	1	0	0	1	0	0
CIPRODINIL	1	0	1	0	0	0
BOSCALID	1	1	0	0	0	0
PROCIMIDONA	3	0	2	1	0	0
DITIOCARBAMATOS	2	0	0	2	0	0
AZOXISTROBIN	3	1	0	2	0	0
METIONILO	2	2	0	0	0	0
DIMETOMORF	1	0	0	1	0	0
CIPERMETRIN	1	0	0	1	0	0
CARBENDAZIMA	3	3	0	0	0	0
MALATION	1	0	0	1	0	0
BIFENTRIN	1	1	0	0	0	0
BENALAXIL	1	1	0	0	0	0
TOTAL	49	18	10	21	0	0

Tabla 12. Campaña 08/09. Residuos detectados en análisis y tipo de aplicación

RESIDUO	ANALISIS 08/09	AEREO	RIEGO	TRACTOR	TWIN	BARRA MANO
IMIDACLOPRID	11	1	2	7	1	0
DIMETOATO	1	0	0	1	0	0
ACETAMIPRID	3	0	0	3	0	0
BOSCALID	1	0	0	1	0	0
FENHEXAMIDA	1	0	0	1	0	0
DITIOCARBAMATOS	2	0	0	2	0	0
AZOXISTROBIN	1	0	0	1	0	0
CIPERMETRIN	1	1	0	0	0	0
TAU FLUVANILATO	1	0	0	1	0	0
LAMBDA CIHALOTRIN	1	0	0	1	0	0
CLORTAL DIMETIL	1	0	0	1	0	0
TOTAL	24	2	2	19	1	0

Tabla 13. Campaña 09/10. Residuos detectados en análisis y tipo de aplicación

RESIDUO	ANALISIS 09/10	AEREO	RIEGO	TRACTOR	TWIN	BARRA MANO
IMIDACLOPRID	25	8	2	13	2	0
DIMETOATO	6	0	0	5	1	0
ACETAMIPRID	10	4	0	6	0	0
TIAMETOXAN	5	0	0	5	0	0
OMETOATO	5	0	0	5	0	0
METALAXIL	8	2	0	6	0	0
CIPRODINIL	6	2	0	4	0	0
BOSCALID	7	3	0	3	1	0
FLUDIOXINIL	6	2	0	4	0	0
FENHEXAMIDA	5	4	0	1	0	0
AZOXISTROBIN	2	1	0	0	1	0
DIMETOMORF	3	0	0	3	0	0
PIRACLOSTROBIN	3	2	0	0	1	0
CIPERMETRIN	1	0	0	1	0	0
CIFLUTRIN	2	1	0	1	0	0
SPINOSAD	1	1	0	0	0	0
IPIODIONA	1	1	0	0	0	0
INDOXACARB	1	0	1	0	0	0
TOTAL	97	31	3	57	6	0

Centrándonos en los siete fitosanitarios que causan la mayor parte de positivos (imidacloprid, acetamiprid, dimetoato, tiametoxam, metalaxil, ciprodinil y boscalid) y en el tipo de aplicación con la cual se realizó el tratamiento, se evidencia que es con la aplicación mediante tractor (pulverización hidráulica), el tipo de aplicación con el que mas se obtienen resultados positivos. Figuras 10, 11, 12, 13, 14,15 y 16.

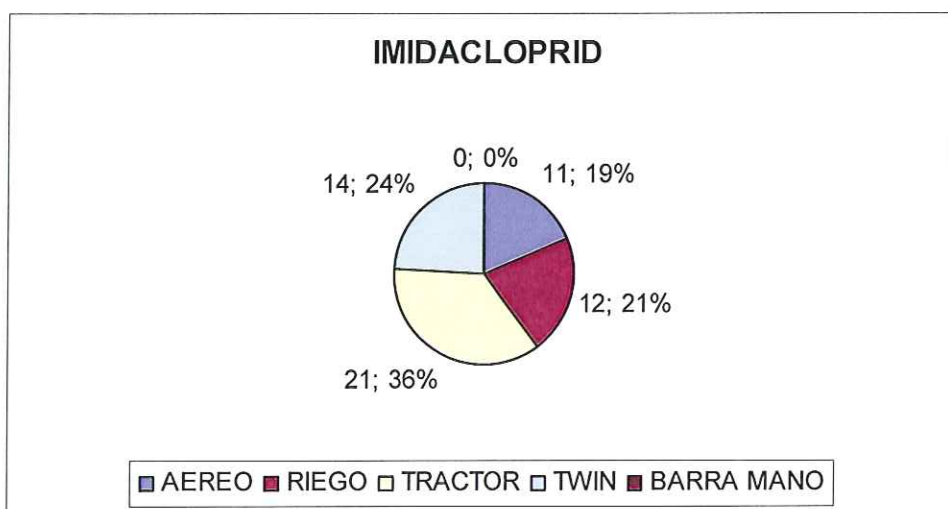


Figura 10. Tipo de tratamiento realizado con acetamiprid en los resultados de análisis positivos

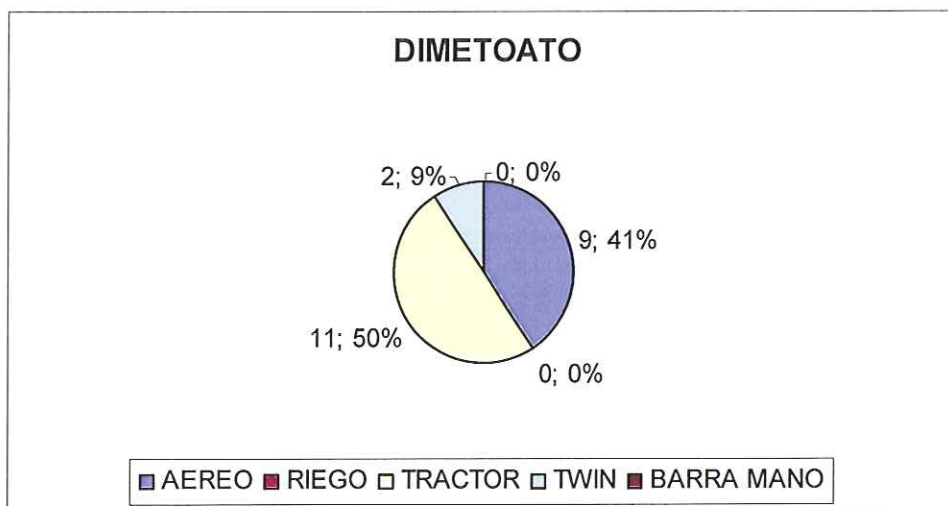
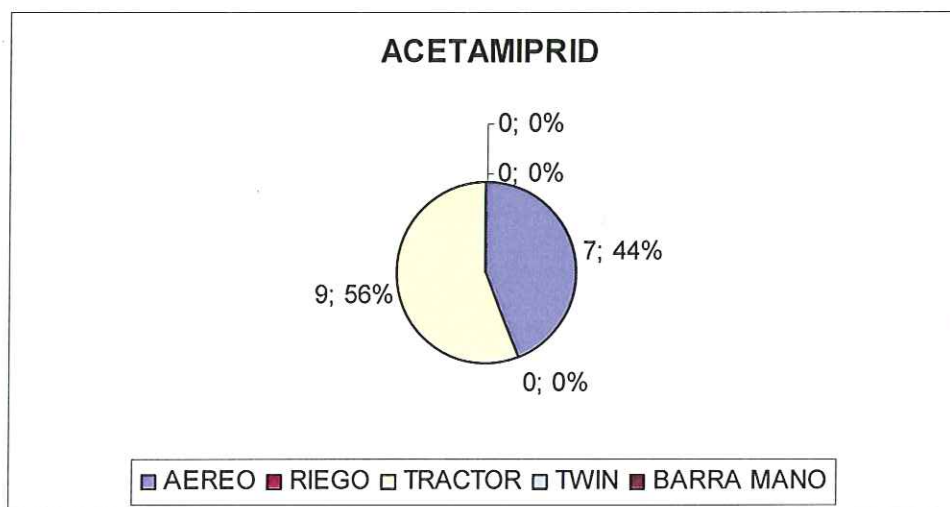
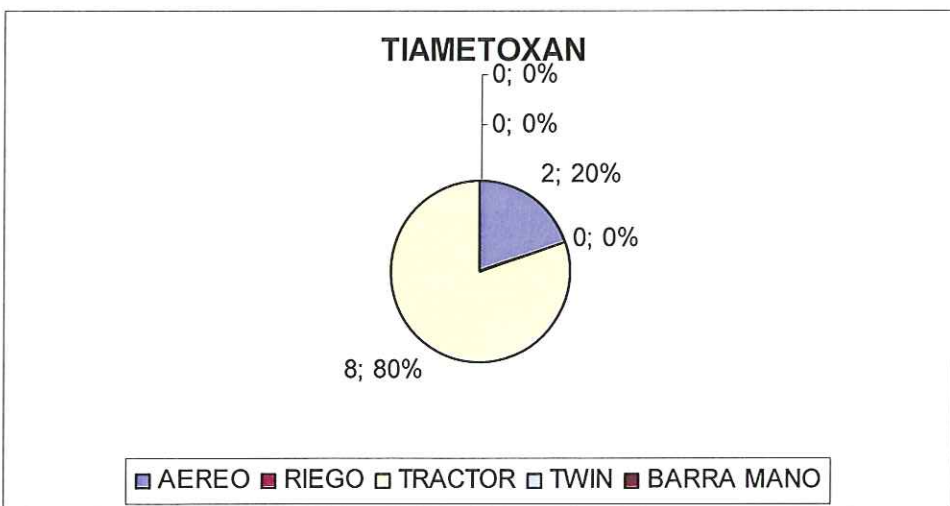


Figura 11. Tipo de tratamiento realizado con dimetoato en los resultados de análisis positivos



**Figura 12.** Tipo de tratamiento realizado con acetamiprid en los resultados de análisis positivos



**Figura 13.** Tipo de tratamiento realizado con tiametoxan en los resultados de análisis positivos

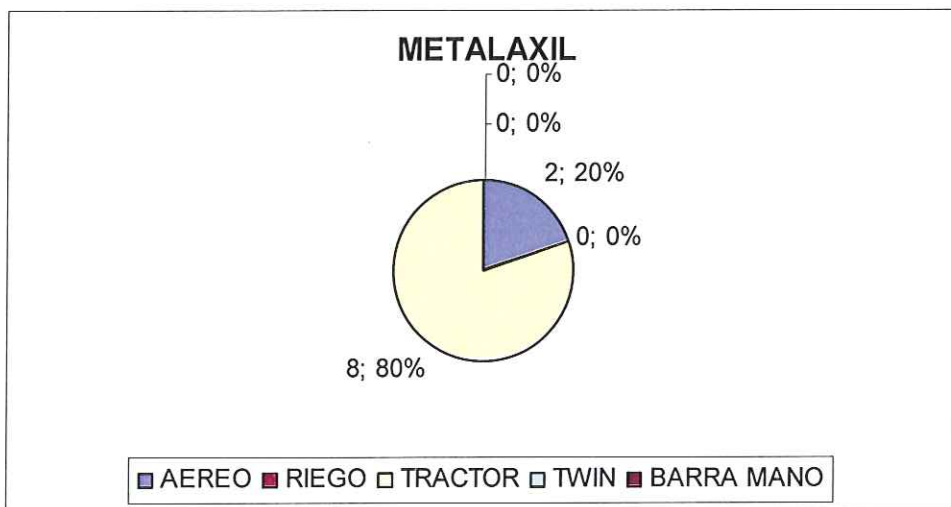


Figura 14. Tipo de tratamiento realizado con metalaxil en los resultados de análisis positivos

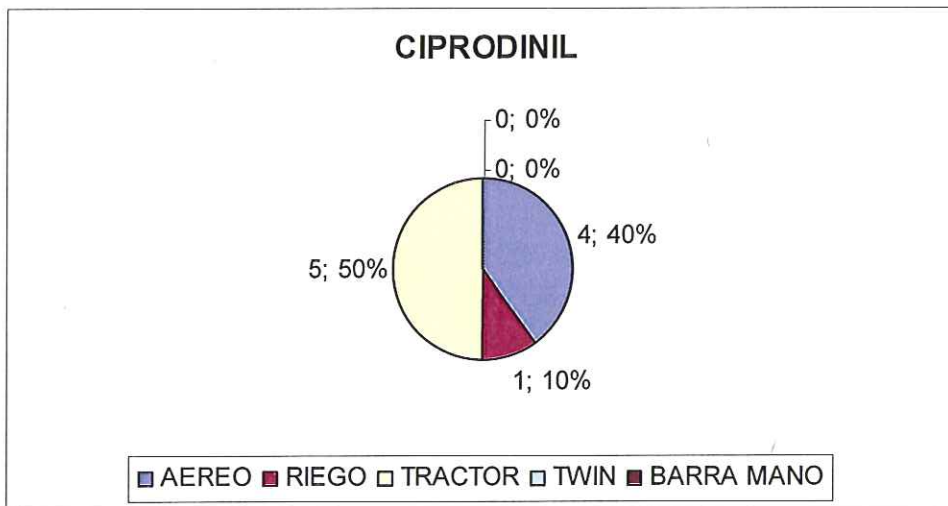


Figura 15. Tipo de tratamiento realizado con ciprodinil en los resultados de análisis positivos



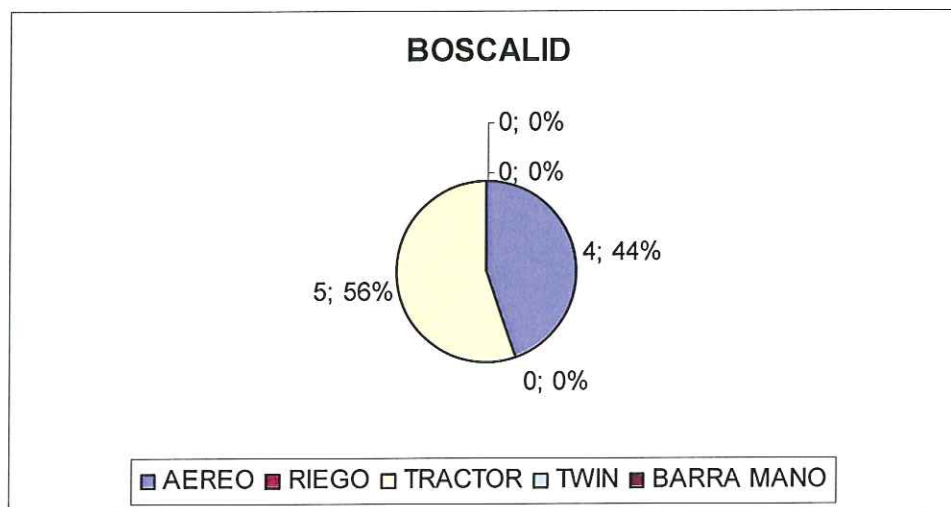


Figura 16. Tipo de tratamiento realizado con boscalid en los resultados de análisis positivos

## CONCLUSIONES

Todos los plaguicidas utilizados en las aplicaciones estaban debidamente autorizados cuando se utilizaron. Lo cual indica el conocimiento de las normas reguladoras de uso de fitosanitarios y el cumplimiento de las mismas por parte de la empresa.

Los fitosanitarios más utilizados para las aplicaciones en lechuga iceberg son insecticidas y fungicidas, clasificados mayoritariamente con categorías de peligrosidad de nocivos (Xn) y peligrosos para el medio ambiente (N). Los clasificados como tóxicos (T) y muy tóxicos (T+), han dejado de utilizarse a lo largo de las campañas debido a cancelaciones o revocaciones por parte de la normativa, tanto estatal como europea.

En los análisis multiresíduos realizados en las cuatro campañas analizadas no se han encontrado materias activas que superen los LRM. Lo que indica que se realiza una buena regulación tanto de los equipos de aplicación como de las dosis de caldo distribuidas en la parcela.

De los residuos que aparecen en los análisis, son los insecticidas los que más se detectan. Concretamente los insecticidas neonicotinoides, son los más detectados.

La publicación de la Directiva de uso sostenible de productos fitosanitarios (Directiva 2009/128/CE) ha influido en la disminución de las aplicaciones aéreas a favor de la aplicación mediante tractor (pulverización hidráulica). Como consecuencia de este cambio ha aumentado el número de boletines analíticos donde se detectan la presencia de residuos, por tanto puede ser que la aplicación con tractor sea un factor que contribuye a la presencia de residuos fitosanitarios en las lechugas iceberg. Es decir, la presencia de residuos fitosanitarios en lechugas Iceberg, en el presente trabajo, puede estar relacionada el tipo de aplicación realizada sobre estos cultivos.

Teniendo en cuenta los resultados de este estudio, el tipo de aplicación mayoritario se realizará utilizando equipos pulverizadores hidráulicos con barra (tractor). El uso de estos equipos, pueden ser la causa de un mayor número de análisis con presencia de residuos. Por tanto se debe tener presente y realizar estudios para optimizar las aplicaciones, con el fin de poder reducir la presencia de residuos en las lechugas. Otra posibilidad, sería aumentar el tiempo de recolección de las lechugas tras la última aplicación, y de esta forma algunos fitosanitarios tendrían más tiempo para su degradación.

### **Competencias adquiridas y grado de adquisición**

Con la realización de este trabajo, he adquirido de manera satisfactoria las siguientes competencias:

1. Mejorar mi capacidad de consultar normativas de aquellos aspectos legales que afectan a los residuos y contaminantes en alimentos.
2. Conocer la normativa general de aplicación que en relación a residuos y contaminantes en alimentos, dentro en el ámbito europeo, estatal y autonómico,
3. Reforzar los conocimientos sobre los principales aspectos operacionales que determinan al funcionamiento de los equipos pulverizadores.

4. Habilidad en la gestión de las distintas fuentes de información con las que he trabajado:

Webs oficiales y bases de datos jurídicas, la propia normativa y los diferentes artículos científicos consultados.

5. Completar los conocimientos adquiridos en el curso “Plaguicidas. Aplicaciones y tendencias”, integrado en el módulo I de este master.

6. Afianzar los conceptos fundamentales necesarios para la comprensión de todo lo relacionado con las distintas técnicas de aplicación de productos fitosanitarios y poder establecer una relación de la presencia de estos residuos fitosanitarios en las lechugas iceberg con el la tipo de aplicación de los fitosanitarios.

7. Comprender los motivos que originan la ejecución de un tratamiento fitosanitario y la magnitud operacional que dimana de estos.

#### **PROPUESTA SOBRE LA CONTINUACION DEL TRABAJO.**

Los resultados obtenidos en el presente estudio se podrían comparar con los datos que se obtengan en la campaña 2010/2011. De esta forma podremos comprobar si se mantienen o se desvían las tendencias evidenciadas en el estudio.

En base a los resultados obtenidos y una vez comparados, se podrían hacer estudios de caracterización de las aplicaciones, tanto de tipo cualitativo como cuantitativo. Así, podríamos obtener datos para optimizar las aplicaciones.

La empresa ha realizado algunas caracterizaciones de las aplicaciones de tipo cualitativo, para aplicaciones aéreas y con tractor. La combinación de estos estudios, ya efectuados, con los resultados del presente estudio, entiendo que puede ser de utilidad para una mejora y optimización de las aplicaciones que realizan.

## REFERENCIAS

- Akerblom, M y Bergh, T. 1982. Residues of organophosphorus pesticides in fruits, berries, vegetables, root vegetables, potatoes and mushrooms on the Swedish market. *VarFoda*, 34(3): 180.
- Andersson, A., Andersson, Ó. y Akerblom, M., 1982. Pesticide residues in fruits berries, vegetables, root vegetables, potatoes, mushrooms, juices and marmalades on the Swedish market. *VarFoda*, 34(3): 188.
- Andersson, A. y Ohlin, B. 1986. A capillary gas chromatographic multiresidue method for determination of pesticides in fruits and vegetables. *War Fb'da*, 38(2): 79.
- Avivar, C., Candau, A., Delgado, M., Gómez, C., Guillen, Hernández, A., Laynez, F., Marin, P., Parron, T., Pla, A., Serrano, JL., Yélamos, F. 2003. Respuesta ante las Intoxicaciones Agudas por Plaguicidas. Consejería de Salud. p 12-25
- Bautista, JM., Cabanillas, JL., Crespo, J., Cuenca, I., Egido, J., Fernández, M., Fernández, F., Justicia, L., López, J., López, M., Martínez, A., Moreno, J.A., Ortiz, F., Vidal, A. 1998. Manual para la correcta aplicación de plaguicidas. Consejería de Salud. p 53
- Biosol Portocarrero. 2006. El Levante almeriense concentra el 22% de la producción de lechuga de España. Ideal Digital 16-01-2006 [Internet]. Disponible en: <http://www.biosolportocarrero.com/>
- Cabrera, R., Paños, M.A, Megía, M.C., 2001. Manual Toxicológico de Productos Fitosanitarios para Uso Sanitario. Consejería de Salud. p 251-259.
- Cadahía, J.I. 2001. La lechuga, un cultivo con escasos medios de defensa. *Rev.Vida Rural*. 10:66-68
- Celma, P. 2003. Productos fitosanitarios y desarrollo sostenible en la Unión Europea. Tesis Doctoral de la Unidad Complutense de Madrid. Departamento de Derecho Administrativo. p 23

- Cesar, J., Montoya, A. 2005. El precio medioambiental de la producción de alimentos. Rev. Fac. Cien. Ecón. Univ. Nac. Mayor de San Marcos 10(28):131-140.
- Codex Alimentarius Commission, Codex Alimentarius Pesticide Residues in Food- Maximum Residues Limits, vol. 2B, second ed., FAO/WHO, Rome, 1996.
- Comisión de las Comunidades Europeas. 2002. Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo y al Comité Económico y Social. Hacia Una Estrategia Temática para el Uso Sostenible de los Plaguicidas.
- Comunicación de la Comisión al Consejo, al Parlamento Europeo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones - Estrategia temática sobre el uso sostenible de los plaguicidas {COM(2006) 373 final} {SEC(2006) 894} {SEC(2006) 895} {SEC(2006) 914}
- Directiva 2009/128/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de octubre de 2009 por la que se establece el marco de la actuación comunitaria para conseguir un uso sostenible de los plaguicidas.
- ESIS: European Chemical Substances Information Systemhttp 2011. Disponible en://ecb.jrc.ec.europa.eu/esis
- García, M. 2000. Principales plagas en el cultivo de la lechuga: pulgones y orugas. Vida Rural.7 : 46-48
- Hajslov'a, J. in: C.F. Moffat, K.J. 1998. Whittle (Eds.), Environmental Contaminants in Food, CRC Press, Boca Raton, FL, p. 215.
- Informe Científico de la EFSA, a petición de: Pregunta número EFSA: EFSA-Q-2009 a 00.601 Aprobado: 15 de junio de 2010 Publicado: 12 de julio 2010 Afiliación: European Food Safety Authority (EFSA), Parma, Italia. Informe Anual 2008 sobre Residuos de Plaguicidas de acuerdo con el artículo 32 del Reglamento (CE) n ° 396/2005 [acceso 15 de Junio 2011] Disponible en: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1646.htm>
- Márquez, L. 2008. Buenas prácticas agrícolas en la aplicación de fitosanitarios. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino Secretaría General Técnica. p: 36-39.

- Mac Lachlan D.J., Hamilton D. 2011. A review of the effect of different application rates on pesticide residue levels in supervised residue trials. Australian Quarantine and Inspection Service, Canberra City, ACT, Australia. Jun;67(6):609-15
- Ministerio de Medio Ambiente Rural y Marino. 2011. Base de datos de Registro de Productos Fitosanitarios. Disponible en <http://www.marm.es/es/agricultura/temas/mediosdeproduccion/productosfitosanitarios/fitos.asp>
- ORDEN APA/326/2007, de 9 de febrero, por la que se establecen las obligaciones de los titulares de explotaciones agrícolas y forestales en materia de registro de la información sobre el uso de productos fitosanitarios. BOE núm. 43 de 19 febrero 2007.
- Quilis Siurana, J. 2003. Problemas Fitosanitarios en el cultivo de lechugas. Rev.Vida Rural .4: 48-52
- Real Decreto 280/1994, de 18 de febrero, por el que se establecen los límites máximos de residuos de plaguicidas y su control en determinados productos de origen vegetal. BOE número 58 de 9/3/1994
- Real Decreto 290/2003, de 7 de marzo, por el que se establecen los métodos de muestreo para el control de residuos de plaguicidas en los productos de origen vegetal y animal. BOE número 58 de 8/3/2003.
- Reglamento (CE) N° 396/2005 del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de febrero, relativo a los límites máximos de residuos de plaguicidas en alimentos y piensos de origen vegetal y animal, y que modifica la Directiva 91/414/CEE, que establece, entre otras, la obligación de realizar programas de control plurianuales y la remisión de los resultados obtenidos a la Comisión.
- Reglamento (CE) No 178/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 28 de enero de 2002 por el que se establecen los principios y los requisitos generales de la legislación alimentaria, se crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria y se fijan procedimientos relativos a la seguridad alimentaria.
- Reglamento (CE) No 1107/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de octubre de 2009 relativo a la comercialización de productos fitosanitarios y por el que se derogan las Directivas 79/117/CEE y 91/414/CEE del Consejo.

- Reglamento (CE) N° 915/2010 de la Comisión, de 12 de octubre de 2010, relativo a un programa plurianual coordinado de control de la Unión para 2011, 2012 y 2013 destinado a garantizar el respeto de los límites máximos de residuos de plaguicidas en los alimentos de origen vegetal y animal o sobre los mismos y a evaluar el grado de exposición de los consumidores a estos residuos.
- SANCO, 2008. Dirección General de Salud y Protección de los Consumidores, [Internet]. Disponible en: [http://ec.europa.eu/dgs/health\\_consumer/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/index_en.htm).
- Secretaría General de Salud Pública y Participación. 2011. Plan de Control de Peligros Químicos en Productos Alimenticios. Consejería de Salud Junta de Andalucía. p 5