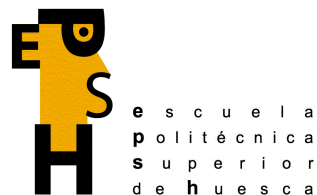




Universidad
Zaragoza



PROYECTO FIN DE CARRERA

Ingeniería Técnica Agrícola

**“CONTROL DE LA CARPOCAPSA DEL MANZANO
(*CYDIA POMONELLA* L.) MEDIANTE CONFUSIÓN
SEXUAL Y LUCHA QUÍMICA EN LA COMARCA DE
VALDEJALÓN.”**

Autor: Rocío Arilla Tabueña.

Director: Juan J. Barriuso Vargas.

Ponente: Joaquín Aibar Lete.

Escuela Politécnica Superior de Huesca.

Fecha: 29/02/2012.

AGRADECIMIENTOS.

Principalmente debo mi más sincero agradecimiento a Ana y a Paolo, sin los cuales este trabajo no se hubiera podido llevar a cabo y las jornadas de conteos de frutos no hubiesen sido tan amenas. Y por estar siempre ahí.

También doy las gracias a Tomás, José Miguel y sobre todo a Manuel (al que tanto he dado la lata preguntando datos de todo tipo) por facilitarme toda la información que he precisado sobre sus parcelas y tratamientos. Tampoco me olvido del “vecino”, aunque no se su nombre también le agradezco su colaboración.

A las técnicas de las ATRIAS de Épila y La Almunia de Doña Godina por cederme directa o indirectamente la información de sus trampas.

A Carlos Lozano del Centro de Protección Vegetal por ayudarme con la normativa de Producción Integrada.

A Luis Pardos por aconsejarme con el análisis económico.

A Sergio del C.I.T.A. por echarme una mano con la estadística.

No puedo olvidarme de Juan, mi tutor, al que le agradezco los buenos y no tan buenos momentos que han transcurrido para finalizar este trabajo y también todos los consejos que me han ayudado a realizarlo de la mejor manera posible.

Y a Joaquín, siempre atento por si algo falla.

En el terreno personal, agradezco a David y a José M^a, mi suegro; a mis padres y a Tina por apoyarme y darme ánimos.

Y en definitiva para no olvidarme de nadie, a todos (familiares y amigos) los que me han apoyado y han creído que realmente iba a sacar este trabajo adelante.

GRACIAS.

Rocío Arilla.

ÍNDICE GENERAL.

	<u>Pág.</u>
RESUMEN.	1
SUMMARY.	2
1.- INTRODUCCIÓN.	3
1.1.-EL MANZANO.	3
1.1.1.- Origen e Historia.	3
1.1.2.- Situación actual del cultivo.	6
1.1.3.- Descripción botánica.	12
1.1.4.- Exigencias del cultivo.	14
1.1.5.- Principales plagas y enfermedades.	15
1.2.- CYDIA POMONELLA.	17
1.2.1.- Descripción de la plaga.	17
1.2.2.- Ciclo biológico.	20
1.2.3.- Control.	23
1.2.4.- Distribución de la plaga en el mundo.	25
1.3.- LAS FEROMONAS.	26
1.4.- EL MÉTODO DE CONFUSIÓN SEXUAL EN LEPIDÓPTEROS	28
2.- OBJETIVOS.	33
3.- MATERIAL Y MÉTODOS.	34
3.1.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA DEL ENSAYO.	34
3.2.- ZONAS DE ESTUDIO.	37
3.2.1.- Parcela 1: Confusión Sexual + Lucha Química Convencional.	38
3.2.2.- Parcela 2: Lucha Química Convencional.	38

	<u>Pág.</u>
3.2.3.- Parcela 3: Confusión Sexual + Cultivo Producción Ecológica.	40
3.2.4.- Parcela 4: Confusión Sexual + Producción Integrada.	42
3.2.5.- Parcela Testigo: Lucha Química Convencional.	43
3.3.- MATERIALES.	45
3.3.1.- Material Vegetal.	45
3.3.2.- Difusores de Confusión Sexual.	46
3.3.3.- Trampas de Monitoreo.	46
3.3.4.- Soporte Informático.	46
3.4.- PROCEDIMIENTO.	47
3.4.1.- Difusores de Confusión Sexual.	47
3.4.2.- Trampas de Monitoreo.	49
3.4.3.- Muestreo de Frutos.	53
3.4.4.- Análisis de Residuos.	54
3.4.5.- Diseño Experimental.	55
4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	56
4.1.- CICLO INFECTIVO EN FUNCIÓN DE LOS GRADOS DÍA.	56
4.1.1.- Capturas.	56
4.1.2.- Curvas de Vuelo.	65
4.1.3.- Daños en Frutos.	81
4.1.4.- Grados Día acumulados.	88
4.2.- ANÁLISIS DE RESIDUOS.	91
4.3.- ANÁLISIS ECONÓMICO.	93
4.4.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO.	99
5.- CONCLUSIONES.	112
6.- BIBLIOGRAFÍA.	113

	<u>Pág.</u>
ANEXOS.	119
I.- CUADERNOS DE CAMPO.	119
I.1.- Parcela 1: Confusión Sexual + Lucha Química Convencional.	120
I.2.- Parcela 2: Lucha Química Convencional.	122
I.3.- Parcela 3: Confusión Sexual + Cultivo Producción Ecológica.	124
I.4.- Parcela 4: Confusión Sexual + Producción Integrada.	125
I.5.- Parcela Testigo: Lucha Química Convencional.	126
II.- ANÁLISIS DE RESIDUOS.	127
II.1.- Parcela 1: Confusión Sexual + Lucha Química Convencional.	127
II.2.- Parcela 2: Lucha Química Convencional.	132
II.3.- Parcela 4: Confusión Sexual + Producción Integrada.	137
II.4.- Parcela Testigo: Lucha Química Convencional.	144
III.- CERTIFICADOS AGRICULTURA ECOLÓGICA (Parcela 3).	151
IV.- CÁLCULO DE GRADOS DÍA.	162

ÍNDICE DE FIGURAS.

	<u>Pág.</u>
Figura 1. Centros de origen de las plantas cultivadas (N.I. Vavilov, 1930).	4
Figura 2. Producción y Superficie mundial de manzana durante el periodo 1999-2009. (FAO, 2011).	7
Figura 3. Superficie y producción de manzana por continentes en 2009. (FAO, 2011).	7
Figura 4. Rendimientos (Kg/ha) obtenidos por continentes en el año 2009. (FAO, 2011).	8
Figura 5. Los diez países más productores de manzana de la U.E. (1999-2009). (FAO, 2011).	8
Figura 6. Producción y Superficie de manzana en la U.E. en 2009. (FAO, 2011).	9
Figura 7. Rendimientos (Kg/ha) de los diez países más productores de la U.E. en 2009. (FAO, 2011).	9
Figura 8. Producción y Superficie dedicada a manzana en España en 2009. (MARM, 2011).	10
Figura 9. Producción y Superficie dedicada a manzana en Aragón en 2009. (Gob. de Aragón, 2011).	11
Figura 10. Rendimientos (Kg/ha) obtenidos por provincias en Aragón en 2009. (Gob. de Aragón, 2011).	11
Figura 11. Inflorescencias de manzano; botón floral y flor abierta.	13
Figura 12. Sección longitudinal de la flor y del fruto del manzano.	13

	<u>Pág.</u>
Figura 13. Huevos de <i>C. pomonella</i> en diferentes estadios de desarrollo: huevo blanco, huevos en aureola roja y huevos en cabeza negra junto a larva recién eclosionada. (Imágenes de U. de California-Los Ángeles y HYPPZ).	17
Figura 14. Larvas de carpocapsa.	18
Figura 15. Crisálida de carpocapsa. (Foto de J. Avilla, 2009).	18
Figura 16. Adultos de <i>Cydia pomonella</i> sobre manzana. (Imagen de Universidad de California-Los Ángeles).	19
Figura 17. Larvas de carpocapsa en capullo de seda en oquedades de la madera. (Imagen de U. de California-Los Ángeles).	20
Figura 18. Serrín en la entrada de una galería y corte transversal de manzana con galería de carpocapsa hasta la zona carpelar.	21
Figura 19. Mapa de distribución mundial de <i>Cydia pomonella</i> en 1995. (CAB International, 1995).	25
Figura 20. Clasificación de los semioquímicos con algunos ejemplos.	26
Figura 21. Trayectoria de vuelo de un macho de <i>Cydia pomonella</i> en presencia de una fuente de feromonas de hembra, natural o artificial. (Guía Confusión Sexual, CBC (Europe), Ltd., 2010).	28
Figura 22. Diferentes tipos de difusores de feromonas. (Fotos de Avilla y Torá, Dossier Técnico nº 38, 2009).	30
Figura 23. Mapa de la comarca de Valdejalón (Ayto. de La Almunia de D ^a Godina) y mapa de las comarcas de Aragón (Portal de las Comarcas de Aragón).	34
Figura 24. Datos de T ^a mensual 2009-2010 correspondientes a la Estación meteorológica de Épila (Oficina del Regante del Gobierno de Aragón).	35

	<u>Pág.</u>
Figura 25. Datos de precipitación (mm) mensual 2009-2010 correspondientes a la estación meteorológica de Épila (Oficina del Regante del Gobierno de Aragón).	36
Figura 26. Croquis de situación de las Parcelas de estudio en la zona. (Imagen original procedente de visor 2D del SITAR).	37
Figura 27. Croquis de las Parcelas 1 y 2 con detalle de la situación de las trampas de monitoreo y bordes de muestreo de frutos. (Imagen original procedente de visor SIGPAC, 2011).	39
Figura 28. Croquis de la Parcelas 3 con detalle de la situación de las trampas de monitoreo y bordes de muestreo de frutos. (Imagen original procedente de visor SIGPAC, 2011).	41
Figura 29. Croquis de las Parcelas 4 y Testigo con detalle de la situación de las trampas de monitoreo y bordes de muestreo de frutos. (Imagen original procedente de visor SIGPAC, 2011).	44
Figura 30. Difusores de feromonas de Confusión Sexual para carpocapsa Isomate C Plus [®] de Shin-Etsu.	47
Figura 31. Difusor Isomate C Plus [®] bien colocado (izquierda) y mal colocado (derecha); demasiado retorcido.	48
Figura 32. Estructura y fórmula de la molécula de (8E, 10E)-8, 10- Dodecadien-1-ol.	48
Figura 33. Trampas tipo delta colocadas en las parcelas.	50
Figura 34. Fondo engomado de la trampa delta con capturas de carpocapsa y otros insectos.	50
Figura 35. Croquis de situación de la trampa del ATRIA de La Almunia de D ^a Godina. (Imagen original procedente de visor SIGPAC, 2011).	51
Figura 36. Croquis de situación de las trampas del ATRIA de Épila. (Imagen original procedente de visor SIGPAC, 2011).	52

	<u>Pág.</u>
Figura 37. Manzana en inicios de desarrollo con presencia de daños por larvas de <i>C. pomonella</i> .	53
Figura 38. Curva de vuelo de <i>Cydia pomonella</i> en la Parcela 1 (Confusión Sexual + Lucha Química Convencional), tratamientos aplicados, precipitación (mm) y velocidad del viento durante la noche $\geq 3\text{m/s}$	66
Figura 39. Curva de vuelo de <i>Cydia pomonella</i> en la Parcela 2 (Lucha Química Convencional), tratamientos aplicados, precipitación (mm) y velocidad del viento durante la noche $\geq 3\text{m/s}$	67
Figura 40. Curva de vuelo de <i>Cydia pomonella</i> en la Parcela 3 (Confusión Sexual + Cultivo Producción Ecológica), tratamientos aplicados, precipitación (mm) y velocidad del viento durante la noche $\geq 3\text{m/s}$	70
Figura 41. Curva de vuelo de <i>Cydia pomonella</i> en la Parcela 4 (Confusión Sexual + Producción Integrada), tratamientos aplicados, precipitación (mm) y velocidad del viento durante la noche $\geq 3\text{m/s}$	71
Figura 42. Curva de vuelo de <i>Cydia pomonella</i> en la Parcela Testigo (Lucha Química Convencional), tratamientos aplicados, precipitación (mm) y velocidad del viento durante la noche $\geq 3\text{m/s}$	73
Figura 43. Curva de vuelo de <i>C. pomonella</i> correspondiente a la trampa del ATRIA de La Almunia de D ^a Godina (Conf. Sex. + P.I.), tratamientos aplicados, precipitación (mm) y velocidad del viento durante la noche $\geq 3\text{m/s}$	74

	<u>Pág.</u>
Figura 44. Curva de vuelo de <i>Cydia pomonella</i> correspondiente a la trampa T652 del ATRIA Épila. (Fuera de Conf. Sexual), tratamientos aplicados, precipitación (mm) y velocidad del viento durante la noche $\geq 3\text{m/s}$	75
Figura 45. Curva de vuelo de <i>Cydia pomonella</i> correspondiente a las trampas T1168 del ATRIA Épila. (Fuera de Conf. Sexual), tratamientos aplicados, precipitación (mm) y velocidad del viento durante la noche $\geq 3\text{m/s}$	77
Figura 46. Comparación de las curvas de vuelo de <i>C. pomonella</i> en todas las zonas de estudio y trampas de ATRIA.	80
Figura 47. Porcentaje de frutos dañados obtenido en los muestreos Realizados en la Parcela 1, en referencia al Umbral Económico de Daños.	81
Figura 48. Porcentaje de frutos dañados obtenido en los muestreos realizados en la Parcela 2, en referencia al Umbral Económico de Daños.	82
Figura 49. Porcentaje de frutos dañados obtenido en los muestreos realizados en la Parcela 3, en referencia al Umbral Económico de Daños.	83
Figura 50. Penetración antigua de larva de carpocapsa en manzana.	84
Figura 51. Porcentaje de frutos dañados obtenido en los muestreos realizados en la Parcela 4, en referencia al Umbral Económico de Daños.	85
Figura 52. Porcentaje de frutos dañados obtenido en los muestreos realizados en la P. Testigo, en referencia al Umbral Económico de Daños.	86
Figura 53. Grados día acumulados entre el 1 de enero y el 30 de Septiembre de 2010 y datos obtenidos durante el estudio.	88

	<u>Pág.</u>
Figura 54. Coste total (€/ha) de los tratamientos realizados en cada una de las parcelas de estudio.	96
Figura 55. Coste (€/ha) de mano de obra + maquinaria utilizadas en la aplicación de los tratamientos realizados en cada una de las parcelas de estudio.	97
Figura 56. Coste (€/ha) de los productos aplicados en los tratamientos realizados en cada una de las parcelas de estudio.	97

ÍNDICE DE TABLAS.

	<u>Pág.</u>
Tabla 1. Los diez países del mundo con mayor producción de manzanas entre 1999 y 2009. (FAO, 2011).	6
Tabla 2. Principales características de la Parcela 1.	39
Tabla 3. Principales características de la Parcela 2.	40
Tabla 4. Principales características de la Parcela 3.	41
Tabla 5. Principales características de la Parcela 4.	43
Tabla 6. Principales características de la Parcela Testigo.	44
Tabla 7. Resumen de las principales características del material vegetal utilizado en el estudio.	46
Tabla 8. Resumen de las principales características de los difusores de Confusión Sexual para carpocapsa utilizados en el estudio.	47
Tabla 9. Resumen de las principales características de las trampas de monitoreo de carpocapsa utilizadas en el estudio.	47
Tabla 10. Diseño experimental.	56
Tabla 11. Capturas obtenidas en las trampas de la Parcela 1 durante el estudio.	58
Tabla 12. Capturas obtenidas en las trampas de la Parcela 2 durante el estudio.	59
Tabla 13. Capturas obtenidas en las trampas de la Parcela 3 durante el estudio.	60
Tabla 14. Capturas obtenidas en las trampas de la Parcela 4 durante el estudio.	61

	<u>Pág.</u>
Tabla 15. Capturas obtenidas en las trampas de la Parcela Testigo Durante el estudio.	62
Tabla 16. Capturas obtenidas en la trampa del ATRIA de La Almunia de D ^a Godina.	63
Tabla 17. Capturas obtenidas en la trampa T652 del ATRIA de Épila.	64
Tabla 18. Capturas obtenidas en la trampa T1168 del ATRIA de Épila.	65
Tabla 19. Resumen de C/T/S de todas las zonas de estudio y trampas de ATRIA.	71
Tabla 20. Frutos dañados observados en los conteos realizados en la Parcela 1.	73
Tabla 21. Frutos dañados observados en los conteos realizados en la Parcela 2.	74
Tabla 22. Frutos dañados observados en los conteos realizados en la Parcela 3.	75
Tabla 23. Frutos dañados observados en los conteos realizados en la Parcela 4.	76
Tabla 24. Frutos dañados observados en los conteos realizados en la Parcela Testigo.	77
Tabla 25. Ciclo infeccioso de carpocapsa en función de los grados día.	80
Tabla 26. Grados día acumulados en el desarrollo de <i>C. pomonella</i> durante el estudio.	80
Tabla 27. Análisis de residuos: materias activas positivas localizadas en las muestras.	82
Tabla 28. Costes de tratamientos contra carpocapsa realizados en la Parcela 1.	84
Tabla 29. Costes de tratamientos contra carpocapsa realizados en la Parcela 2.	85

	<u>Pág.</u>
Tabla 30. Costes de tratamientos contra carpocapsa realizados en la Parcela 3.	85
Tabla 31. Costes de tratamientos contra carpocapsa realizados en la Parcela 4.	86
Tabla 32. Costes de tratamientos contra carpocapsa realizados en la Parcela Testigo.	86
Tabla 33. Resumen de costes totales de los tratamientos contra carpocapsa realizados en las parcelas de estudio.	87
Tabla 34. Resumen de costes de mano de obra + maquinaria utilizada en la aplicación de los tratamientos contra carpocapsa realizados en las parcelas de estudio.	87
Tabla 35. Resumen de costes de los productos utilizados en los tratamientos contra carpocapsa realizados en las parcelas de estudio.	88
Tabla 36. Capturas en trampas acumuladas analizadas estadísticamente mediante procedimientos de comparaciones múltiples.	100
Tabla 37. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra realizada sobre los residuos no tipificados de las capturas acumuladas hasta el primer pico de vuelo en todas las zonas de estudio.	102
Tabla 38. Medias y desviaciones típicas obtenidas en los análisis estadísticos descriptivos de las capturas acumuladas hasta el primer pico de vuelo en todas las zonas de estudio.	103
Tabla 39. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra realizada sobre los residuos no tipificados de las capturas acumuladas entre el primer y el segundo pico de vuelo en todas las zonas de estudio.	104

	<u>Pág.</u>
Tabla 40. Medias y desviaciones típicas obtenidas en los análisis estadísticos descriptivos de las capturas acumuladas entre el primer y segundo pico de vuelo en todas las zonas de estudio.	105
Tabla 41. Diferencias significativas existentes entre las zonas de estudio entre el primer y segundo pico de vuelo demostradas de manera descriptiva.	105
Tabla 42. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra realizada sobre los residuos no tipificados de las capturas acumuladas durante el segundo pico de vuelo en todas las zonas de estudio.	106
Tabla 43. Medias y desviaciones típicas obtenidas en los análisis estadísticos descriptivos de las capturas acumuladas durante el segundo pico de vuelo en todas las zonas de estudio	107
Tabla 44. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra realizada sobre los residuos no tipificados de las capturas totales en todas las zonas de estudio.	108
Tabla 45. Medias y desviaciones típicas obtenidas en los análisis estadísticos descriptivos de las capturas totales en todas las zonas de estudio	109
Tabla 46. Diferencias significativas existentes entre las zonas de estudio hasta el primer pico de vuelo, durante el segundo pico de vuelo y en las capturas totales demostradas de manera descriptiva.	109

RESUMEN.

En este trabajo se comparan cuatro estrategias diferentes de control de carpocapsa (*Cydia pomonella* L.) en manzano (*Malus domestica*, Borkh), adoptadas en tres explotaciones agrícolas situadas en una de las más importantes zonas productoras de fruta en Aragón; la Comarca de Valdejalón.

En tres de ellas se utiliza la técnica de confusión sexual combinada con lucha química convencional, producción integrada y cultivo de producción ecológica respectivamente. En la cuarta únicamente se utiliza el control químico convencional al igual que en una quinta utilizada como testigo adicional.

Para observar la presencia de adultos y determinar las curvas de vuelo de la plaga, se colocaron trampas de monitoreo tipo delta cebadas con feromona de *C. pomonella* en las parcelas estudiadas y se revisaron semanalmente. El primer pico de vuelo se observó claramente en la mayoría de las parcelas, pero posteriormente en aquellas con confusión sexual, apenas se registraron capturas significativas. Los daños en frutos se muestrearon cada dos semanas observando 1.000 frutos por parcela y anotando en cuántos de ellos había penetraciones de larvas. Al final de la campaña solamente se había superado el umbral económico de daños situado en el 1% de los frutos observados, en la parcela testigo, en el resto el porcentaje de daños quedaba muy por debajo.

En el momento de la cosecha, a finales de septiembre, se tomaron muestras de frutos maduros para realizar un análisis de residuos. Los resultados dieron positivos en clorpirifos en las cuatro muestras recogidas y en captán en dos de ellas, pero siempre por debajo del límite máximo (LMR) que la legislación permite.

Se realizó un análisis estadístico de las capturas acumuladas en trampas, determinando de manera descriptiva algunas de las diferencias existentes entre las parcelas.

También se llevó a cabo un cálculo de los costes de aplicación de tratamientos para carpocapsa que evaluó las diferencias económicas entre todas las estrategias estudiadas.

SUMMARY.

In this study compares four different strategies for control of *Cydia pomonella* L. in apple (*Malus domestica*, Borkh), taken at three farms in one of the most important fruit producing areas in Aragon; the region of Valdejalón.

In three of them used the technique of mating disruption in combination with conventional chemical control, integrated production and organic farming cultivation respectively. The fourth is only used conventional chemical control as a fifth used as additional control plot.

To observe the presence of adults and to determine the flight curves of the pest, monitoring traps delta type baited with pheromone of *C. pomonella* were placed in the plots studied and reviewed weekly. The first flight peak was clearly observed in most plots, but later in those with mating disruption, there was little significant catches. The damages to fruits were sampled every two weeks looking at 1.000 fruits per plot and noting how many of them had larvae penetration. At the end of the campaign only had surpassed the economic threshold of damage located in the 1% of the fruits observed in the control plot, in the rest the damage percentage was far below.

At the time of harvest in late September, ripe fruit samples were taken for residue analysis. The results were positive for chlorpyrifos in the four samples collected and captan in two of them, but always below the maximum limit (MRL) that the law allows.

There was a statistical analysis of the cumulative catches in traps, determining descriptively some of the differences between the plots.

Was also carried out a calculation of the costs of implementing codling moth treatments for evaluating the economic differences between all strategies studied.

1.- INTRODUCCIÓN.

1.1.- EL MANZANO.

El manzano, *Malus domestica*, Borkh, es uno de los árboles frutales más ampliamente extendidos en el mundo debido a su adaptabilidad a diferentes climas, multitud de variedades con diferentes características organolépticas, facilidad de conservación de sus frutos, sus múltiples formas de aprovechamiento y sus cualidades nutricionales.

1.1.1.- ORIGEN E HISTORIA.

Se desconoce el origen exacto del manzano cultivado (*Malus x domestica*, Borkh), aunque se cree, que el *Malus sieversii* (Ledeb.) Roem., una especie silvestre que crece en las regiones montañosas de Asia Central, podría ser el progenitor de las primeras especies cultivadas hace 15.000 o 20.000 años.

Muchos han sido los investigadores que hasta nuestros días han intentado desvelar este "misterio" mediante sus estudios y teorías.

En 1930, el biólogo y genetista ruso Vavilov, sugirió (formando parte de su Teoría de los centros de origen o centros de genes), que Turkestán (región de Asia Central) pudo ser el lugar de origen de *M. sieversii* y *M. domestica* (Robinson *et al.*, 2001). Como en esta zona existe una gran variedad de manzanos, muchos autores están de acuerdo en situar el origen de la planta en Asia Central (Janick *et al.*, 1996).

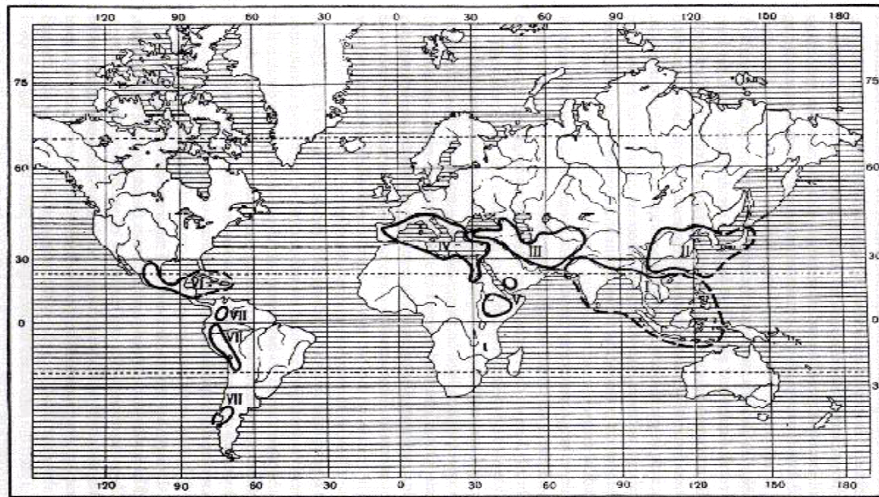


Fig. 1. Center of origin of cultivated plants. I. The tropical south-Asiatic center; II. the east-Asiatic center; III. the southwestern-Asiatic center; IV. the Mediterranean center; V. the Abyssinian center; VI. the Central American center; and VII. The Andean (South American) center.

Fig. 1. Centros de origen de las plantas cultivadas (Vavilov, 1930). El problema del origen de la agricultura mundial a la luz de las últimas investigaciones (Huerga Melcón, 2004).

Por otra parte, Zhou (1999) se refiere a China como lugar originario, argumentando que alrededor del 80% de las especies existentes las podemos encontrar en este país.

Büttner *et al.* (2000) propusieron que algunas de las especies de manzano con grandes frutos, se desarrollaron entre Asia Central y Europa Central y que *M. sieversii* es el antecesor de nuestro *M. x domestica*. Al emigrar a través de la “Ruta de la Seda” pudieron cruzarse con otras especies silvestres.

Todos estos autores coinciden en que *M. sylvestris* var. *sylvestris* no tuvo nada que ver en el proceso, sin embargo Boré y Fleckinger (1997) y Luby (2003) afirman lo contrario. Janick *et al.* (1996) y Forte *et al.* (2002) consideran que *M. sieversii* pudo cruzarse con otras especies como *M. orientalis*, *M. sylvestris*, *M. baccata*, *M. mandshurica* y *M. prunifolia*. Mediante avanzadas técnicas de análisis, Harris *et al.* (2002) demostraron que las especies silvestres de Asia Central y las cultivadas tienen mucho en común con *M. asiatica*, *M. orientalis*, *M. niedzwetyana* y *M. prunifolia* (Pereira *et al.*, 2009).

Diversos estudios arqueológicos revelan que en Europa Central en la Edad de Piedra ya consumían manzanas desecadas al sol. Los restos más antiguos corresponden a la primera época de la Edad de Hierro, entre 8.000 y 2.500 años antes de Cristo.

Egipto, China, Grecia, Israel y Roma revelan la presencia del manzano en distintas fuentes documentales.

La manzana siempre ha sido un fruto simbólico y poderoso a lo largo de la historia, citado como “el fruto prohibido” en la Biblia o en la mitología griega como “la manzana de la discordia” que provocó la enemistad entre los dioses Atenea y Hero y desató la guerra de Troya.

Las civilizaciones egipcia, griega y romana cultivaron manzanos. Esta última los extendió por la mayor parte de sus colonias mediterráneas e inmortalizaron esta fruta en historias mitológicas y textos de gastronomía romana (De recoquinaria de Apicio en el siglo I d.C.).

Aunque ya en época romana se producía manzana en la Península Ibérica, fueron los musulmanes quienes, a partir del siglo VIII, popularizaron su consumo.

Durante la Edad Media, a pesar de su origen salvaje, fue cultivada y consumida por las clases sociales acomodadas y en los alrededores de los monasterios.

En el siglo XVI llega con los nuevos colonizadores a Iberoamérica y unos cien años más tarde ya se cultivaba en América del Norte (Yapert, 2000).

También fueron los colonizadores europeos los que introdujeron el cultivo en Sudáfrica, Australia y Nueva Zelanda.

A partir del siglo XX, después de la primera guerra mundial, comienzan a aparecer las primeras plantaciones comerciales en España, principalmente en la provincia de Zaragoza en los Valles de los ríos Jalón y Jiloca, aunque no será hasta los años 50 y 60 cuando se produzca la gran expansión de este cultivo con importantes plantaciones para manzana de mesa en Cataluña y en Aragón y para sidra en Asturias. En esta última región debido a la tradición sidrera en la zona ya era importante este cultivo con anterioridad.

1.1.2.- SITUACIÓN ACTUAL DEL CULTIVO.

1.1.2.1.- En el Mundo:

El manzano es uno de los cultivos con mayor difusión a escala mundial debido a su facilidad de adaptación a diferentes climas y suelos, especialmente a los de las zonas templadas, aunque su resistencia a las bajas temperaturas hace posible su cultivo en regiones de clima relativamente frío.

En la última década, los diez países con la media más alta en cuanto a producción de manzana en el mundo son los que se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 1. Los diez países del mundo con mayor producción de manzana entre 1999 y 2009. (FAO, 2011).

PAÍS	PRODUCCIÓN (tm/año)
China	22.963.344,30
Estados Unidos	4.461.118,45
Turquía	2.384.942,55
Irán	2.384.454,45
Italia	2.191.694,27
Francia	2.188.081,36
Polonia	2.049.384,36
Federación Rusa	1.703.000,00
Alemania	1.518.664,18
India	1.210.000,00

España quedaría en el lugar número quince de esta lista con una media de 777.788,18 tm/año, según datos de la FAO.

Si se analiza la evolución de la superficie cultivada y la producción total mundial entre 1999 y 2009 se puede observar que la producción ha aumentado más o menos gradualmente pasando de 57.906.585 toneladas en 1999 a las 71.736.938 toneladas en 2009. A la vez se puede ver como la superficie cultivada no ha seguido la misma tendencia, sino que hasta el año 2002 disminuyó en algo más de 700.000 hectáreas para seguir casi constante hasta el año 2009. Todo esto indica un aumento en el rendimiento global de las plantaciones mundiales.

En la siguiente gráfica se puede observar lo comentado en este último párrafo.

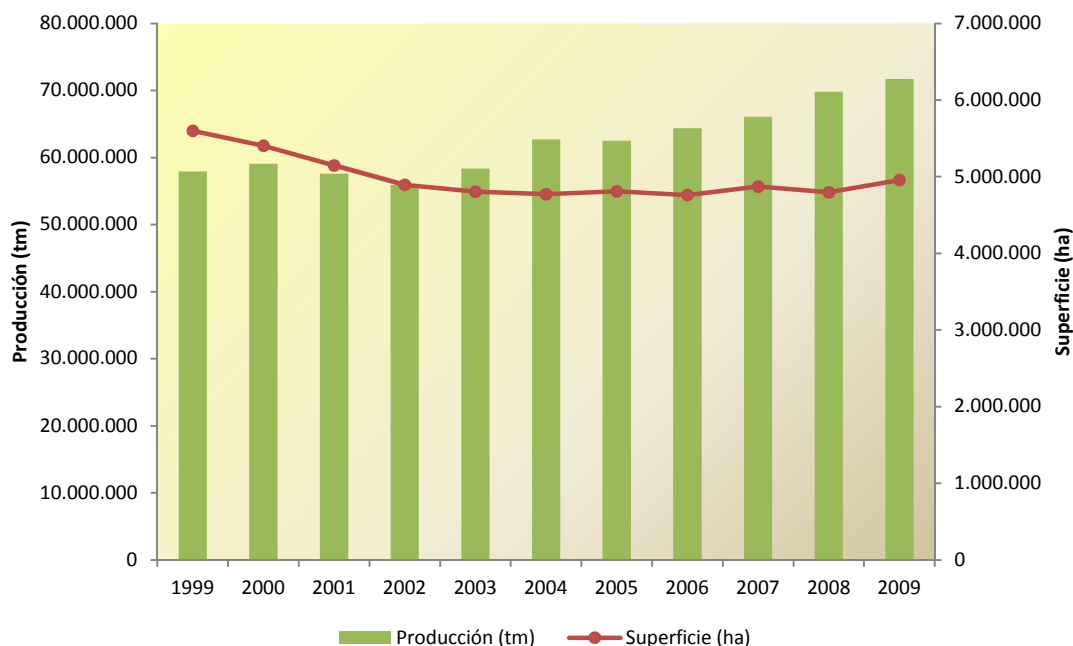


Fig. 2. Producción y Superficie mundial de manzana durante el periodo 1999 – 2009. (FAO, 2011).

Se puede comparar también en el año 2009 los porcentajes que suponen por continentes la superficie y la producción de manzana en el mundo.

La mayor parte corresponde a Asia, seguida de Europa y América. África y Oceanía apenas suponen una pequeña parte tanto de superficie como de la producción, en cambio observando los rendimientos obtenidos, se ve como Oceanía ocupa el segundo lugar después de América. Europa queda en el cuarto puesto de los cinco continentes.

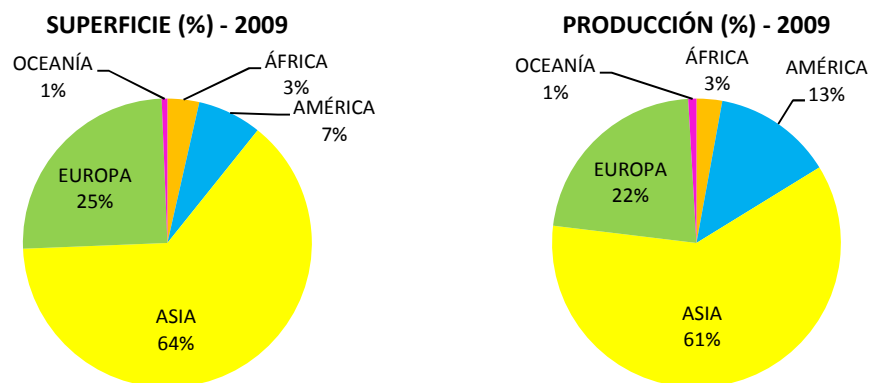


Fig. 3. Superficie y producción de manzana por continentes en 2009. (FAO, 2011).

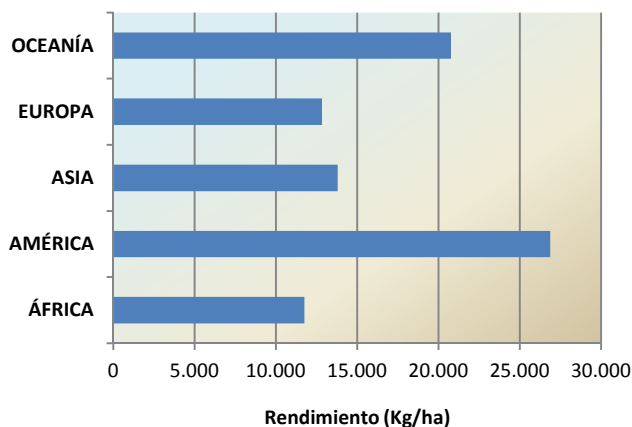


Fig. 4. Rendimientos (Kg/ha) obtenidos por continentes en el año 2009. (FAO, 2011).

1.1.2.2.- En la Unión Europea:

Dentro de la Unión Europea destacan como principales productores Italia, Francia y Polonia; que también se encuentran entre los diez países más productores del mundo.

Les sigue Alemania y en quinto lugar España. El resto de los diez países más productores de la Unión Europea son Rumanía, Hungría, Austria, Países Bajos y Bélgica.

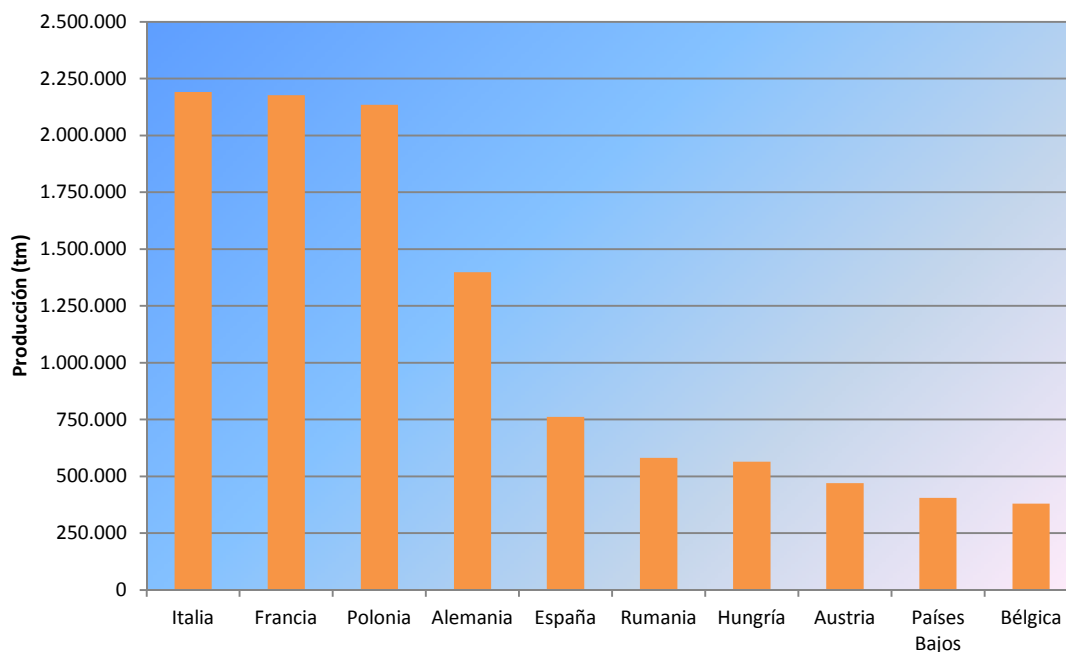


Fig. 5. Los diez países más productores de manzana de la U.E. (1999-2009). (FAO, 2011).

En el año 2009, se puede ver cómo se conserva el orden de los diez países con mayor producción de la U.E., con la excepción de Hungría que pasa del séptimo puesto al quinto desplazando a España y Rumanía. Esto puede deberse a que cuenta con una mayor superficie que estos. En cuanto al rendimiento, es menor que el español, pero algo mayor que el de Rumanía, siendo el de estos tres países junto al de Polonia (líder en producción y superficie), los menores rendimientos de toda la U.E.

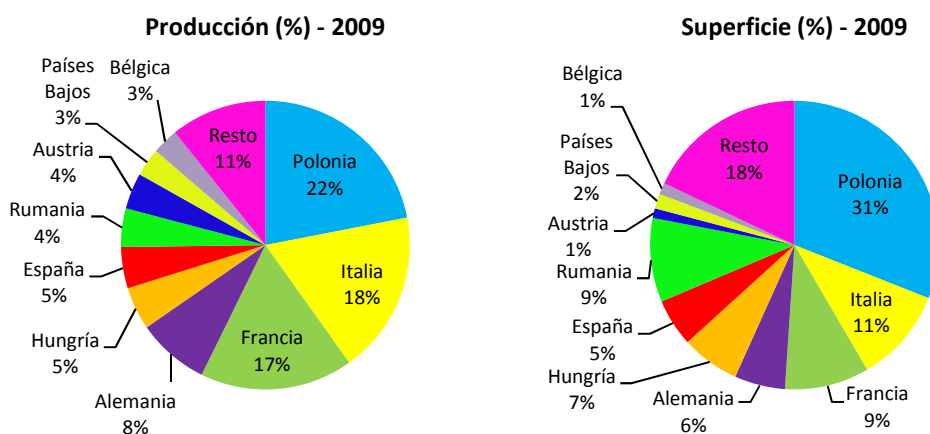


Fig. 6. Producción y Superficie de manzana en la U.E. en 2009. (FAO, 2011).

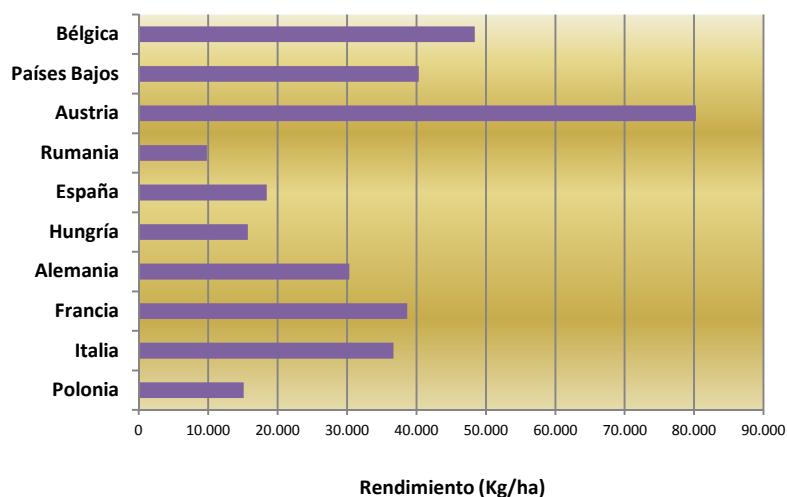


Fig. 7. Rendimientos (Kg/ha) de los diez países más productores de la U.E. en 2009. (FAO, 2011).

1.1.2.3.- En España:

La mayor parte de la producción de manzana en España se obtiene en Cataluña con casi la mitad de la producción total seguida por Galicia y Aragón. Respecto a superficie sigue siendo Cataluña la primera, seguida esta vez por Aragón.

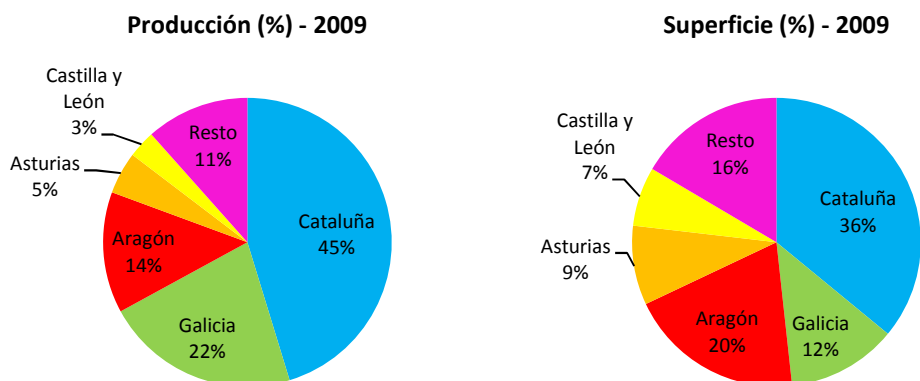


Fig. 8. Producción y Superficie dedicada a manzana en España en 2009. (MARM, 2011).

1.1.2.4.- En Aragón:

El manzano en Aragón supone uno de los más importantes frutales cultivados en esta Comunidad Autónoma, extendiéndose sobre todo a lo largo del Valle del Ebro.

Las Comarcas que destacan por su tradición frutícola son la de Valdejalón en la provincia de Zaragoza y Bajo Cinca en Huesca. Además también cabe citar por su importancia las Comarcas de Calatayud y Bajo Aragón-Caspe en Zaragoza, La Litera y Cinca Medio en Huesca y Bajo Aragón en Teruel.

La provincia de Zaragoza cuenta con la mayor superficie cultivada, un 73% seguida de Huesca con un 25% y Teruel con un 2% de las 3.844 ha totales; de las cuales 3.785 son de regadío y 59 de secano. (Datos correspondientes a 2009 según el Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón, 2011).

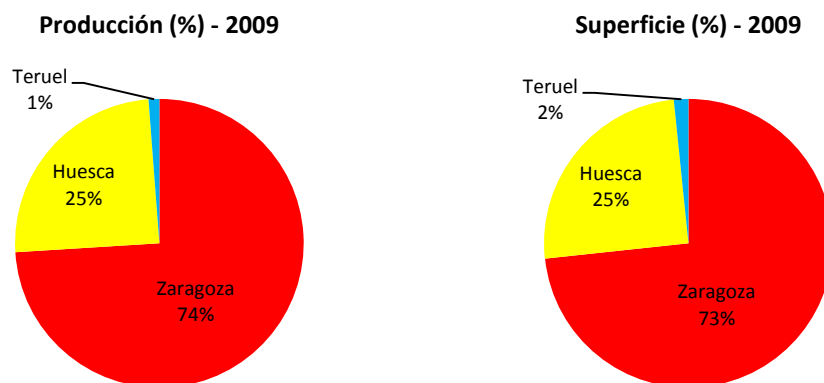


Fig. 9. Producción y Superficie dedicada a manzana en Aragón en 2009. (Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón, 2011).

Los rendimientos obtenidos por hectárea en el mismo año son mayores en la provincia de Zaragoza, seguida de Huesca y de Teruel que obtiene los rendimientos más bajos como puede observarse en la gráfica representada a continuación.

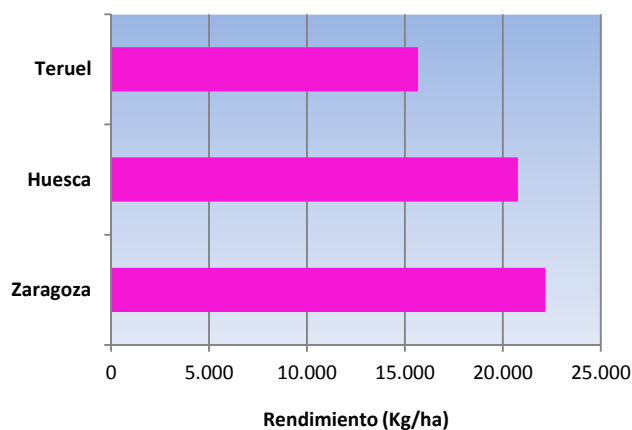


Fig. 10. Rendimientos (Kg/ha) obtenidos por provincias en Aragón en 2009 (Dpto. de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón, 2011).

1.1.3.- DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.

El manzano pertenece a la familia de las Rosáceas, subfamilia Maloideae y género *Malus*.

El número de especies que componen dicho género es algo incierto debido a la dificultad que supone la clasificación en función de los criterios seguidos por cada investigador.

Way *et al.* (1990) detallan 33 especies principales, Forsline *et al.* (2003) describen 23 principales, 5 secundarias y 11 especies híbridas, Zhou (1999) clasifica entre 30 y 35 especies, Harris *et al.* (2002) enumeran 55 especies del género *Malus*.

Estos son algunos de los ejemplos de clasificaciones que se han llevado a cabo en los últimos años (Pereira *et al.*, 2009).

Algunas de las especies se utilizan como ornamentales, otras como portainjertos y otras como árbol frutal, aunque la única especie que se cultiva como tal es *Malus domestica* Borkh.

El manzano es un árbol caducifolio de gran vigor, que alcanza los 10-12 m de altura, con un tronco y ramas principales de color grisáceo y corteza agrietada, con lenticelas, y una copa redondeada y de ramificación abierta, con tendencia a la horizontalidad. (Agustí, 2004).

Tiene los brotes cortos, más o menos espinosos, cuando el árbol es joven, y yemas de madera vellosas. De los brotes salen hojas con nervios alternos bien desarrollados. Estas hojas pueden tener forma desde elípticas a redondeadas, onduladas e irregularmente aserradas, entre 4 y 8 cm de longitud. Su color es verde intenso por el haz y verde claro y pubescente por el envés. El peciolo tiene una longitud aproximada de la mitad de la del limbo.

La inflorescencia es un corimbo de 8 a 11 flores hermafroditas con fuerte tendencia a la alogamia. La flor tiene cinco pétalos que van desde el color blanco hasta el rosa oscuro, cinco sépalos, veinte estambres con anteras amarillas dispuestos en tres franjas, que se insertan en la parte alta del pistilo. Este se divide en cinco estilos unidos en su base.

El ovario tiene cinco lóculos, cada uno de ellos suele albergar uno o dos óvulos, por lo que el número máximo de semillas presentes en una manzana es de diez, aunque hay variedades que pueden llegar a tener treinta semillas. En general las flores son grandes, casi sentadas o cortamente pedunculadas y se abren unos días antes que las hojas (Tamaro, 1987). La floración tiene lugar en primavera, generalmente de abril a mayo, las manzanas más precoces maduran en junio, existiendo especies que mantienen el fruto durante la mayor parte del invierno e incluso se llegan a recoger en marzo o abril. En líneas generales se puede decir que el manzano es autoincompatible y de polinización entomófila.



Fig. 11. Inflorescencias de manzano; botón floral y flor abierta.

El fruto del manzano es un pomo, un fruto carnoso complejo, resultado del desarrollo del ovario de la flor y de los tejidos soldados que lo envuelven. Tiene forma más o menos redondeada y su zona central está dividida en cinco partes, una por carpelo, donde se encuentran las semillas que casi siempre son de color marrón oscuro, protegidas por paredes de consistencia coriácea. La pulpa o mesocarpio es blanca, jugosa y de sabor agradable. La epidermis o epicarpio casi siempre es brillante y lisa de color variable (rojo, verde, amarillo...), dependiendo de la variedad. El pedúnculo del fruto del manzano es de longitud variable, adherente y a veces está inserto en una depresión. El cáliz es persistente y forma el ojo, colocado igualmente en una depresión más o menos regular y profunda (Coutanceau, 1977).

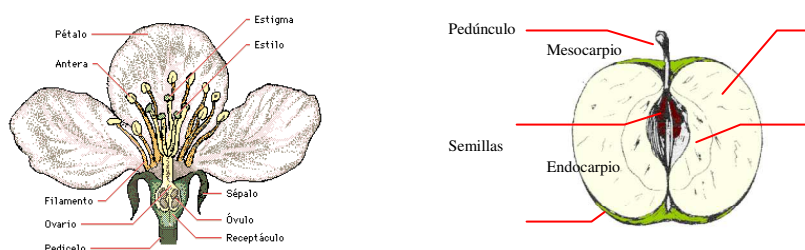


Fig. 12. Sección longitudinal de la flor y del fruto del manzano.

1.1.4.- EXIGENCIAS DE CULTIVO.

El manzano se planta en numerosas latitudes, principalmente en climas templados. Resiste muy bien el frío invernal pero sus flores son sensibles a las heladas primaverales. El exceso de insolación puede ocasionar quemaduras en los frutos, por ello, le favorece cierta humedad en el ambiente. Teme los vientos en el momento de la floración y durante la maduración de los frutos, sobre todo si se trata de vientos secos.

La resistencia de los manzanos al frío depende de la época del año. Durante el invierno son muy resistentes, soportando temperaturas extremas una vez que la madera ha madurado bien. El comportamiento de los manzanos frente a las heladas depende de la variedad y del endurecimiento previo del árbol, pero en general, el manzano puede soportar hasta temperaturas de -34°C sin sufrir grandes daños (Álvarez, 1988), aunque en la práctica cuando se desciende de los -15°C pueden perderse algunas yemas florales.

La principal limitación para el cultivo del manzano en comarcas meridionales es el requerimiento de horas de frío, por encima de las 700 (siempre en función de la variedad). En las exposiciones sur y sureste, la gran intensidad luminosa puede producir frutos vítreos y los grandes calores favorecen el oscurecimiento interno, la escaldadura superficial o los golpes de sol.

La pluviometría anual media suficiente para el cultivo del manzano, se cuantifica en unos 1.000 mm. Se debe tener en cuenta que las lluvias persistentes dificultan la polinización, aumentan el riesgo de enfermedades y las lluvias cercanas a la recolección, pueden provocar la caída prematura de frutos y dar lugar al agrietamiento de estos tras un periodo de sequía (Westwood, 1982).

En cuanto al suelo, el manzano puede cultivarse en la mayoría de suelos bien drenados. Cuanto más enanizante sea el patrón, más fértil deberá ser el suelo. Vegeta bien en suelos que no sean demasiado secos ni demasiado húmedos. Tiene relativa tolerancia a los suelos calizos. La amplia gama de portainjertos favorece su adaptación a numerosos tipos de suelo. Los suelos idóneos son aquellos con un pH entre 6,5 y 8, cal activa inferior al 10%, no salinos, bien drenados con una profundidad mínima de 40 a 50 cm y fértiles.

1.1.5.- PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES.

(Bovey, 1987); (Domínguez García-Tejero, 1982); (De Liñán Vicente, 1998).

1.1.5.1.- Enfermedades causadas por hongos en hojas y frutos:

- OÍDIO: *Oidium farinosum*.
- MOTEADO O ROÑA: *Venturia inaequalis*.
- MOMIFICADO DE FRUTOS: *Monilia sp.*

1.1.5.2.- Enfermedades causadas por hongos en la madera:

- CHANCRO COMÚN: *Cylindrocarpon heteronemum* y *Nectria galligena*.
- CHANCRO DE LAS RAMAS: *Sphaeropsis malorum* y *Botryosphaeria obtusa*.
- CHANCRO RUGOSO: *Phomopsis mali*.

1.1.5.3.- Enfermedades causadas por hongos y oomycetos en cuello y raíz:

- MAL DE CUELLO: *Phytophthora cactorum*.
- MAL BLANCO DE RAÍZ: *Armillaria mellea* y *Rosellinia necatrix*.
- MAL DEL PLOMO: *Chondrostereum purpureum*.

1.1.5.4.- Enfermedades causadas por bacterias:

- FUEGO BACTERIANO: *Erwinia amylovora*.
- AGROBACTERIUM: *Agrobacterium tumefaciens*.

1.1.5.5.- Principales plagas:

ÁCAROS:

- ARAÑA ROJA: *Panonychus ulmi*.

ORDEN THYSANÓPTEROS:

- TRIPS: *Frankliniella occidentalis*, *Trips tabaci*, *Taeniothrips incosequens*.

ORDEN DERMÁPTEROS:

- TIJERETAS: *Forficula auricularia*.

ORDEN HOMÓPTEROS:

- PULGÓN LANÍGENO: *Eriosoma lanigenum*.
- PULGÓN CENICIENTO: *Dysaphis plantaginea*.
- PIOJO DE SAN JOSÉ: *Quadraspidiotus perniciosus*.
- COCHINILLAS: varias especies de la familia *Diaspididae*.

ORDEN COLEÓPTEROS:

- ANTONOMO DEL MANZANO: *Anthonomus pomorum*.

ORDEN HIMENÓPTEROS:

- HOPLOCAMPA: *Hoplocampa testudínea*.

ORDEN DÍPTEROS:

- MOSCA DE LA FRUTA O MOSCA MEDITERRÁNEA: *Ceratitis capitata*.

ORDEN LEPIDÓPTEROS:

- TALADRO AMARILLO: *Zeuzera pyrina*.
- TALADRO ROJO: *Cossus cossus*.
- SESIA: *Synanthedon myopimorfis*.
- CAPUA: *Adoxophyes orana*.
- PANDEMIS: *Pandemis heparana*.
- ARAÑUELO: *Hyponomeuta malinellus*.
- ORUGAS MINADORAS DE HOJAS: *Lyonetia clerkella*, *Leucoptera malifoliella*, *Lithocolletis blancardella*.
- CARPOCAPSA: *Cydia pomonella*.

1.2.- CYDIA POMONELLA.

1.2.1.- DESCRIPCIÓN DE LA PLAGA.

La Carpocapsa; *Cydia pomonella* (L) es la plaga clave en los frutales de pepita y en nogal de todo el mundo. Es la causante del agusanado de los frutos, lo cual conlleva grandes pérdidas económicas en las parcelas comerciales.

Nombre científico: *Cydia pomonella*, Linnaeus; *Laspeyresia pomonella*, L.

Nombre común.: Carpocapsa, polilla, barrenador o gusano de las manzanas y peras.

Orden: Lepidóptera.

Familia: Tortricidae.

1.2.1.1.- Huevos:

Tienen el tamaño de una cabeza de alfiler de aproximadamente 1 mm de diámetro y forma lenticular plano convexa. Su color varía según el estado de desarrollo en que se encuentre. Al inicio son transparentes, luego se vuelven de color blanco opaco con una aureola roja y justo antes de eclosionar se puede observar la cabeza negra de la larva.



Fig. 13. Huevos de *C. pomonella* en diferentes estadios de desarrollo: huevo blanco, huevos en aureola roja y huevos en cabeza negra junto a larva recién eclosionada. (Imágenes procedentes de las webs oficiales de Universidad de California-Los Ángeles y HYPPZ).

1.2.1.2.- Larvas:

Una larva recién eclosionada mide entre 1,5 y 2 mm y tras tres o cuatro semanas, una vez madura llega a medir entre 15 y 20 mm. Para alcanzar el desarrollo máximo, deben pasar por cuatro mudas, es decir, cinco estadios larvarios. Su cabeza es de color pardo negruzco y el color del resto del cuerpo, varía entre el blanco marfil y el beige rosado.



Fig. 14. Larvas de carpocapsa.

1.2.1.3.- Crisálida:

Es de color marrón claro a marrón oscuro y mide de 9 a 10 mm de longitud.



Fig. 15. Crisálida de carpocapsa. (Foto de J. Avilla incluida en Dossier Técnico nº 38 publicado por la Generalitat de Cataluña, 2009).

1.2.1.4.- Adultos:

Pequeña polilla de aproximadamente 1 cm de longitud y aproximadamente 2 cm de envergadura alar. Tiene dos pares de alas. Las alas anteriores (visibles cuando está en reposo), son alargadas y tienen un color gris ceniza predominante surcado de finas bandas negruzcas. Lo que distingue a este insecto es la mancha distal sobre fondo pardo oscuro, festoneada de bandas bronceadas metálicas en cada una de las alas anteriores. Las alas posteriores; que quedan debajo de las anteriores cuando el insecto está en reposo, tienen color pardo cobrizo. Las antenas filiformes quedan sobre las alas cuando el insecto está en reposo (De Liñán, 1998).



Fig. 16. Adultos de *Cydia pomonella* sobre manzana. (Imagen procedente de www.ipm.ucdavis.edu – Universidad de California-Los Ángeles).

1.2.1.5.- Hospedantes:

Es una de las principales plagas de los manzanos y afecta también a otros frutales de pepita; peral y membrillero. Pero además supone un grave problema en nogal; a lo que hay que añadir el gran porte de esta especie y la dificultad que supone la aplicación de tratamientos.

Aparte de estas especies, también puede atacar a melocotonero y ciruelo y otras especies frutales en las cuales realmente no se puede considerar plaga importante.

1.2.2.- CICLO BIOLÓGICO.

La larva en estadio de máximo desarrollo pasa el invierno en estado de diapausa envuelta en un capullo de seda blanco bien tupido que ella misma teje, cobijada bajo la corteza de los árboles, en oquedades de la madera o en cualquier otro lugar que le sirva de protección.



Fig. 17. Larvas de carpocapsa en capullo de seda en oquedades de la madera. (Imagen procedente de www.ipm.ucdavis.edu – Universidad de California-Los Ángeles).

Para que se produzca actividad biológica deben superarse siempre los 10°C de temperatura y no sobrepasar los 31,1°C.

Cuando se completan los mínimos precisos de iluminación y temperatura llegada la primavera, se produce la pupación o formación de crisálida, previa a la emergencia de la primera generación de adultos del año. Dependiendo de la climatología y la latitud, esto puede suceder desde finales de abril a junio.

Los machos de este primer vuelo emergen antes que las hembras (fenómeno de proterándria) (De Liñán, 1998). Cuando estas salen del refugio pupal, ya puede producirse el apareamiento iniciado por el reclamo de feromonas emitidas por las hembras.

La mariposa tiene hábitos crepusculares y vuela con temperaturas superiores a 15°C.

La puesta de huevos tiene lugar durante toda la vida adulta que dura entre 10 y 20 días y cada hembra pone entre 20 y 80 huevos, normalmente de forma aislada.

En la primera generación la puesta es menor que en las otras generaciones y se realiza sobre hojas, ramitas o pedúnculos ya que todavía no hay frutos.

Las larvas de la primera generación tienen una actividad errática antes de introducirse en los frutos. La penetración puede ser por cualquier punto del fruto, aunque preferentemente lo harán por puntos de contacto entre dos frutos o con una hoja.

Primero roe la piel y suele dejar una marca aureolar roja típica. El inicio de la galería es helicoidal para luego penetrar hasta la zona de las semillas o carpelar. Se alimenta de la carne y expulsa los excrementos al exterior, por eso se puede observar una especie de serrín a la entrada de las galerías de los frutos dañados.



Fig. 18. Serrín en la entrada de una galería y corte transversal de manzana con galería de carpocapsa hasta la zona carpelar.

La larva completa su ciclo en unos 21-30 días, luego abandona el fruto y forma la crisálida en la corteza del tronco u otro refugio natural.

Los nuevos adultos aparecen después de unos 10-15 días, hacia finales de junio o principios de julio.

Esta segunda generación realiza la puesta sobre los frutos, con lo cual las larvas recién eclosionadas penetran en el fruto directamente. Esto dificulta el control de la plaga ya que apenas están expuestas a los tratamientos.

La segunda generación puede dar lugar a una tercera, afectando a los frutos más tardíos; de finales de agosto a primeros de septiembre.

El vuelo de la tercera generación, cuando se produce, es muy corto porque las temperaturas crepusculares comienzan a ser bajas para el insecto.

El ciclo termina en octubre con la hibernación de las larvas en su capullo en estado de diapausa, dando lugar a la primera generación de adultos la primavera siguiente.

C. pomonella es un insecto fuertemente dependiente de la temperatura y de la iluminación para su desarrollo.

Conociendo la temperatura mínima o umbral de desarrollo de la carpocapsa (10°C), se calculan los **grados día** que se definen como la cantidad de calor acumulado necesario para que se desarrolle la actividad biológica del insecto.

Este cálculo se realiza restando a la temperatura media diaria, la temperatura umbral (10°C). Si esta diferencia es negativa, no se tiene en cuenta el resultado (Dapena y Miñarro, 1999).

$$\text{GD} = \text{Tm} - \text{Tumbral}; \text{ siendo T umbral} = 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$$
$$\text{Si } \text{Tm} \leq \text{T umbral}; \text{ entonces GD} = 0$$

- Ejemplo: $T_{\text{media}} = 15 \longrightarrow \text{GD} = 15 - 10 = 5$
- Ejemplo: $T_{\text{media}} = 6 \longrightarrow \text{GD} = 6 - 10 = /$ (no se acumulan grados día).

Aproximadamente desde la puesta hasta la eclosión del huevo son necesarios 90° día. De esta forma se puede prever la presencia de larvas en el cultivo a partir de las primeras capturas en las trampas de monitoreo para poder aplicar el tratamiento correspondiente.

1.2.3.- CONTROL.

Aunque existen depredadores naturales de la plaga, el control de este lepidóptero se realiza básicamente mediante lucha química.

Una estrategia mal dirigida puede dar lugar a la aparición de resistencias a insecticidas que sucede cuando una población de una plaga aumenta la proporción de individuos que genéticamente no son afectados por un plaguicida. El resultado es una disminución de la eficacia de los tratamientos fitosanitarios. Esta disminución suele ser consecuencia de la aplicación continuada de un mismo plaguicida o plaguicidas del mismo grupo de acción, lo que provoca que los pocos individuos poco sensibles o resistentes que pueda haber en un principio se vayan seleccionando y se reproduzcan con ventaja evidente sobre los no resistentes. Después de un número de tratamientos, la proporción de individuos resistentes en esa población será muy alta.

Para prevenir la aparición de resistencias o ante la posibilidad que se esté dando, se debe actuar de la siguiente manera (Torá *et al.*, 2004):

- No repetir diversas veces la aplicación del mismo insecticida.
- Alternar aplicaciones de plaguicidas de grupos diferentes.
- Utilizar siempre las dosis aconsejadas (ni superiores, ni inferiores).
- Limitar al máximo posible el número de tratamientos.

Una forma de racionalizar el número de aplicaciones es mediante la obtención de la curva de vuelo a partir de las capturas obtenidas en las trampas de feromonas de monitoreo colocadas en las parcelas. De esta manera, se conoce el momento de máxima presencia de adultos en la parcela con el riesgo que ello supone. Además, los controles visuales de frutos, constituyen un método complementario para estimar el riesgo de daños.

Para ello se deben revisar regularmente 1.000 frutos y ver en cuántos de ellos hay penetraciones de larvas y si se supera el umbral de tolerancia establecido. Dado que este insecto ataca directamente a los frutos, el umbral económico de daño es muy bajo; 1% de frutos afectados (Cichón *et al.*, 2001) y debe procurarse que no se supere mediante la aplicación del tratamiento oportuno. Si los tratamientos se realizan cuando se alcanza el 1,5% de frutos dañados, el resultado no será satisfactorio (Briolini y Castellari, 1973).

Con los tratamientos químicos se actúa sobre huevos y larvas ya que los adultos por su capacidad de vuelo no son posibles de controlar. Existen diferentes tipos de tratamientos químicos según el modo de acción y el estadio sobre el que actúan:

- Ovicidas: son inhibidores de la síntesis de quitina. Inhiben el desarrollo del embrión dentro del huevo, bien por aplicación directa o por la oviposición sobre la superficie tratada. Para que sean efectivos deben aplicarse entre 24 y 48 horas después de superarse el umbral de capturas en trampas por semana establecido en 3 para la 1ª generación y 2 para la 2ª y 3ª generación (Torá, R. *et al.*, 2004).
- Larvicidas: actúan de diferentes maneras; unos a nivel metabólico induciendo una muda prematura y letal; otros sobre el sistema nervioso provocando que el insecto deje de alimentarse y muera; otro tipo de químicos actúa por contacto, destruyendo los primeros estratos subepidérmicos de las larvas.
Deben aplicarse 90 grados día tras registrar las primeras capturas (Torá, R. *et al.*, 2004); aproximadamente entre 10 y 12 días en primavera y entre 7 y 10 días en verano.

Además, en los últimos años se vienen utilizando con éxito otros métodos de control biológico como son las feromonas de confusión sexual o el virus de la granulosis que actúa como larvicida provocando la muerte por ingestión.

La creciente sensibilidad hacia la conservación del medio ambiente y la preocupación por la salud humana, hacen que cada vez existan mayores restricciones en el uso de fitosanitarios y en los niveles de residuos permitidos en los alimentos (Coscollá, 2004), por eso, está aumentando progresivamente el desarrollo y difusión de la lucha integrada y biológica en agricultura.

Como método cultural que puede contribuir a la disminución de la población hibernante, cabe citar la colocación de bandas de cartón ondulado (protegidas por una red de plástico) a una altura mínima de 30 cm del suelo desde el mes de julio o agosto para que crisaliden las larvas en su interior, retirándolas y destruyéndolas en otoño (Mansilla y Pérez, 2006).

1.2.4.- DISTRIBUCIÓN DE LA PLAGA EN EL MUNDO.

Como puede verse en la siguiente figura, la carpocapsa es una plaga de gran extensión mundial, centrada principalmente en el hemisferio norte.

Afecta a los cultivos de la mayoría de países europeos y los pertenecientes a la costa mediterránea. Hacia el este, atraviesa los Urales y llega por el centro de Asia hasta algunas regiones de China y de la India.

En el continente americano se ha detectado en algunas zonas de Canadá, en estados de la costa este y oeste de EE.UU., en México, Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Colombia, Perú y Uruguay.

En Australia y Nueva Zelanda también está presente así como en Sudáfrica y algunas islas.

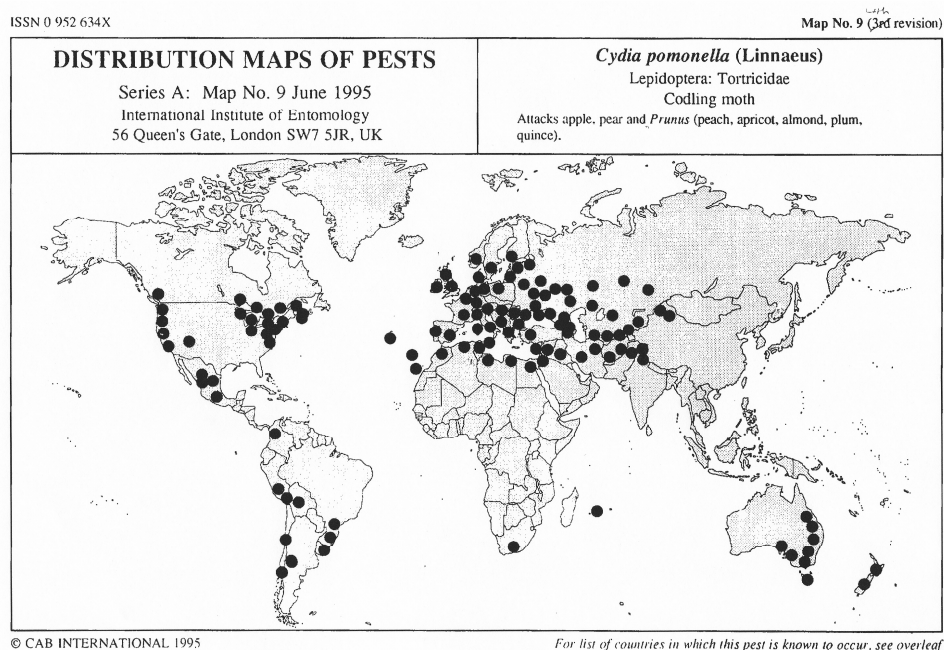


Fig. 19. Mapa de distribución mundial de *Cydia pomonella* en 1995 (CAB International, 1995).

1.3.- LAS FEROMONAS.

Ya en el siglo XVIII, Moses Harris, intuía que existía una comunicación química entre insectos de la misma especie, pero no fue hasta aproximadamente un siglo más tarde, cuando el naturalista francés J.H. Fabre verificó como las hembras vírgenes de los Lepidópteros eran capaces de atraer a los machos a larga distancia (Fabre, 1913).

En el año 1959 el químico alemán Butenandt aisló y caracterizó la primera feromona de insecto, la del gusano de seda *Bombix mori*, utilizando la extremidad abdominal de 250.000 polillas hembra.

Fue en el mismo año, cuando Karlson y Luscher propusieron una definición para estas sustancias; que todavía sigue vigente: "Las feromonas son compuestos químicos que un animal segrega o excreta y que provoca una reacción específica, por ejemplo, un comportamiento determinado o un proceso de desarrollo, en un miembro de la misma especie" (Howse *et al.*, 2004).

Los compuestos químicos implicados en la comunicación se conocen actualmente como semioquímicos. Estos a su vez se dividen en feromonas (acción intraespecífica) y aleloquímicos (acción interespecífica) (Whittaker y Feeny, 1971). Los aleloquímicos consisten en dos tipos principales que son alomonas (señales químicas que dan ventaja al emisor) y kairomonas (benefician al receptor) (Brown *et al.*, 1970). Otra subdivisión consiste en sinomonas (que benefician a emisor y receptor) y antimonas (a ninguno de ellos) (Dicke y Sabelis, 1992).

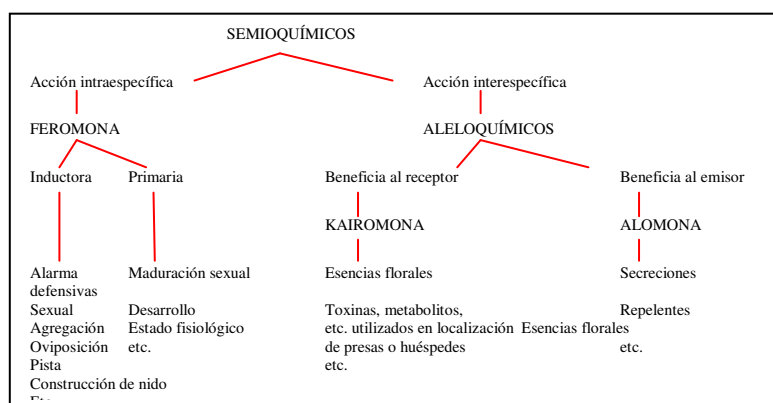


Fig. 20. Clasificación de los semioquímicos con algunos ejemplos (Howse, 2004).

Existen varios tipos de feromonas segregadas por los insectos como por ejemplo las feromonas de agregación que provocan un notable aumento de la densidad de individuos de una especie alrededor de la fuente olorosa; feromonas de dispersión que provocan la huida y otros comportamientos de defensa, etc.

Las sustancias utilizadas en el control de plagas son las feromonas de insectos, concretamente las feromonas sexuales que intervienen en la localización de la pareja a larga distancia (atrayente sexual, emitida por las hembras). También hay feromonas sexuales que actúan a corta distancia (feromona de cortejo, emitida por los insectos macho).

Debido a que la cantidad de material feromonal que contiene un insecto es muy pequeña; normalmente del orden de nanogramos, y su aislamiento es complicado, el uso de feromona natural se hace inviable y se procede a la obtención de feromonas sintéticas que cumplen la misma función.

Como ya se ha comentado, las feromonas, especialmente las sexuales, pueden emplearse en la práctica de la protección fitosanitaria con diversas finalidades:

- 1) Para detectar la presencia de una plaga, su extensión y densidad poblacional por medio de trampas de monitoreo. Así se puede conocer la necesidad o no de tratar y cuál es el momento más oportuno siguiendo la curva de vuelo. En algunos casos también sirven para apreciar la eficacia de un tratamiento en función de la disminución de capturas.
- 2) Como método directo de lucha o protección:
 - a) Captura masiva o “mass trapping” que consiste en capturar a través de un número suficiente de trampas, una proporción considerable de población, normalmente machos atraídos con feromonas sexuales, con el fin de conseguir una reducción drástica de reproductores. Se está ensayando la adición de kairomonas (sustancias emitidas por plantas que sirven de alimento) para atraer también a las hembras.
 - b) Atracción y muerte o “lure and kill” supone la combinación de la feromona con un insecticida y consiste en atraer a los insectos hasta una superficie reducida tratada con un tóxico, ejerciendo su acción de forma localizada.

- c) Atracción y esterilización; es similar, pero todavía menos agresivo. En lugar de insecticida, el insecto entra en contacto con una sustancia esterilizante, reduciendo notablemente la reproducción.
- d) Método de confusión sexual: se fundamenta en impedir que el macho pueda localizar a la hembra y como consecuencia no se produzca el apareamiento.

1.4.-EL MÉTODO DE CONFUSIÓN SEXUAL EN LEPIDÓPTEROS.

Los estudios realizados a través de los años han demostrado que el apareamiento de los Lepidópteros comienza con la liberación por parte de la hembra de la feromona específica. Esto provoca en el macho receptor el inicio del clásico vuelo en zig-zag a contraviento en busca de su pareja. Una vez se encuentran, comienza la ceremonia de cortejo con el consiguiente apareamiento.

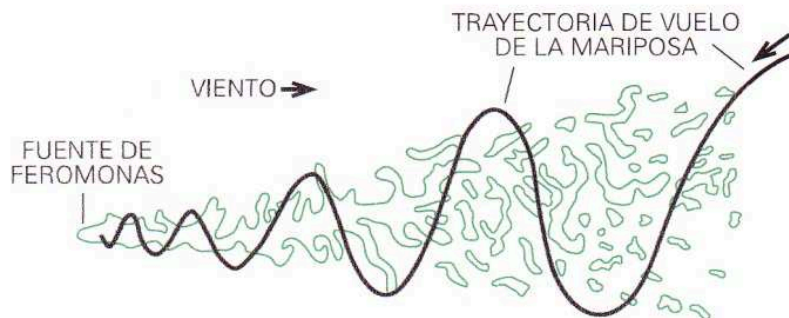


Fig. 21. Trayectoria de vuelo de un macho de *Cydia pomonella* en presencia de una fuente de feromonas de hembra, natural o artificial. (Guía Confusión Sexual, CBC (Europe), Ltd., 2010).

El método de confusión sexual trata de impedir que ambos individuos se encuentren y puedan aparearse. Para ello, se debe conseguir una concentración en el aire de feromona sintética (análoga a la natural) suficiente para saturar el sistema olfativo de los insectos macho de la especie en cuestión. De esta forma, la señal emitida por las hembras quedará camuflada en el ambiente y los insectos macho volarán de manera errática sin conseguir localizarlas.

Los modos de acción que se considera dan explicación al proceso de interrupción del apareamiento son los siguientes:

- a) Confusión o cansancio sensorial de los machos: causada por la constante exposición de los machos a una elevada concentración de feromona, provocando una adaptación de sus receptores antenales y habituación de su sistema nervioso que le impide responder a niveles normales de feromona natural (Stelinski, 2007).
- b) Enmascaramiento del rastro natural. La estela natural de feromona queda borrada por la feromona sintética, haciendo imposible su seguimiento.
- c) Competición entre las fuentes artificiales de feromona y las hembras o seguimiento de falsa pista. La colocación de fuentes puntuales de difusión de feromona sintética, actúa de falsas hembras que el insecto macho trata de localizar.

Como consecuencia de todo el proceso, se obtiene una reducción del número total de los apareamientos y un retraso en los que han podido producirse (con disminución de la fecundidad de las hembras), es decir, una reducción de la capacidad reproductiva del insecto, con la consiguiente reducción de población en la generación descendiente.

Los aspectos fundamentales para una correcta efectividad de la técnica de la confusión sexual son los siguientes:

1.- Características del difusor de feromonas.

Los difusores están diseñados a partir de materiales cuyas propiedades físico-químicas permitan la liberación controlada de sustancias en el ambiente. La velocidad de liberación de la feromona siempre va a verse influenciada por la temperatura y la incidencia del viento; a temperaturas más elevadas y vientos más fuertes, mayor será la cantidad de feromona liberada.

Existen en el mercado diferentes tipos de difusores como son los de Shin-Etsu basados en difusores de material plástico poroso, los difusores de membrana de Sutterra (Check Mate) o Basf (Rak) y los basados en matrices sólidas como los de Hercon (Flakes), AgriSense (Selibate y Frustrate) o de Isagro (EcoPON).

Existen otros sistemas que emiten feromona líquida en una cantidad determinada y a un intervalo de tiempo dado de forma que se puede programar; son los puffers, fabricados por Sutterra, LLC.

Aunque no es un tipo de difusor, cabe citar que otra forma utilizada es la aplicación de feromona líquida microencapsulada por medio de atomizador, regulando la dosis y la frecuencia de aplicación según las recomendaciones del fabricante.



Fig. 22. Diferentes tipos de difusores de feromonas. (Fotos de Avilla y Torá incluidas en Dossier Técnico nº 38 publicado por la Generalitat de Cataluña, 2009).

2.- Concentración de la feromona en campo.

Para interrumpir la comunicación sexual entre machos y hembras, dentro de la parcela debe haber una concentración mínima constante de feromona durante todo el periodo de actividad del insecto.

Esta concentración es del orden de entre 3 y 8 nanogramos por m³, mientras que la emisión de los difusores es cercana al milígramo por día. Esta diferencia es necesaria y la explicación es el balance entre el aporte de feromonas por parte de los difusores y las pérdidas ocasionadas por las siguientes causas:

- Desplazamiento causado por el viento.
- Evaporación unida a las elevadas temperaturas.
- Bordes de las parcelas.
- Orografía de la parcela (pendiente): las feromonas tienden a acumularse en las partes más bajas por gravedad.
- Descomposición producida por rayos ultravioletas, bacterias...
- Absorción del suelo y de las plantas.
- Otras condiciones particulares del entorno (presencia de carreteras, cursos de agua...).

3.- Características del área tratada y aspectos aplicativos.

- Dimensión, forma y pendiente. La técnica da los mejores resultados en parcelas de gran superficie, formas regulares, sin pendiente acusada, plantas de altura uniforme y sin numerosas faltas. En caso de parcelas de menor tamaño no deja de ser efectiva en caso de haber otras parcelas limítrofes donde se utilice también la confusión sexual o aumentando la dosis aconsejada.
Para compensar el efecto de la pendiente, se distribuirá mayor cantidad de difusores en la parte alta que en el fondo de la parcela.
- Dimensiones de las plantas. La nube de feromonas envuelve mejor al cultivo cuando se trata de plantas de porte bajo y por lo tanto mayor efectividad. Si tenemos plantas de mucha altura con gran cantidad de vegetación, la distribución de los difusores se hace más complicada para obtener resultados eficaces.
- Nivel de infestación. La confusión sexual es eficaz con niveles de población bajos. Si la infestación es mayor será necesario el uso de algún tratamiento insecticida complementario.
- Instalación de difusores. Se colocarán antes del inicio del vuelo de la generación hibernante del insecto. En las primeras filas de los bordes de la parcela se reforzará la cantidad de difusores para compensar las pérdidas en esta zona (Efecto Borde).
- Controles de eficacia. Para ello se colocarán trampas de monitoreo y se realizarán controles visuales de daños.
- Tratamiento de choque. Si se supera el umbral de daños se realizará una intervención mediante el insecticida adecuado.

Actualmente esta técnica se usa en algo más de 750.000 ha en todo el mundo y en concreto la confusión sexual para *C. pomonella* ya supera las 200.000 ha (datos expuestos por Koichi Ogura de Shin-Etsu en las II Jornadas sobre feromonas, atrayentes, trampas y control biológico: alternativas para la agricultura del siglo XXI - Murcia, 2009).

2.- OBJETIVOS.

El principal objetivo de este estudio es comparar diferentes estrategias de control de *Cydia pomonella* en manzano en cuatro parcelas situadas en los términos municipales de Épila, Calatorao y La Almunia de Doña Godina; pertenecientes a la Comarca de Valdejalón. Tres de ellas son tratadas mediante técnica de confusión sexual asociada a lucha química convencional, producción integrada y cultivo de producción ecológica. En la parcela restante se utiliza la lucha química convencional sin confusión sexual.

El segundo objetivo de este trabajo es determinar las curvas de vuelo obtenidas de las trampas instaladas en estas parcelas y en otras próximas que sirven de comparativa externa y ver cómo afecta la presencia de la confusión sexual en el vuelo dentro de las parcelas en las que se utiliza esta técnica para controlar la plaga de *Cydia pomonella*.

3.- MATERIAL Y MÉTODOS.

3.1.- SITUACIÓN GEOGRÁFICA DEL ENSAYO.

El proyecto se ha desarrollado en la comarca de Valdejalón en la provincia de Zaragoza.

Esta comarca se encuentra ubicada en la zona centro occidental de Aragón y está vertebrada por el río Jalón. Limita al norte con las comarcas de Campo de Borja y Ribera Alta del Ebro, al este con la delimitación comarcal de Zaragoza y Campo de Cariñena y al sur y oeste con las comarcas de Calatayud y del Aranda.

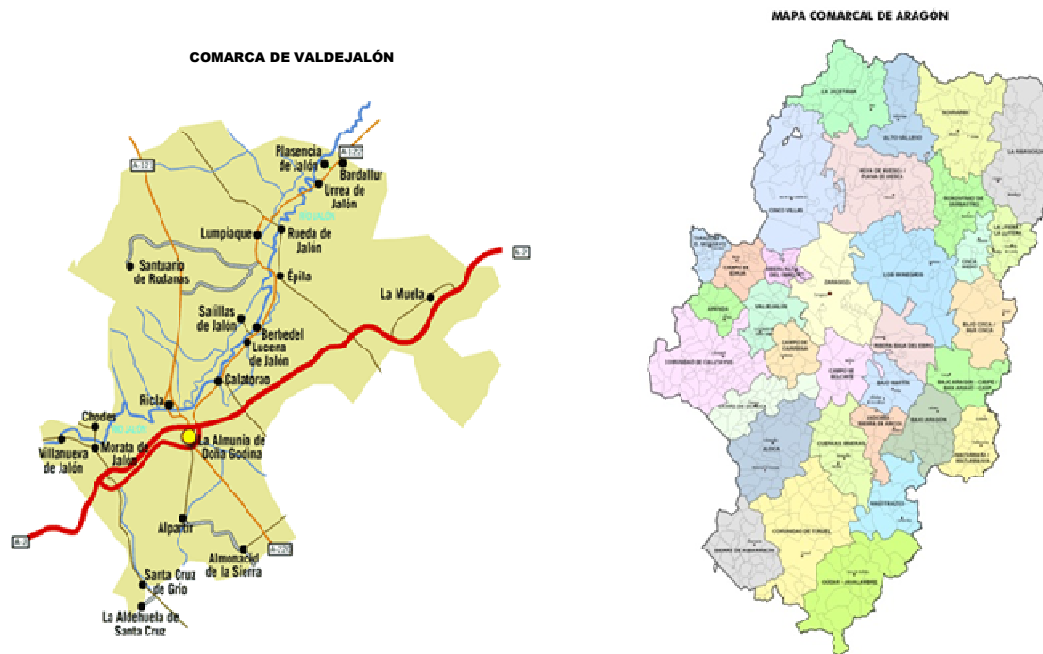


Fig. 23. Mapa de la comarca de Valdejalón (web del Ayto. de La Almunia de Doña Godina) y mapa de las comarcas de Aragón (Portal de las Comarcas de Aragón [en línea]).

Posee un clima mediterráneo continentalizado con temperaturas extremas; muy bajas en invierno y muy altas en verano. Este clima se caracteriza también por la escasez de lluvias, con unas precipitaciones medias de 400 mm anuales y fuertes tormentas en primavera y otoño.

A continuación se pueden observar las gráficas de datos mensuales de temperaturas y precipitación correspondientes a los años 2009 y 2010 pertenecientes a la estación meteorológica que tiene la Oficina del Regante de SIRASA en el término municipal de Épila.

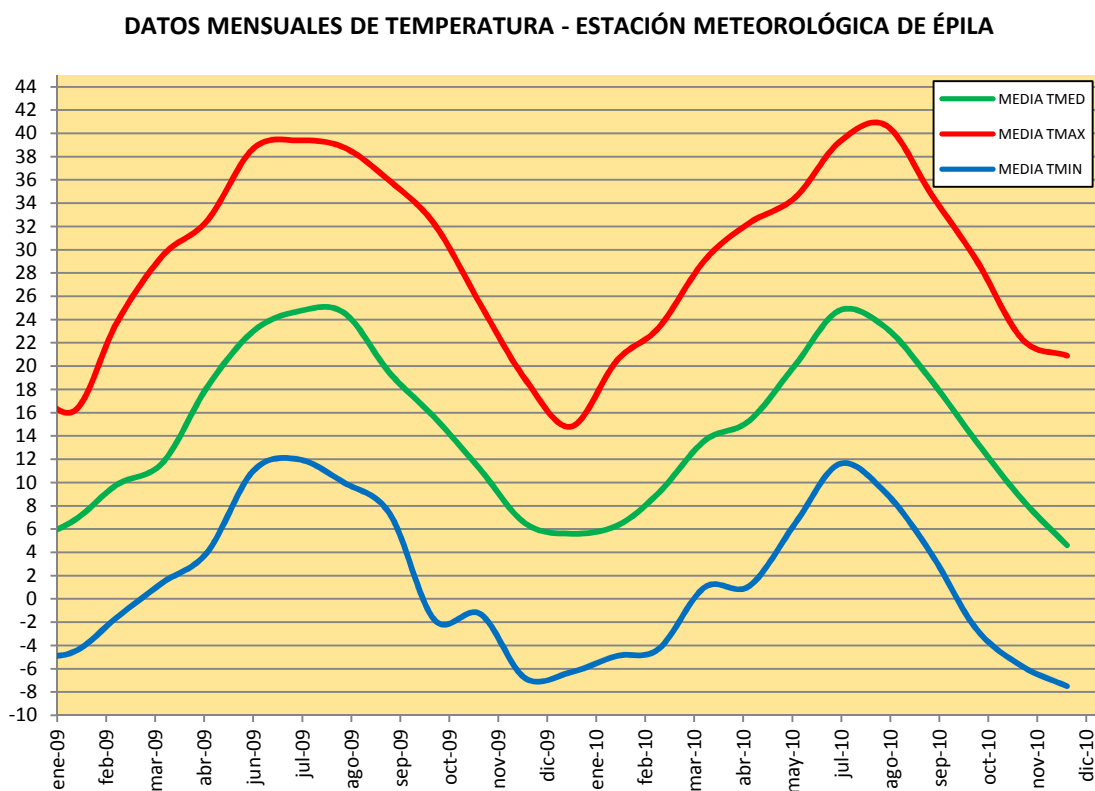


Fig. 24. Datos de temperatura mensual 2009-2010 correspondientes a la estación meteorológica de Epila. (Oficina del Regante del Gobierno de Aragón [en línea]).

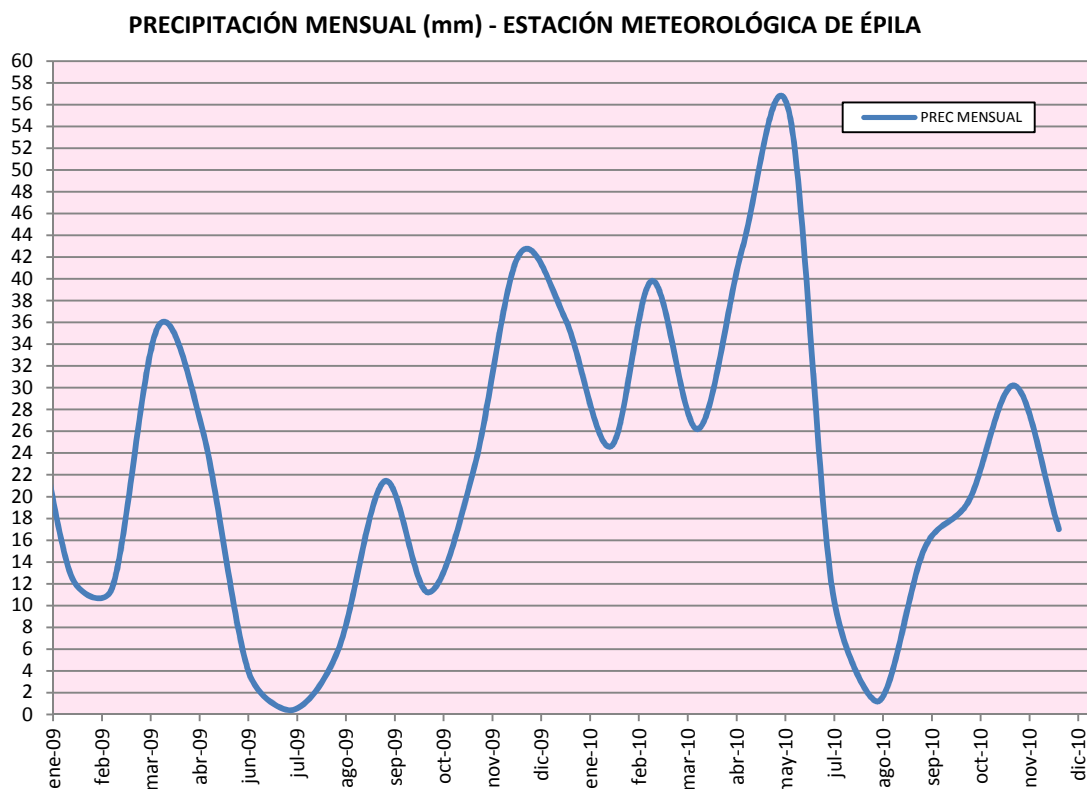


Fig. 25. Datos de precipitación (mm) mensual 2009-2010 correspondientes a la estación meteorológica de Epila. (Oficina del Regante del Gobierno de Aragón [en línea]).

La comarca de Valdejalón tiene una superficie de 935 Km² y una población total de 29.429 habitantes distribuidos en 17 municipios y 23 entidades poblacionales, siendo su capital administrativa La Almunia de Doña Godina.

Esta comarca es una de las zonas más destacadas de Aragón en la producción e industrialización de frutales y viñedo. Esto es debido a la posibilidad de riego con aguas del Jalón desde el embalse de la Tranquera que se consolidó en los años 70 y provocó una masiva plantación de frutales en la zona orientada al consumo nacional. Actualmente existen unas 8.450 ha de frutales en la comarca, de las cuales tan solo 294 pertenecen a cultivo de secano.

3.2.- ZONAS DE ESTUDIO.

Cada zona de estudio se ha denominado **PARCELA**, aunque realmente son partes o sectores de las parcelas catastrales nombradas al inicio de su descripción.

Todas ellas están situadas en la Comarca de Valdejalón, en diferentes términos municipales, pero no muy lejanas unas de otras.

A continuación se representa la situación de todas las **Parcelas** en un plano de la zona y posteriormente se describen las principales características de cada una de ellas.

Cabe citar que no se ha utilizado un testigo sin tratamiento debido a que la legislación prohíbe la existencia de plantaciones frutales en abandono y obliga a su arranque, ya que supondrían un problema de sanidad vegetal para otras plantaciones cercanas por albergar gran cantidad de plagas y organismos patógenos.

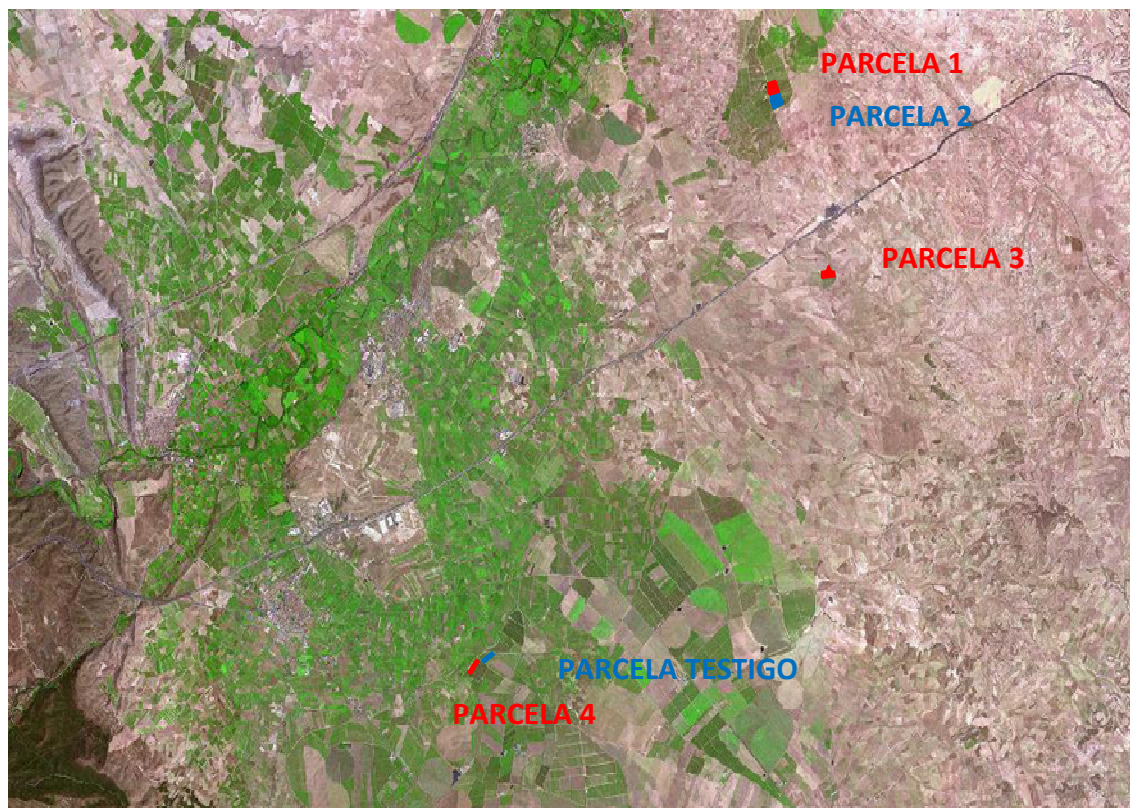


Fig. 26. Croquis de situación de las **Parcelas** de estudio en la zona. (Imagen original procedente del visor 2D del SITAR, 2011).

3.2.1.- PARCELA 1: Confusión Sexual + Lucha Química Convencional.

Municipio: 99-Épila; Polígono: 22; Parcela: 508.

Forma parte de la finca cuya superficie total es 52,17 ha, de las cuales 35 están dedicadas al cultivo del manzano y el resto a peral y melocotonero. Se encuentra en una amplia zona de frutales de regadío, aunque por el este, limita con una gran parcela de regadío de 255,19 ha con pívots, dedicada a cultivos herbáceos.

El estudio se ha realizado en un sector de unas 5 ha de manzano en las cuales el agricultor ha instalado por primer año la técnica de confusión sexual y además continúa realizando los tratamientos químicos habituales. Se pretendía que redujera el número de tratamientos.

Tabla 2. Principales características de la Parcela 1.

PARCELA 1	
SUPERFICIE	5 ha
MARCO DE PLANTACIÓN	4,5 x 2,5 m
PATRÓN	M9
VARIEDAD PRINCIPAL	Golden Smoothee (4 filas)
VARIEDAD POLINIZADORA	Verde Doncella (2 filas)
AÑO DE PLANTACIÓN	1992 (Golden S.) / 2000 (Verde D.)
FORMACIÓN	Espaldera/eje central
ALTURA ÁRBOL	3,5 m aprox.
ALTURA POSTES	4,5 m
ORIENTACIÓN	SO-NE
RIEGO	Goteo
AÑOS CON CONFUSIÓN SEXUAL	1º
ESTRATEGIA DE CONTROL	CONF. SEXUAL + QUÍMICA CONV.

3.2.2.- PARCELA 2: Lucha Química Convencional.

Municipio: 99-Épila; Polígono: 22; Parcela: 508.

Se trata de otro sector de 5 ha de manzano de la misma finca descrita anteriormente, en el cual solamente se aplican tratamientos químicos convencionales.

Tabla 3. Principales características de la Parcela 2.

PARCELA 2	
SUPERFICIE	5 ha
MARCO DE PLANTACIÓN	4,5 x 2,5 m
PATRÓN	M9
VARIEDAD PRINCIPAL	Golden Smoothee (4 filas)
VARIEDAD POLINIZADORA	Verde Doncella (2 filas)
AÑO DE PLANTACIÓN	1992 (Golden S.) / 2000 (Verde D.)
FORMACIÓN	Espaldera/eje central
ALTURA ÁRBOL	3,5 m aprox.
ALTURA POSTES	4,5 m
ORIENTACIÓN	SO-NE
RIEGO	Goteo
ESTRATEGIA DE CONTROL	LUCHA QUÍMICA CONVENCIONAL



Fig. 27. Croquis de las Parcelas 1 y 2 con detalle de la situación de las trampas de monitoreo y bordes de muestreo de frutos. (Imagen original procedente de visor SIGPAC, 2011).

3.2.3.- PARCELA 3: Confusión Sexual + Cultivo Producción Ecológica.

Municipio: 68-Calatorao; Polígono: 12; Parcela: 12.

El sector estudiado forma parte de un total de 17,33 ha, de las cuales 8,94 están dedicadas al cultivo del manzano. El resto corresponden a melocotonero, peral, nectarina y albaricoquero. Toda la explotación perteneciente a este agricultor, está dedicada a la agricultura ecológica, incluida la zona de estudio.

Para realizar el trabajo, se ha utilizado una parte de la plantación que corresponde a manzanos más jóvenes y que según indicaciones del propio agricultor, es la más afectada por la plaga.

Tabla 4. Principales características de la Parcela 3.

PARCELA 3	
SUPERFICIE	3,18 ha
MARCO DE PLANTACIÓN	5 x 1,5 m
PATRÓN	M9
VARIEDAD PRINCIPAL	Buckeye (4 filas) / Fuji (4 filas)
VARIEDAD POLINIZADORA	Fuji (2 filas) / Buckeye (2 filas)
AÑO DE PLANTACIÓN	2008 (1999 parte vieja)
FORMACIÓN	Eje central
ALTURA ÁRBOL	2,5 m aprox.
ALTURA POSTES	4,5 m
ORIENTACIÓN	NO-SE
RIEGO	Goteo
AÑOS CON CONFUSIÓN SEXUAL	10°
ESTRATEGIA DE CONTROL	CONF. SEXUAL + ECOLÓGICO

Esta parcela se halla en un entorno totalmente aislado en cuanto a frutales se refiere, ya que además de ella, solamente hay dos plantaciones colindantes de higuera y de albaricoquero también en producción ecológica pertenecientes al mismo agricultor. Aparte de esto, únicamente se cultivan especies herbáceas en los alrededores.

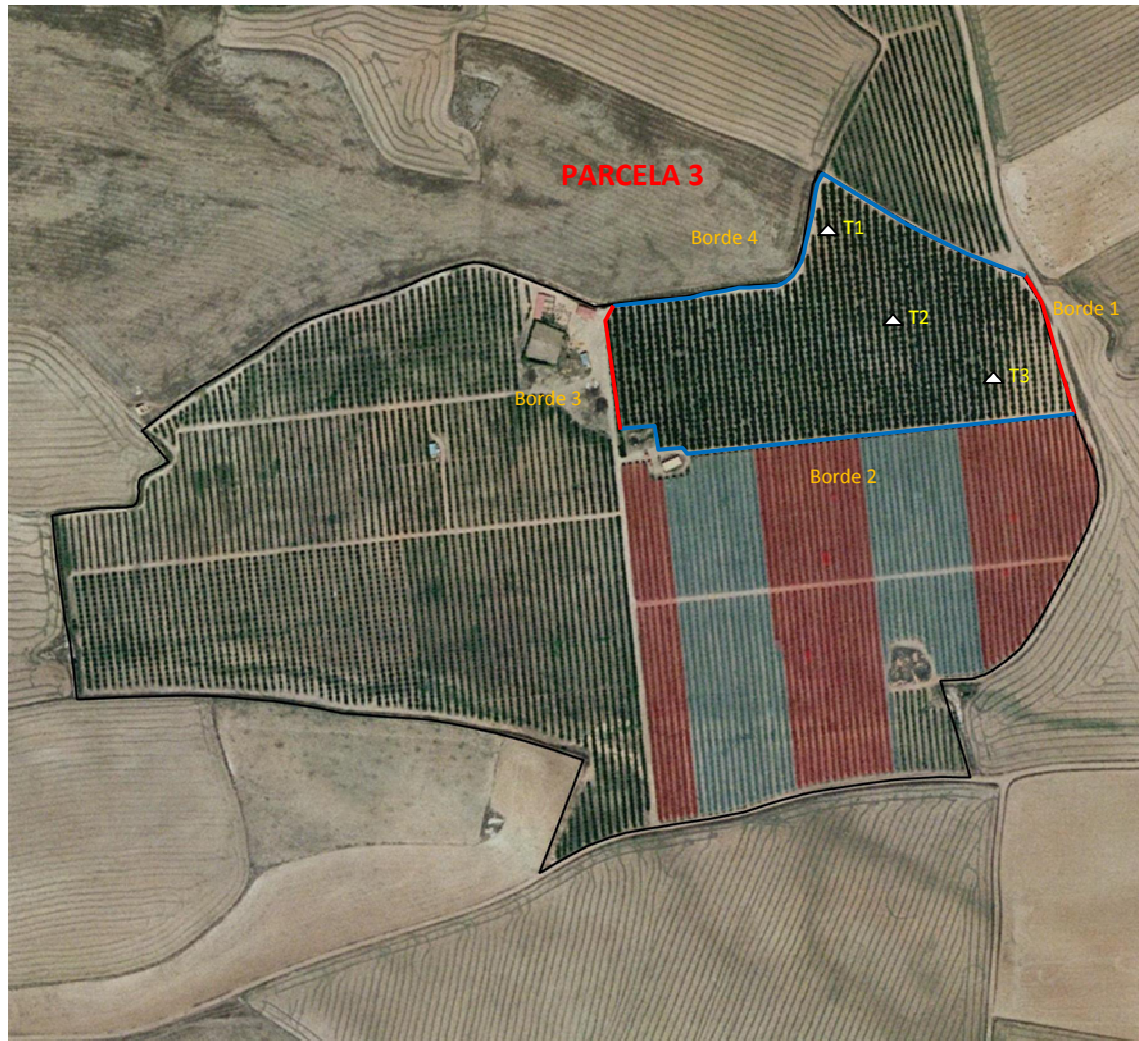


Fig. 28. Croquis de la **Parcela 3** con detalle de la situación de las trampas de monitoreo y bordes de muestreo de frutos. (Imagen original procedente de visor SIGPAC, 2011).

3.2.4.- PARCELA 4: Confusión Sexual + Producción Integrada.

Municipio: 25-La Almunia de Doña Godina; Polígono: 13; Parcela: 2.

La superficie total es de 25,12 ha, de las cuales 2,92 son de manzano y el resto de melocotonero, nectarina, cerezo y peral. Para el ensayo se ha utilizado un sector de manzano de 1,82 ha, que según ha indicado el agricultor es la zona más problemática de su explotación.

La estrategia de control para carpocapsa utilizada es la técnica de confusión sexual junto a la aplicación de tratamientos autorizados por la normativa de producción integrada.

Tabla 5. Principales características de la Parcela 4.

PARCELA 4	
SUPERFICIE	1,82 ha
MARCO DE PLANTACIÓN	4,5 x 2 m
PATRÓN	M9
VARIEDAD PRINCIPAL	Golden Smoothee (4 filas)
VARIEDAD POLINIZADORA	Top Red (2 filas)
AÑO DE PLANTACIÓN	1992
FORMACIÓN	Eje central/espaldera
ALTURA ÁRBOL	3,5 m aprox.
ALTURA POSTES	4,5 m
ORIENTACIÓN	NE-SO
RIEGO	Goteo
AÑOS CON CONFUSIÓN SEXUAL	3º
ESTRATEGIA DE CONTROL	CONF. SEXUAL + PROD. INTEGR.

Esta parcela al igual que la siguiente, se encuentran en una extensa zona de cultivo de frutales de regadío, tanto de hueso como de pepita. Esta primera, se encuentra junto al almacén de fruta de la explotación, factor que puede favorecer una mayor población de plaga de carpocapsa por la presencia de palots, cajas y otros lugares de refugio invernal.

3.2.5.- PARCELA TESTIGO: Lucha Química Convencional.

Municipio: 25-La Almunia de Doña Godina; Polígono: 13; Parcela: 26.

Esta parcela se encuentra frente a la anterior, separada de ella por el camino de acceso desde la localidad, de unos 5 m de anchura. Tiene una superficie total de 26,47 ha de las cuales 9,69 ha corresponden a manzano y el resto a melocotonero y peral. Para realizar el estudio, se ha utilizado un sector de 1,34 ha de manzano donde solamente se realizan tratamientos químicos convencionales para el control de *Cydia pomonella*.

Tabla 6. Principales características de la Parcela Testigo.

PARCELA TESTIGO	
SUPERFICIE	1,34 ha
MARCO DE PLANTACIÓN	4 x 2,5 m
PATRÓN	M9
VARIEDAD	Golden Smoothee
AÑO DE PLANTACIÓN	1990
FORMACIÓN	Vaso
ALTURA ÁRBOL	2,5 m aprox.
ORIENTACIÓN	SO-NE
RIEGO	Goteo
ESTRATEGIA DE CONTROL	LUCHA QUÍMICA CONVENCIONAL

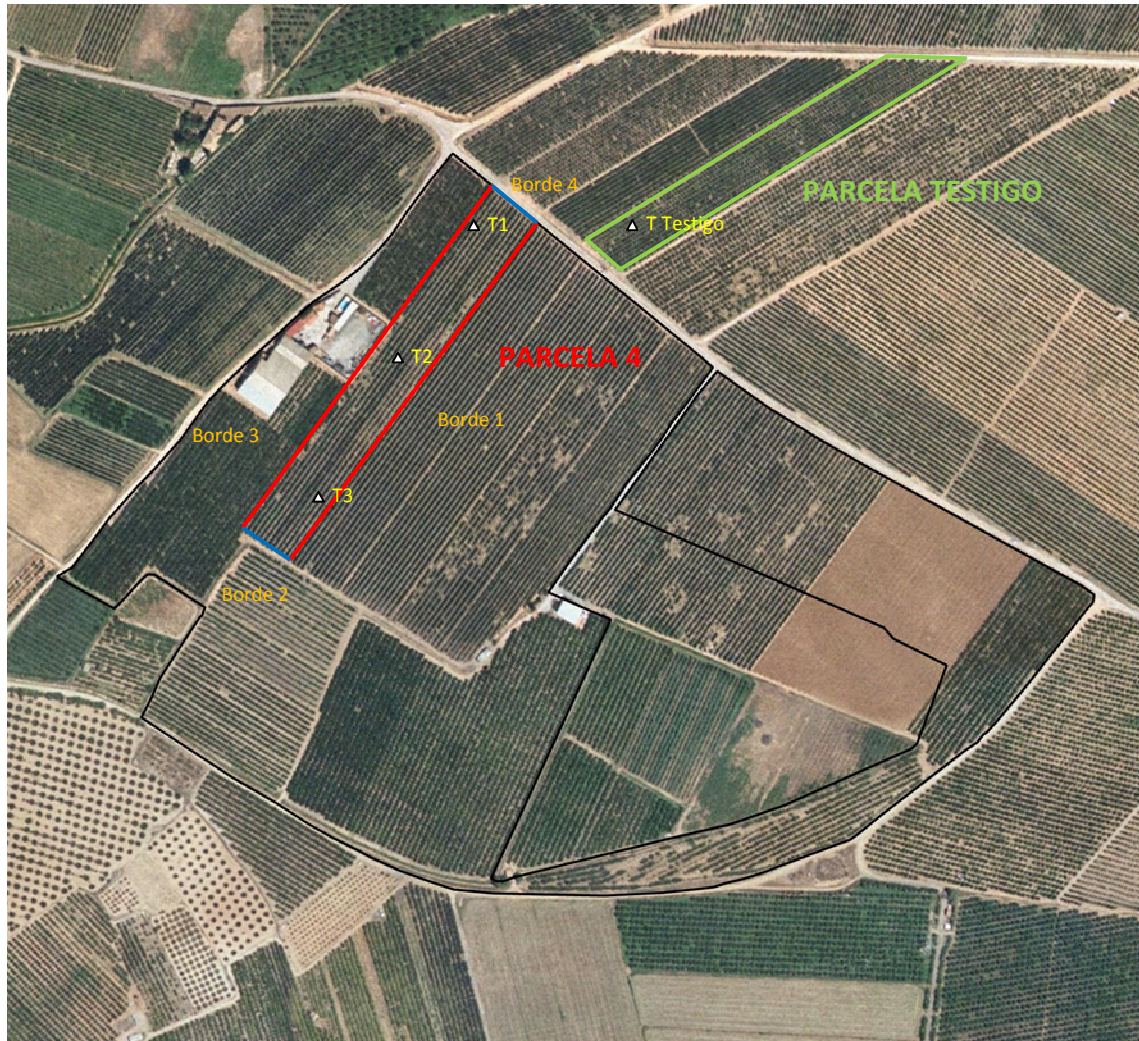


Fig. 29. Croquis de las **Parcelas 4 y Testigo** con detalle de la situación de las trampas de monitoreo y bordes de muestreo de frutos. (Imagen original procedente de visor SIGPAC, 2011).

3.3.- MATERIALES.

3.3.1.- MATERIAL VEGETAL: Se trata de manzanos plantados en cada una de las parcelas de estudio, con las características que se indican en la siguiente tabla.

Tabla 7. Resumen de las principales características del material vegetal utilizado en el estudio.

	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	PARCELA 4	P. TESTIGO
Superficie	5 ha	5 ha	3,18 ha	1,82 ha	1,34 ha
Marco de plantación	4,5 x 2,5 m	4,5 x 2,5 m	5 x 1,5 m	4,5 x 2 m	4 x 2,5 m
Patrón	M9	M9	M9	M9	M9
Varietal principal	Golden Smoothee (4 filas)	Golden Smoothee (4 filas)	Buckeye (4 filas)/ Fuji (4 filas)	Golden Smoothee (4 filas)	Golden Smoothee
Varietal polinizadora	Verde Doncella (2 filas)	Verde Doncella (2 filas)	Fuji (2 filas)/ Buckeye (2 filas)	Top Red (2 filas)	
Año de plantación	1992(Golden S.) / 2000 (Verde D.)	1992(Golden S.)/ 2000 (Verde D.)	2008 (1999 parte vieja)	1992	1990
Formación	Espaldera / eje central	Espaldera / eje central	Eje central	Eje central/espaldera	Vaso
Altura árbol	3,5 m aprox.	3,5 m aprox.	2,5 m aprox.	3,5 m aprox.	2,5 m aprox.
Altura postes	4,5 m	4,5 m	4,5 m	4,5 m	
Orientación	SO-NE	SO-NE	NO-SE	NE-SO	SO-NE
Riego	Goteo	Goteo	Goteo	Goteo	Goteo
Años con Confusión Sexual	1º		10º	3º	
Estrategia de control Carpocapsa	Confusión Sexual + L.Química Convenc.	L.Química Convenc.	Confusión Sexual + C. Producción Ecológica	Confusión Sexual + Producción Integrada	L.Química Convenc.

3.3.2.- DIFUSORES DE CONFUSIÓN SEXUAL:

Tabla 8. Resumen de las principales características de los difusores de Confusión Sexual para Carpocapsa utilizados en el estudio.

NOMBRE	Isomate C-Plus®
Nº REGISTRO	23287
FABRICANTE	Shin-Etsu Chemical Co., LTD.
TITULAR	CBC (Europe) LTD.
FORMULACIÓN	E,E-8,10-Dodecadien-1-ol 49,9% (116,9 mg/difusor) [VP] P/P
DOSIS	1.000 difusores/ha (doble dosis de refuerzo en los bordes de la parcela)
DURACIÓN	150-180 días

3.3.3.- TRAMPAS DE MONITOREO:

Tabla 9. Resumen de las principales características de las trampas de monitoreo de Carpocapsa utilizadas en el estudio.

	PARCELAS SIN CONFUSIÓN SEXUAL	PARCELAS CON CONFUSIÓN SEXUAL
TIPO DE TRAMPA	Delta	Delta
DIFUSOR	Tipo CYPO P de Open Natur (feromona fabricada por Pherobank)	Pherocon CM/DA COMBO® de Kenogard
FORMULACIÓN	1 mg de E,E-8,10-Dodecadien-1-ol	3mg de E,E-8,10-Dodecadien-1-ol 3mg de (Ethyl(2E,4Z)-2,4-decadienoate)
CAPTURAS	Machos adultos	Machos y hembras adultos

3.3.4.- SOPORTE INFORMÁTICO:

- **SPSS 15.0** para Windows: programa de tratamiento estadístico de datos mediante el cual se ha realizado un análisis de varianza (**ANOVA**) de las capturas obtenidas en cada una de las parcelas de estudio. Para ello se utilizó el **Test de Kolmogorov-Smirnov (K-S de 1 muestra)** para comprobar la normalidad de la distribución y el **Parámetro de Levene** para la homogeneidad de varianzas. Posteriormente se realizó un análisis de comparaciones múltiples mediante las pruebas para varianzas heterogéneas **T2 de Tamhane**, **T3 de Dunnet**, **Games-Howell** y **C de Dunnet**.

3.4.- PROCEDIMIENTO.

3.4.1.- DIFUSORES DE CONFUSIÓN SEXUAL.

Antes de comenzar el vuelo de carpocapsa debían estar instalados los difusores de feromonas en aquellas parcelas en las que se usó la técnica de la confusión sexual. Estas **parcelas** fueron la **1, 3 y 4**.

En las tres se utilizó el mismo tipo de difusor de feromonas; **Isomate C Plus[®]** de **Shin-Etsu Chemical Co., L.T.D.** a una dosis de 1.000 difusores/ha, teniendo en cuenta que en las primeras filas de los bordes se debía aplicar un refuerzo doblando la dosis del producto.

Estos difusores de Shin-Etsu son microcapilares de material plástico que permiten la liberación al aire de la feromona contenida en su interior.

Poseen además un cuerpo de aluminio que le confiere consistencia y a la vez permite su torsión para ser colocado correctamente en las plantas. Tienen una duración entre 150 y 180 días en campo, lo cual abarca toda la campaña desde su colocación hasta la cosecha. Esta duración depende de las temperaturas y del viento, pues cuanto mayores sean, mayor será la velocidad de evaporación de feromona en el aire.



Fig. 30. Difusores de feromonas de Confusión Sexual para carpocapsa, Isomate C Plus[®] de Shin-Etsu.

Tratándose de plantas menores de 4 m, los difusores se colocaron sobre ramas laterales entre 1,70 y 2 m de altura, protegidos de la luz directa solar y del viento. Se habrá tenido la precaución de no retorcerlos demasiado, una simple torsión bastará para fijarlos a la rama, ya que de lo contrario, se pueden generar microfisuras que alterarían la emisión regular de feromona.



Fig. 31. Difusor Isomate C Plus[®] bien colocado (izquierda) y mal colocado (derecha); demasiado retorcido.

Los difusores Isomate C Plus[®] para el control de carpocapsa utilizan una feromona sintética llamada codlemona; (8E, 10E)-8, 10- Dodecadien-1-ol cuya estructura molecular se muestra en la siguiente figura.

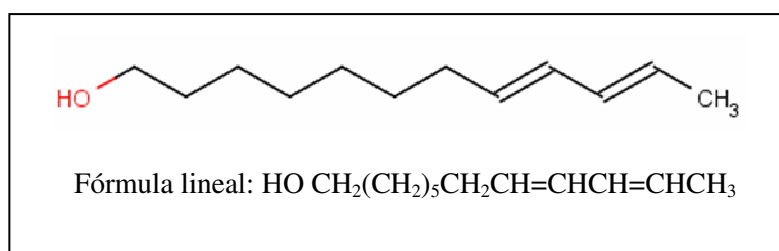


Fig. 32. Estructura y fórmula de la molécula de (8E, 10E)-8, 10- Dodecadien-1-ol.

3.4.2.- TRAMPAS DE MONITOREO.

Igual que los difusores de feromonas de Confusión Sexual, antes de que comenzase el vuelo de la generación hibernante de *Cydia pomonella* se colocaron las trampas de monitoreo en cada zona de estudio.

El tipo de trampa instalada fue del tipo delta, con fondo adhesivo para que las polillas quedasen atrapadas y una cápsula emisora de feromona que actuó de atrayente.

En el caso de parcelas sin confusión sexual se utilizó un difusor con 1 mg de feromona ((8E, 10E)-8, 10-Dodecadien-1-ol) fabricada por **Pherobank; tipo CYPO P**, septum de caucho natural grande de **OpenNatur**. En estas trampas se capturan machos adultos de carpocapsa.

En las parcelas con confusión sexual se usó otro tipo de difusores en las trampas, ya que se precisa mayor poder de atracción debido a la concentración de feromona existente en el ambiente.

En este caso se colocaron las cápsulas **Pherocon CM/DA COMBO®** de **Kenogard**, que contienen 3 mg de codlemona ((8E, 10E)-8, 10-Dodecadien-1-ol) y 3 mg de la kairomona ester de pera (Ethyl (2E, 4Z)-2, 4-decadienoate). En estas trampas se capturan hembras y machos adultos.

Dicha combinación de codlemona y ester de pera es la más adecuada para el monitoreo dentro de confusión sexual ya que obtiene el mayor número de capturas en comparación con otros tipos de atrayente comercializados en la actualidad (Fernández *et al.*, 2010).

Tanto en un caso como en otro, según el fabricante, las cápsulas tienen una duración de dos meses y hay que cambiarlas una vez transcurrido este tiempo para poder observar con precisión el vuelo de la plaga. Para recordar la fecha de colocación y los cambios de cápsula, se anotaba esta en un lateral de la trampa, donde cada vez que se controlaba podía visualizarse fácilmente.



Fig. 33. Trampas tipo delta colocadas en las parcelas.

En las **parcelas 1, 2, 3 y 4** se colocaron tres trampas, teniendo en cuenta que la primera siempre estaba en la zona más expuesta al viento dominante, la segunda en la parte media y la tercera en la parte menos expuesta. Así se muestrearon zonas de la parcela con posibles diferencias de concentración de feromona debido al arrastre por los fuertes vientos que frecuentemente soplan en la zona. En la **parcela Testigo** solamente se colocó una trampa que sirvió para observar el vuelo de la plaga fuera de la zona de confusión sexual en los alrededores de la **parcela 4**.

A partir del momento de la colocación, cada semana se controlaron las capturas obtenidas en cada trampa, eliminando las polillas de los fondos y anotando los datos en una hoja Excel para determinar posteriormente la curva de vuelo en cada zona y comparar todos los resultados.



Fig. 34. Fondo engomado de la trampa delta con capturas de carpocapsa y otros insectos.

Además de las trampas situadas en las zonas de estudio, se contó con los datos de otras cinco trampas colocadas por las técnicas de las ATRIAS de Épila y de La Almunia de Doña Godina. En los alrededores de las **parcelas 1 y 2** se colocaron cuatro trampas fuera de Confusión Sexual (tres de ellas en una misma parcela) pertenecientes al ATRIA de Épila y en la misma **parcela 4** (Confusión Sexual + Producción Integrada), una trampa del ATRIA de La Almunia. Todas ellas eran de feromona normal, es decir, utilizaron cápsulas con 1 mg de (8E, 10E)-8, 10-Dodecadien-1-ol.

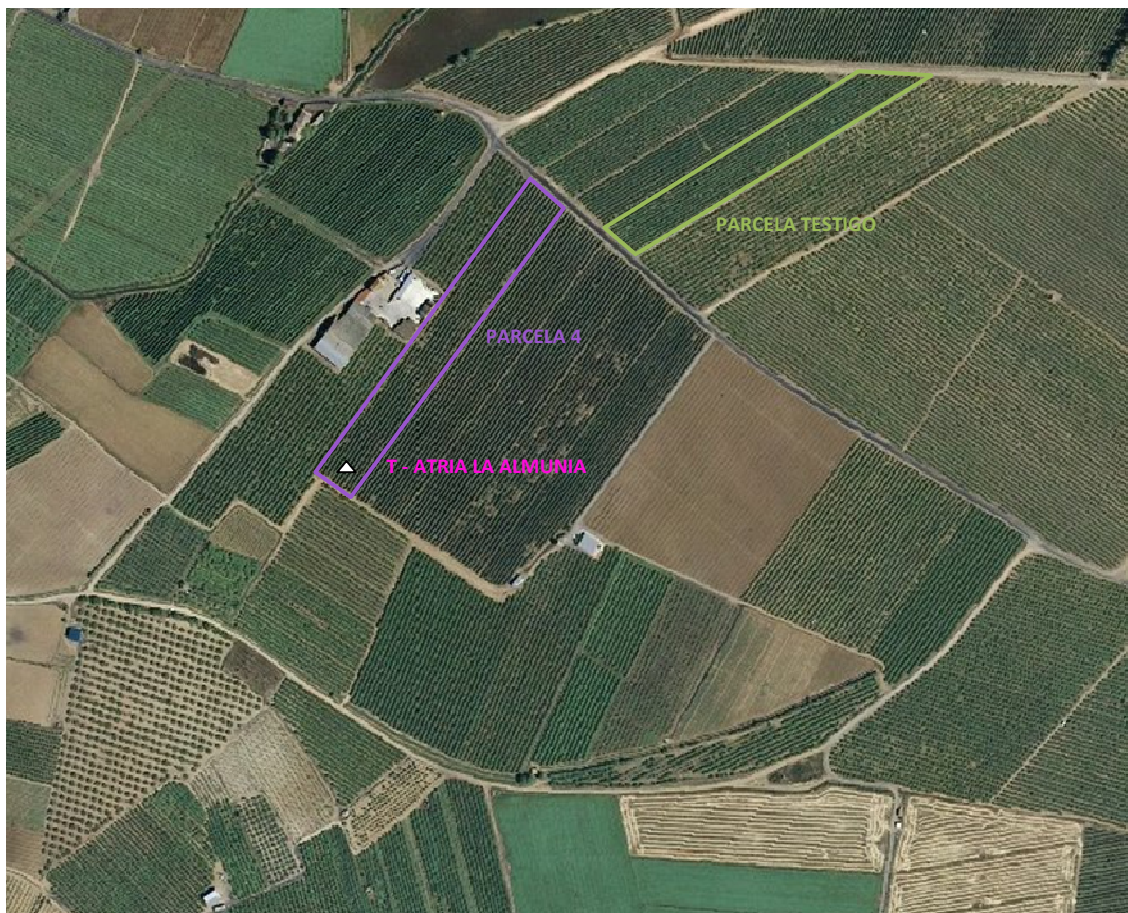


Fig. 35. Croquis de situación de la trampa del ATRIA de La Almunia de Doña Godina. (Imagen original procedente de visor SIGPAC, 2011).



Fig. 36. Croquis de situación de las trampas del ATRIA de Épila. (Imagen original procedente de visor SIGPAC, 2011).

3.4.3.- MUESTREO DE FRUTOS.

En semanas alternas, se controlaron puestas de huevos y sobre todo daños en frutos en cada uno de los sectores estudiados. Para ello se muestrearon 1.000 frutos por parcela. Los frutos elegidos fueron preferentemente los que estaban en contacto con otro fruto o con una hoja o brote, ya que en esas zonas se introducen con mayor facilidad las larvas de carpocapsa.

En las parcelas de confusión sexual se muestrearon principalmente los bordes porque es la parte más susceptible y además se controlaron también un par de filas centrales.

En las parcelas en las que no había confusión sexual, al no existir diferencias entre centro y borde, los muestreos se realizaron en filas distribuidas por toda la parcela.

En otra hoja Excel se fueron anotando el número de frutos dañados encontrados en cada una de las parcelas y se iba informado a los agricultores tanto de las capturas como de la presencia de daños en frutos observados en todo momento para que pudieran tomar decisiones en cuanto a tratamientos.



Fig. 37. Manzanas en inicios de desarrollo con presencia de daños por larvas de *C. pomonella*.

Tanto el control de las trampas como los muestreos de frutos se realizaron hasta el momento de la cosecha de las manzanas en cada una de las parcelas.

3.4.4.- ANÁLISIS DE RESIDUOS.

Justo antes de la cosecha se tomaron muestras de frutos maduros de cada parcela y se enviaron a un laboratorio acreditado para realizar un análisis de residuos de plaguicidas, exceptuando la **parcela 3**, ya que se tratándose de cultivo ecológico debidamente acreditado por una entidad certificadora regulada por el Comité Aragonés de Agricultura Ecológica (C.A.A.E.), no se consideró necesario.

Las muestras se recogieron de la siguiente manera:

- Se tomaron diez frutos de diferentes zonas de la parcela a media altura y en la parte externa del árbol.
- Se introdujeron todos los frutos en una bolsa y se etiquetaron con la fecha de recogida de la muestra y nombre de la parcela de origen.

En las **parcelas 1 y 2** los resultados de los análisis los cedió el agricultor que tiene por costumbre realizarlos cada año por tener almacén de comercialización. Los análisis de las **parcelas 4 y Testigo**, estuvieron financiados por CBC Iberia, S.A. empresa distribuidora de los productos Shin-Etsu en España.

Al finalizar la campaña se recopilaron los cuadernos de campo de cada agricultor con los tratamientos realizados en cada parcela para poder comparar los resultados y si hay variaciones en función de la estrategia seguida en cada caso.

3.4.5.- DISEÑO EXPERIMENTAL.

Tabla 10. Diseño experimental.

ESTRATEGIA DE CONTROL					
	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	PARCELA 4	P. TESTIGO
Estrategia	CONF. SEX. + QUÍM.CONV.	QUÍM.CONV.	CONF.SEX. + C.ECOLOG.	CONF. SEX. + PROD.INTEG.	QUÍM.CONV.
Años Conf. Sexual	1°	0	10°	3°	0
Difusor Conf. Sexual	Isomate C Plus® Shin-Etsu		Isomate C Plus® Shin-Etsu	Isomate C Plus® Shin-Etsu	
Duración difusores	150-180 días		150-180 días	150-180 días	
Dosis	1.000 difusores/ha		1.000 difusores/ha	1.000 difusores/ha	
Refuerzo bordes	Doblar dosis en primeras filas		Doblar dosis en primeras filas	Doblar dosis en primeras filas	

TRAMPAS DE MONITOREO					
	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	PARCELA 4	P. TESTIGO
Nº Trampas	3	3	3	3	1
Tipo cápsula de feromona	CM/DA Combo®	CYPO P (normal)	CM/DA Combo®	CM/DA Combo®	CYPO P (normal)
Duración cápsula	Dos meses				
Cambio cápsula	Cada seis semanas				
Muestreos	Cada semana				

CONTROL DE DAÑOS EN FRUTOS					
	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	PARCELA 4	P. TESTIGO
Muestreos 1.000 frutos/parcela	Cada dos semanas				

ANÁLISIS DE RESIDUOS EN FRUTOS					
	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	PARCELA 4	P. TESTIGO
Muestra de 10 frutos/parcela en cosecha	Si	Si	No (Certif. Comité Agric. Ecológica)	Si	Si

4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1.- CICLO INFECTIVO EN FUNCIÓN DE LOS GRADOS DÍA.

4.1.1.- CAPTURAS.

En las siguientes tablas se muestran las capturas obtenidas en las trampas de monitoreo de cada parcela de estudio. Además se ha calculado la media de capturas por trampa y día (C/T/D) y la media de capturas por trampa y semana (C/T/S) que sirve para construir las curvas de vuelo.

Se indican también las fechas de cambio de feromona de las trampas, que como puede verse siempre es inferior a los dos meses recomendados por el fabricante. Se hace así para asegurar la eficacia, ya que en esta zona son frecuentes los fuertes vientos que sumados a las altas temperaturas estivales, podrían provocar una prematura pérdida de efectividad.

Tabla 11. Capturas obtenidas en las trampas de la Parcela 1 durante el estudio.

PARCELA 1: Confusión sexual + Lucha Química Convencional.						
FECHA	T1	T2	T3	TOTAL	C/T/D	C/T/S
20/04/2010	Colocación	Colocación	Colocación	0	0	0
27/04/2010	0	0	0	0	0	0
04/05/2010	0	0	0	0	0	0
11/05/2010	0	0	0	0	0	0
18/05/2010	0	0	0	0	0	0
25/05/2010	1	0	0	1	0,048	0,333
01/06/2010	0	0	0	0	0	0
08/06/2010	0	0	0	0	0	0
15/06/2010	0	0	0	0	0	0
22/06/2010	0	0	0	0	0	0
29/06/2010	0	0	0	0	0	0
06/07/2010	0	0	0	0	0	0
13/07/2010	1	0	1	2	0,095	0,667
20/07/2010	0	0	0	0	0	0
27/07/2010	0	0	0	0	0	0
03/08/2010	0	0	0	0	0	0
10/08/2010	0	0	0	0	0	0
17/08/2010	0	0	0	0	0	0
24/08/2010	0	0	0	0	0	0
31/08/2010	0	0	0	0	0	0
07/09/2010	0	0	0	0	0	0
14/09/2010	0	0	0	0	0	0
21/09/2010	0	0	0	0	0	0
TOTAL	2	0	1	3		

01/06/2010; 13/07/2010; 24/08/2010: fechas de cambio de las cápsulas de feromona de las trampas.

En la primera Parcela apenas se han obtenido capturas a lo largo del estudio, siendo la trampa T1 (la situada más cerca del camino) con dos capturas, la que mayor número de insectos ha atrapado. Junto a la confusión sexual se han aplicado cinco tratamientos químicos contra carpocapsa comenzando el 11/05/2010 y con una frecuencia de 15-20 días entre ellos (Anexo I.1). Al final de la campaña el agricultor ha eliminado dos tratamientos de clorpirifos que pretendía aplicar igual que en la parcela 2, a la vista de la ausencia continuada de daños y capturas. En vista a los buenos resultados en este sector y la posibilidad de reducir todavía más los tratamientos en años siguientes, este agricultor está sopesando la idea de ampliar la técnica de confusión sexual a una mayor superficie de su explotación.

Tabla 12. Capturas obtenidas en las trampas de la Parcela 2 durante el estudio.

PARCELA 2: Lucha Química Convencional.						
FECHA	T1	T2	T3	TOTAL	C/T/D	C/T/S
20/04/2010	Colocación	Colocación	Colocación	0	0	0
27/04/2010	0	0	0	0	0	0
04/05/2010	0	0	0	0	0	0
11/05/2010	0	0	0	0	0	0
18/05/2010	0	0	0	0	0	0
25/05/2010	1	16	17	34	1,619	11,333
01/06/2010	3	5	2	10	0,476	3,333
08/06/2010	2	6	1	9	0,429	3
15/06/2010	0	0	0	0	0	0
22/06/2010	0	0	0	0	0	0
29/06/2010	0	1	0	1	0,048	0,333
06/07/2010	0	0	0	0	0	0
13/07/2010	4	8	0	12	0,571	4
20/07/2010	0	1	1	2	0,095	0,667
27/07/2010	0	0	0	0	0	0
03/08/2010	0	0	0	0	0	0
10/08/2010	0	0	1	1	0,048	0,333
17/08/2010	0	0	0	0	0	0
24/08/2010	0	0	1	1	0,048	0,333
31/08/2010	5	9	5	19	0,905	6,333
07/09/2010	0	1	1	2	0,095	0,667
14/09/2010	0	0	1	1	0,048	0,333
21/09/2010	0	0	0	0	0	0
TOTAL	15	47	30	92		

01/06/2010; 13/07/2010; 24/08/2010: fechas de cambio de las cápsulas de feromona de las trampas.

En este caso el número de capturas ha sido notablemente mayor que en la anterior. La trampa T1 es la que menor número de capturas ha registrado, posiblemente por ser la más cercana a la Parcela 1 en la que se ha utilizado la confusión sexual. La trampa central T2 es la que más adultos ha capturado a lo largo de la campaña seguida de la T3.

En cuanto a fechas, apenas ha habido diferencias entre ellas; las tres han obtenido sus capturas simultáneamente. Se aprecia el máximo de capturas el día 25/05, pico de vuelo de la primera generación de individuos adultos y otros dos picos los días 13/07 y 31/08 correspondientes a la 2ª y 3ª generación respectivamente. Se aplicaron siete tratamientos químicos desde el 11/05/2010 con la misma frecuencia de 15-20 días que en la parcela anterior (Anexo I.2).

Tabla 13. Capturas obtenidas en las trampas de la Parcela 3 durante el estudio.

PARCELA 3: Confusión Sexual + Cultivo Producción Ecológica.						
FECHA	T1	T2	T3	TOTAL	C/T/D	C/T/S
11/05/2010	Colocación	Colocación	Colocación	0	0	0
18/05/2010	0	0	0	0	0	0
25/05/2010	2	0	0	2	0,095	0,667
01/06/2010	0	0	0	0	0	0
08/06/2010	1	1	0	2	0,095	0,667
15/06/2010	0	0	0	0	0	0
22/06/2010	0	0	0	0	0	0
29/06/2010	0	1	0	1	0,048	0,333
06/07/2010	0	0	0	0	0	0
13/07/2010	0	1	1	2	0,095	0,667
20/07/2010	2	0	0	2	0,095	0,667
27/07/2010	0	0	0	0	0	0
03/08/2010	0	1	1	2	0,095	0,667
10/08/2010	1	2	1	4	0,190	1,333
17/08/2010	0	0	0	0	0	0
TOTAL	6	6	3	15		

22/06/2010; 03/08/2010: fechas de cambio de las cápsulas de feromona de las trampas.

En esta Parcela 3 el ciclo fue más corto que en el resto ya que la recolección se realizó antes debido a que las variedades cultivadas (Fuji y Buckeye) eran más tempranas. Las capturas fueron escasas y repartidas a lo largo de las semanas. Tanto la trampa T1 más externa como la central T2, han tenido el mismo número de capturas; 6. La trampa T3 ha capturado la mitad. Con estos valores tan bajos y dado que la plantación es todavía joven y carece de homogeneidad y frondosidad que aporte protección contra el viento, no se pueden sacar conclusiones de las diferentes capturas entre unas trampas y otras. De todos modos, lo que se puede asegurar es que dado que la parcela se encuentra en un entorno de aislamiento, sin más frutales alrededor y que el agricultor lleva ya diez años aplicando la misma estrategia contra carpocapsa en manzano, ha logrado mantener un nivel de población lo suficientemente bajo para no tener graves problemas. Aparte de la confusión sexual realizó dos tratamientos con granulovirus (Carpovirusina®). También aplicó caolín contra el moteado (causado por el hongo *Venturia inaequalis*) que a su vez, dificulta la puesta de huevos de la carpocapsa (Anexo I.3).

Tabla 14. Capturas obtenidas en las trampas de la Parcela 4 durante el estudio.

PARCELA 4: Confusión Sexual + Producción Integrada.						
FECHA	T1	T2	T3	TOTAL	C/T/D	C/T/S
11/05/2010	Colocación	Colocación	Colocación	0	0	0
18/05/2010	5	2	4	11	0,524	3,667
25/05/2010	33	8	20	61	2,905	20,333
01/06/2010	4	2	2	8	0,381	2,667
08/06/2010	0	0	1	1	0,048	0,333
15/06/2010	1	0	1	2	0,095	0,667
22/06/2010	1	1	0	2	0,095	0,667
29/06/2010	3	0	0	3	0,143	1
06/07/2010	1	0	1	2	0,095	0,667
13/07/2010	0	2	1	3	0,143	1
20/07/2010	1	0	0	1	0,048	0,333
27/07/2010	1	0	1	2	0,095	0,667
03/08/2010	0	0	0	0	0	0
10/08/2010	0	0	0	0	0	0
17/08/2010	0	1	0	1	0,048	0,333
24/08/2010	0	0	0	0	0	0
31/08/2010	0	0	0	0	0	0
07/09/2010	0	0	0	0	0	0
14/09/2010	0	0	0	0	0	0
21/09/2010	0	0	0	0	0	0
TOTAL	50	16	31	97		

22/06/2010; 03/08/2010: fechas de cambio de las cápsulas de feromona de las trampas.

En la cuarta zona de estudio la trampa con menor número de capturas fue la central. En las primeras semanas de muestreo se obtuvo una gran cantidad de capturas sobretodo en las trampas cercanas a los bordes. Esto se debió a la emergencia de una generación hibernante con una elevada densidad de población. El motivo de tener un menor número de capturas en el centro es debido a la acción de las feromonas de confusión sexual. Generalmente en las parcelas con confusión sexual no se producen apenas capturas, pero cuando hay una elevada densidad de población, sucede esto y los bordes son siempre más susceptibles por tener una menor eficacia los difusores. En las semanas posteriores se observó una importante disminución del número de capturas.

Se combinó la confusión sexual con cinco aplicaciones de insecticidas químicos (materias activas aprobadas por la normativa de Producción Integrada de fruta de pepita) entre el 31/5 y el 5/9 a intervalos de 23 y 28 días (Anexo I.4).

Tabla 15. Capturas obtenidas en las trampas de la Parcela Testigo durante el estudio.

P. TESTIGO: Lucha Química Convencional.			
FECHA	TOTAL	C/T/D	C/T/S
11/05/2010	Colocación	0	0
18/05/2010	6	0,857	6
25/05/2010	25	3,571	25
01/06/2010	7	1	7
08/06/2010	1	0,143	1
15/06/2010	0	0	0
22/06/2010	1	0,143	1
29/06/2010	1	0,143	1
06/07/2010	2	0,286	2
13/07/2010	2	0,286	2
20/07/2010	9	1,286	9
27/07/2010	9	1,286	9
03/08/2010	1	0,143	1
10/08/2010	2	0,286	2
17/08/2010	2	0,286	2
24/08/2010	2	0,286	2
31/08/2010	0	0	0
07/09/2010	0	0	0
14/09/2010	1	0,143	1
21/09/2010	0	0	0
TOTAL	71		

22/06/2010; 03/08/2010: fechas de cambio de la cápsula de feromona de la trampa.

En la trampa colocada en la Parcela Testigo se registraron un total de 71 capturas, obteniéndose la mayor cifra a los quince días de su colocación; igual que en los casos anteriores debido a la emergencia de la primera generación de adultos. Más adelante se observa como volvió a aumentar el número de capturas durante dos semanas consecutivas hacia el 20 y 27 de Julio; pico de vuelo de la segunda generación de adultos de carpocapsa. Se realizaron nueve tratamientos químicos desde el 24/5 hasta el 11/9 con intervalos que van de los 9 a los 21 días (Anexo I.5).

Tabla 16. Capturas obtenidas en la trampa del ATRIA de La Almunia de Doña Godina.

ATRIA - LA ALMUNIA			
FECHA	TOTAL	C/T/D	C/T/S
04/05/2010	Colocación	0	0
11/05/2010	3	0,429	3
18/05/2010	8	1,143	8
25/05/2010	10	1,429	10
01/06/2010	2	0,286	2
08/06/2010	0	0	0
15/06/2010	0	0	0
22/06/2010	0	0	0
29/06/2010	0	0	0
06/07/2010	0	0	0
13/07/2010	4	0,571	4
20/07/2010	1	0,143	1
27/07/2010	1	0,143	1
03/08/2010	0	0	0
10/08/2010	0	0	0
17/08/2010	0	0	0
24/08/2010	0	0	0
31/08/2010	0	0	0
07/09/2010	0	0	0
TOTAL	29		

En esta trampa colocada en la Parcela 4 se volvió a obtener el máximo de capturas el día 25/05/2010; pico del primer vuelo de adultos. Posteriormente hubo un segundo pico de vuelo a mediados de Julio, aunque con un número inferior de capturas.

Tabla 17. Capturas obtenidas en la trampa T652 del ATRIA de Épila.

ATRIA - ÉPILA T652			
FECHA	TOTAL	C/T/D	C/T/S
06/04/2010	Colocación	0	0
13/04/2010	0	0	0
20/04/2010	0	0	0
27/04/2010	0	0	0
04/05/2010	0	0	0
11/05/2010	0	0	0
18/05/2010	0	0	0
25/05/2010	2	0,286	2
01/06/2010	0	0	0
08/06/2010	0	0	0
15/06/2010	0	0	0
22/06/2010	0	0	0
29/06/2010	0	0	0
06/07/2010	0	0	0
13/07/2010	0	0	0
20/07/2010	0	0	0
27/07/2010	0	0	0
03/08/2010	0	0	0
10/08/2010	0	0	0
17/08/2010	0	0	0
24/08/2010	0	0	0
31/08/2010	0	0	0
07/09/2010	0	0	0
TOTAL	2		

Esta trampa solamente registró dos capturas coincidiendo con la fecha del pico del primer vuelo.

Tabla 18. Capturas obtenidas en la trampa T1168 del ATRIA de Épila.

ATRIA - ÉPILA T1168						
FECHA	T1	T2	T3	TOTAL	C/T/D	C/T/S
06/04/2010	Colocación	Colocación	Colocación	0	0	0
13/04/2010	0	0	0	0	0	0
20/04/2010	0	0	0	0	0	0
27/04/2010	2	4	0	6	0,286	2
04/05/2010	2	1	0	3	0,143	1
11/05/2010	4	0	0	4	0,190	1,333
18/05/2010	0	2	0	2	0,095	0,667
25/05/2010	6	9	0	15	0,714	5
01/06/2010	3	8	1	12	0,571	4
08/06/2010	0	0	0	0	0	0
15/06/2010	5	0	0	5	0,238	1,667
22/06/2010	0	2	0	2	0,095	0,667
29/06/2010	2	0	0	2	0,095	0,667
06/07/2010	2	1	0	3	0,143	1
13/07/2010	4	0	0	4	0,190	1,333
20/07/2010	2	1	0	3	0,143	1
27/07/2010	0	0	0	0	0	0
03/08/2010	0	0	0	0	0	0
10/08/2010	1	0	0	1	0,048	0,333
17/08/2010	0	0	1	1	0,048	0,333
24/08/2010	0	0	0	0	0	0
31/08/2010	0	0	0	0	0	0
07/09/2010	0	0	0	0	0	0
TOTAL	33	28	2	63		

Estas trampas colocadas en los alrededores de las parcelas 1 y 2 volvieron a registrar el máximo de capturas hacia el 25 de Mayo, aunque en este caso, en fechas anteriores ya se habían obtenido cifras nada despreciables.

4.1.2.- CURVAS DE VUELO.

A continuación se representan en las gráficas correspondientes las capturas por trampa y semana obtenidas en las parcelas de estudio y en las zonas muestreadas por las ATRIAS.

Se representan también los tratamientos contra carpocapsa aplicados en cada una de ellas (Anexo I), así como los datos de precipitación y velocidad del viento durante la noche mayor o igual a 3 m/s (Pitcairn, *et al.*, 1990) registrados en la estación meteorológica de Épila de la Oficina del Regante del Gobierno de Aragón, que es la más cercana a las zonas de estudio.

Según estudios realizados en Hungría entre 1967 y 1969, la carpocapsa reanuda el vuelo a las 3 o 4 horas tras una lluvia de 10-15 mm y 1 o 1,5 horas tras una lluvia de tan solo 0,10 mm (Jarfas y Viola, 1981), por lo tanto se deduce que cualquier precipitación por pequeña que sea impide el vuelo del insecto y no se pueden obtener capturas en trampas mientras dure el efecto de la precipitación.

Como la carpocapsa tiene hábitos crepusculares se ha observado la velocidad del viento nocturno. Para que el insecto pueda volar sin dificultad y puedan registrarse capturas, la velocidad del viento debe ser menor de 3,62 m/s (Pitcairn, *et al.*, 1990). A velocidades superiores, los adultos de carpocapsa ven inhibida su capacidad de vuelo, con lo cual, no habrá capturas en trampas mientras el viento sople a estas velocidades. Se ha tomado el dato de 3 m/s porque los valores registrados en la estación meteorológica de Épila vienen expresados en números enteros.

Cabe destacar que los tratamientos se deben realizar siempre y cuando se superen los umbrales de capturas establecidos en (Sánchez y Biurrun, 2008):

- 3 capturas/trampa/semana en Primera Generación.
- 2 capturas/trampa/semana en Segunda y Tercera Generación.
- 1-2 capturas/trampa/semana en parcelas con Confusión Sexual. (Información Técnica Isomate[®] C Plus, CBC (Europe), Ltd., 2010).

Dependiendo de la naturaleza del tratamiento se realizará en diferente momento (Torá *et al.*, 2004):

- Ovicida: 24-48 h tras superarse el umbral de capturas.
- Larvicida: 90º día tras las primeras capturas (que superen el umbral).

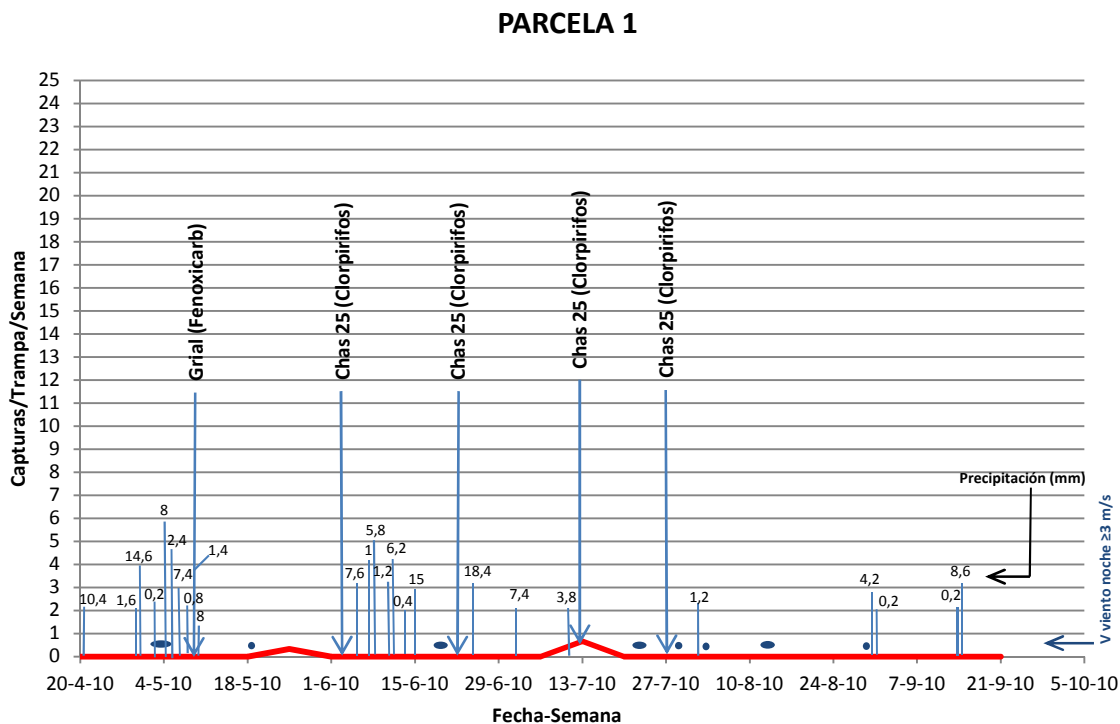


Fig. 38. Curva de vuelo de *Cydia pomonella* en la **Parcela 1**(Confusión Sexual + Lucha Química Convencional), tratamientos aplicados, precipitación (mm) y velocidad del viento durante la noche ≥ 3 m/s.

En esta primera Parcela (Fig. 38) se puede observar que el primer tratamiento a base de Fenoxicarb (acción ovicida y larvicida por contacto e ingestión) fue totalmente innecesario ya que no se había registrado ninguna captura en la parcela. En cuanto a las lluvias caídas, cabe destacar que a esta materia activa pasadas dos horas de su aplicación ya no le afectan debido a su elevada capacidad de penetración en los tejidos. El segundo tratamiento se realizó con Clorpirifós (acción larvicida por contacto, ingestión e inhalación), transcurridos aproximadamente 90°D desde las primeras capturas en trampas (Anexo IV), lo que asegura su eficacia al aplicarse en el momento en el cual habían eclosionado los huevos procedentes de los apareamientos. De todas formas, podría haberse evitado por no tener un número de capturas significativo (una en total en la parcela: Tabla 11). El tercer tratamiento mediante la misma materia activa no tuvo sentido porque no se volvieron a obtener capturas. El cuarto, de nuevo con Clorpirifós, se hizo en la fecha en la que de nuevo se registraron capturas (dos en total, no llegó al umbral de tratamiento).

En el supuesto de que se hubiera superado el umbral de tratamiento (no es el caso), debería haberse realizado 90°D después, es decir, el 19 de julio (Anexo IV).

El quinto y último tratamiento realizado, otra vez usando Clorpirifós, se aplicó a los 205,4°D de las primeras y únicas capturas de la segunda generación, con lo cual fue totalmente inefectivo.

Tantas repeticiones de la misma materia activa (o materias de la misma familia) no son aconsejables ya que pueden originarse problemas de resistencias y de residuos en los frutos en el momento de la cosecha.

A lo largo de todo el ciclo apenas se han registrado capturas. Esto lo explica la baja presión de población de carpocapsa y la eficacia de la técnica de Confusión Sexual que ha reducido de manera considerable los apareamientos efectivos y con ello se ha conseguido un nivel de daños del 0% a lo largo de toda la campaña (Fig. 47).

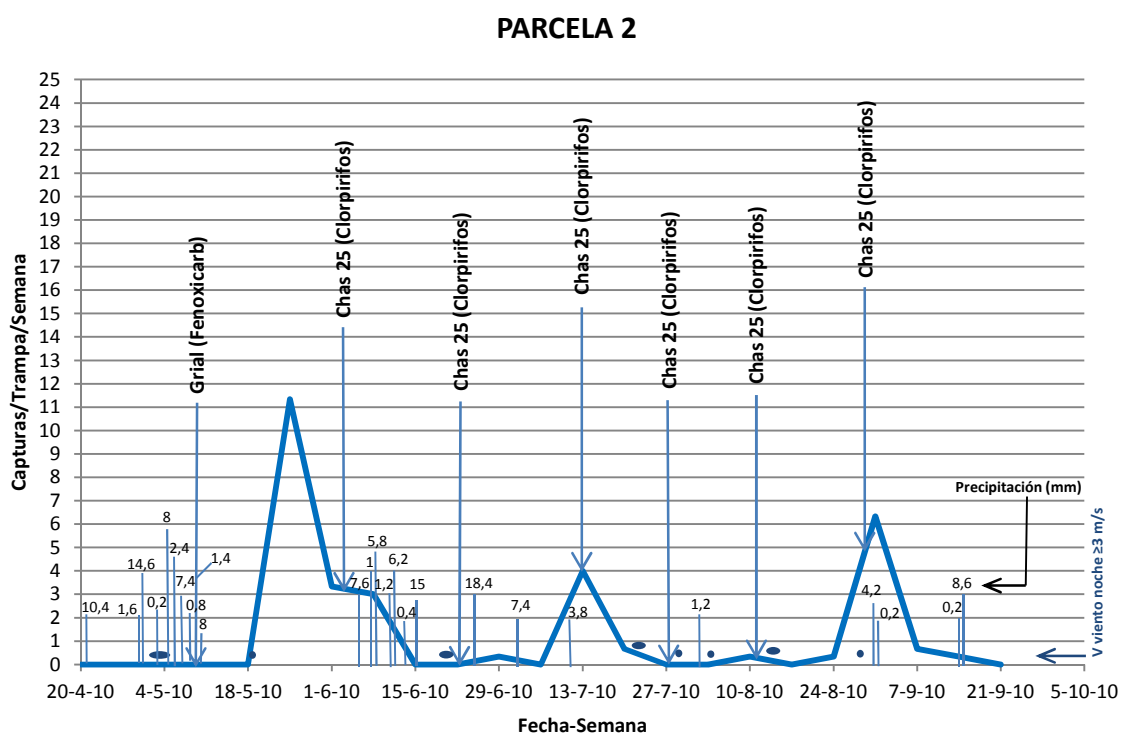


Fig. 39. Curva de vuelo de *Cydia pomonella* en la Parcela 2 (Lucha Química Convencional), tratamientos aplicados, precipitación (mm) y velocidad del viento durante la noche ≥ 3 m/s.

Igual que en la anterior, el primer tratamiento aplicado a base de Fenoxicarb no tiene sentido ninguno porque hasta ese momento en la Parcela 2 (Fig. 39) no se registraron capturas y por lo tanto no había huevos o larvas de carpocapsa sobre las que pudiera actuar. El segundo tratamiento, de Clorpirifós, fue aplicado tras aproximadamente 90°D del pico de vuelo de la primera generación, coincidente con las primeras capturas obtenidas. En ese momento se actuó sobre el máximo número de larvas eclosionadas de la primera generación. En el muestreo realizado el 8 de junio, tras ese tratamiento, se obtuvo la cifra de 3 capturas/trampa/semana, correspondiente al umbral de tratamiento. Viendo la Figura 48, se comprueba que el tratamiento efectuado fue efectivo ya que no se registraron daños en frutos por penetración de larvas.

La tercera aplicación de insecticida, también Clorpirifós, se efectuó a los 109,8°D tras las capturas de esta fecha. Tratándose de larvas emergentes de la primera generación que tardan más tiempo en introducirse en los frutos ya que la puesta tiene lugar en la superficie de hojas o ramitas y no de frutos, este tratamiento pudo haber entrado en contacto con al menos una parte de esas larvas.

Como puede verse, el pico de vuelo de la segunda generación es menos pronunciado, lo que significa que se logró reducir la población.

El cuarto tratamiento (mediante Clorpirifós) se aplicó justamente en el pico del segundo vuelo de carpocapsa que coincidió con las primeras capturas de la segunda generación. Como todos los productos con acción larvicida, debería haberse aplicado tras 90°D de obtenerse las primeras capturas en trampas, en este caso con los datos del Anexo IV. “Cálculo de Grados Día”, la fecha idónea para incidir sobre el mayor número de larvas habría sido el 19 de julio. Observando la Tabla 21 y la Figura 48 se puede ver que tras este tratamiento, aunque en un pequeño porcentaje, se registraron daños en frutos, lo cual corrobora que no se realizó en el momento más adecuado.

Tanto la quinta como la sexta aplicación de insecticida se hicieron nuevamente con Clorpirifós como materia activa y ambos en momentos en los cuales no hubo capturas o si las hubo estaban muy por debajo del umbral de tratamiento, por lo tanto podrían haberse evitado.

En la tercera generación se produce un pico más acentuado que el anterior lo que hace pensar de nuevo que el cuarto tratamiento no se aplicó en el momento más oportuno y no consiguió controlar la mayor parte de las larvas emergentes.

El último tratamiento (otra vez Clorpirifós), se realizó antes del registro de las primeras capturas por encima del umbral de tratamiento. De todas formas, dado que se aproximaba el momento de la cosecha y que el plazo de seguridad del producto es de 21 días, la aplicación no se hubiese podido hacer en el momento correcto.

Lo importante en esta serie de tratamientos ha sido controlar eficazmente la primera generación. Más adelante se podría haber reducido el número de aplicaciones y hacerlas de forma más eficaz abaratando costes, sin embargo, como se ha logrado reducir de manera considerable la población en un principio, los daños producidos por un control no del todo efectivo en segunda generación, han sido mínimos.

Igual que en la Parcela 1, perteneciente al mismo propietario, se observa una insistente repetición de materia activa (Clorpirifós) poco recomendable por la aparición de resistencias en los insectos expuestos a ella. Es por eso que debería variar los productos utilizados además de intentar reducir el número de aplicaciones en función de las curvas de vuelo.

En la curva de vuelo de la Parcela 3 (Fig. 40) no se observan picos de vuelo de adultos de carpocapsa debido a la técnica de Confusión Sexual. Las capturas a lo largo del estudio han sido bastante escasas y repartidas en el tiempo. Teniendo en cuenta lo sucedido en la Parcela 2 que es el testigo (sin confusión sexual) más cercano que puede tomarse, se observa que el primer tratamiento de Carpovirusina[®] se realizó antes de comenzar el vuelo de la primera generación, con lo cual no pudo ser efectivo ya que debe aplicarse unos días antes de la eclosión de los huevos y según el fabricante debería repetirse la aplicación cada 10 días hasta 3 o 4 veces en cada generación.

PARCELA 3

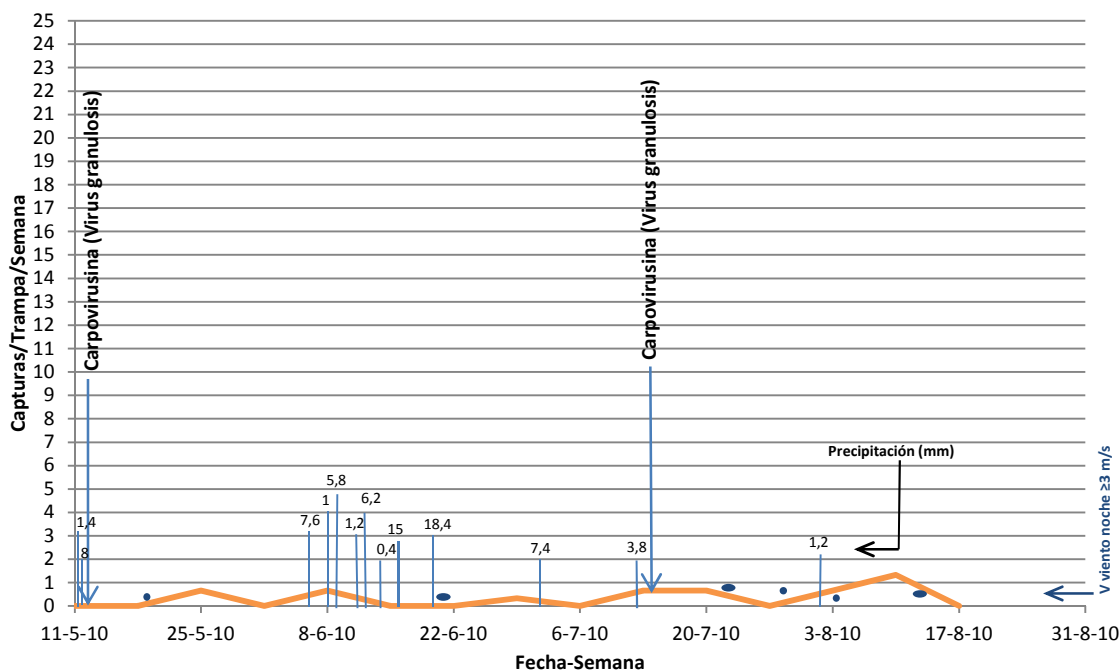


Fig. 40. Curva de vuelo de *Cydia pomonella* en la **Parcela 3** (Confusión Sexual + Cultivo de Producción Ecológica), tratamientos aplicados, precipitación (mm) y velocidad del viento durante la noche ≥ 3 m/s.

El segundo tratamiento se aplicó un día después de producirse el pico de vuelo de la segunda generación. Esta vez sí que fue el momento oportuno porque se aplicó cinco días antes del transcurso de los 90°D necesarios para la eclosión de los huevos desde el momento de máxima puesta que es el pico de vuelo.

Observando la Figura 49 se puede ver que tras la segunda aplicación del virus de la granulosis se registraron penetraciones de larvas en frutos. Con que se hubiese realizado una aplicación posterior del producto a los diez días como indica el fabricante, se podrían haber evitado los daños, aunque teniendo en cuenta el precio de la Carpovirusina y que los daños quedan muy por debajo del umbral económico, tal vez se elevarían demasiado los costes de tratamientos ya que una aplicación de Carpovirusina[®] supone 85,83 €/ha (Tabla 30). Sin embargo, evitando el primer tratamiento que no ha sido de utilidad y realizando este último, los costes hubieran sido los mismos.

Tras diez años utilizando feromonas de Confusión Sexual para carpocapsa unidas a la producción ecológica, se consigue mantener un bajo nivel de población y un fruto con un nivel de daños aceptable y con ausencia de residuos, lo cual incrementa su calidad de cara a la salud de los consumidores.

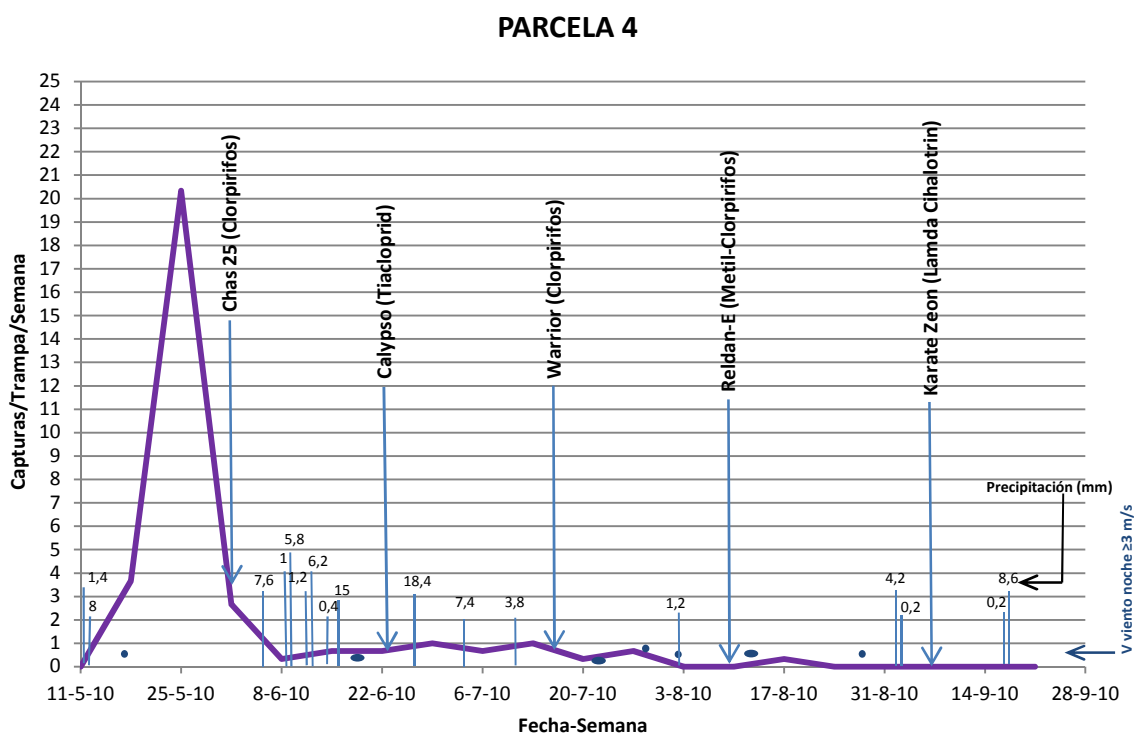


Fig. 41. Curva de vuelo de *Cydia pomonella* en la Parcela 4 (Confusión Sexual + Producción Integrada), tratamientos aplicados, precipitación (mm) y velocidad del viento durante la noche ≥ 3 m/s.

Para analizar lo sucedido en la Parcela 4 hay que observar también la figura 43 correspondiente a la trampa del Atria de La Almunia porque estaba colocada en esta misma parcela.

El primer tratamiento realizado mediante Clorpirifós (larvicida) fue algo tardío. Teniendo en cuenta que los tratamientos larvicidas deben realizarse tras la acumulación de 90°D después de las primeras capturas, se obtiene relacionando las fechas de ambas gráficas (11/5 en la curva de vuelo del Atria de la Almunia y 18/5 en la curva de la Parcela 4) y los valores de temperatura acumulada del Anexo IV, que este tratamiento debió realizarse entre 4 y 5 días antes, es decir entre el 26 y 27 de mayo para haber sido lo más efectivo posible. No obstante, no se registraron daños en frutos y después de tener un primer pico de vuelo muy acentuado, la curva de vuelo se mantuvo bastante lineal hasta el final con muy pocas capturas. Esto se debió también a la técnica de Confusión Sexual instalada en la parcela que evitó apareamientos y disminuyó la población inicial de carpocapsa.

La siguiente aplicación se realizó a base de Tiacloprid, otro larvicida que actúa por contacto e ingestión. Ambas curvas de vuelo muestran que anteriormente al tratamiento no se produjeron capturas significativas para realizarlo, con lo cual es bastante improbable que con la baja presencia de adultos y el efecto de la Confusión Sexual, tuvieran lugar apareamientos efectivos y hubiera larvas presentes en la parcela en el momento de la aplicación del producto.

El tercer tratamiento fue de Clorpirifós y se aplicó tres días después (46,6°D) de producirse el pico de vuelo de la segunda generación en la curva del Atria de La Almunia, que coincidió con la fecha de las primeras capturas. Mediante el mismo procedimiento de sumar 90°D y consultar el Anexo IV, se obtiene que el momento oportuno de aplicación para que la materia activa entrase en contacto con el mayor número de larvas hubiese sido el 19/7, tres días después de lo que se hizo.

Durante el muestreo de frutos realizado el día 10/8, se encontró una penetración de larva que tenía evidencias de no ser reciente (Fig. 50). Lo más seguro es que fuese de semanas atrás, de alguna larva de segunda generación que no fue alcanzada por el tratamiento de Clorpirifós realizado anticipadamente. De todas formas los daños no fueron más allá del 0,1% y solamente en ese muestreo.

Los dos tratamientos posteriores realizados con Metil-Clorpirifós (larvicida) y Lambda-Cihalotrín (larvicida de contacto e ingestión) se podían haber evitado, ya que las capturas fueron nulas o prácticamente nulas, así como los daños en frutos.

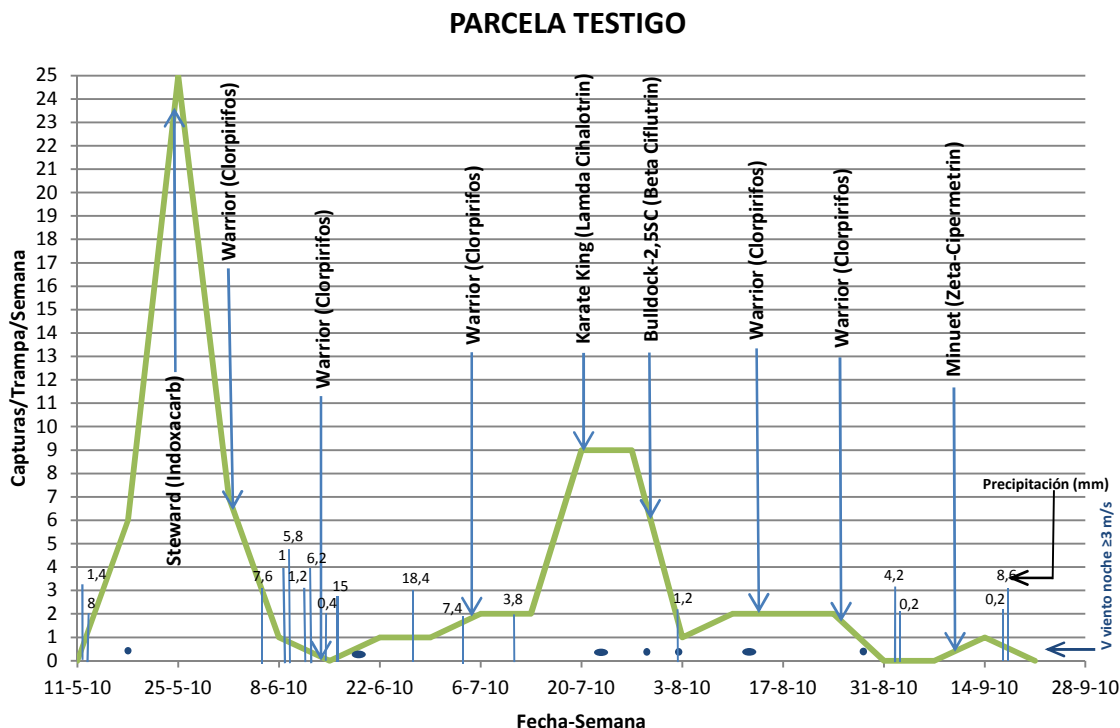


Fig. 42. Curva de vuelo de *Cydia pomonella* en la **Parcela Testigo** (Lucha Química Convencional), tratamientos aplicados, precipitación (mm) y velocidad del viento durante la noche ≥ 3 m/s.

Ya de entrada, si se observa la Figura 52 se puede ver que en todos los muestreos realizados durante el estudio en la Parcela Testigo (Fig. 42), se encontraron daños en frutos, llegando a superar el umbral económico del 1%. Esto únicamente se explica de manera que el agricultor hizo los tratamientos mediante calendario, sin tener en cuenta en ningún momento la presencia del insecto en la parcela ni recomendaciones técnicas que contasen con la información.

El primer tratamiento mediante Indoxacarb (larvicida) se realizó a los 57,7°D de producirse las primeras capturas. En ese momento no puede ejercer ningún efecto larvicida porque para eso deberían haber pasado los 90°D necesarios para que los huevos eclosionen. El segundo tratamiento realizado con Clorpirifós (larvicida) se hizo tarde, a los 148,1°D de las primeras capturas. El tercero (Clorpirifós) no tuvo sentido porque ya no había capturas y las larvas que lograron eclosionar ya se habían introducido en los frutos. El cuarto (Clorpirifós) se realizó también en mal momento porque se aplicó al inicio de las capturas de la segunda generación.

La quinta aplicación se hizo mediante Lambda-Cihalotrín y como sucedió en los demás, se realizó fuera de tiempo, esta vez a los 232,4°D de las primeras capturas. El siguiente (Beta-Ciflutrín) todavía se aplicó más tarde, 123,2°D después del anterior.

Los tres últimos tratamientos (dos de Clorpirifós y el último de Zeta-Cipermetrín) fueron del todo innecesarios porque las capturas habían disminuido lo suficiente para no tener necesidad de aplicar ningún producto.

En esta Parcela se ha seguido una estrategia totalmente incorrecta; se ha realizado un exceso de tratamientos que por otra parte han estado mal dirigidos, llegando al momento de la cosecha con un nivel de afección superior al económicamente aceptable. Se debería haber realizado principalmente un adecuado control en primera generación teniendo en cuenta capturas y grados día acumulados para aplicar los tratamientos de la manera más efectiva posible. Posteriormente, en función de capturas y muestreos de daños, se habrían tomado decisiones en cuanto al resto de tratamientos.

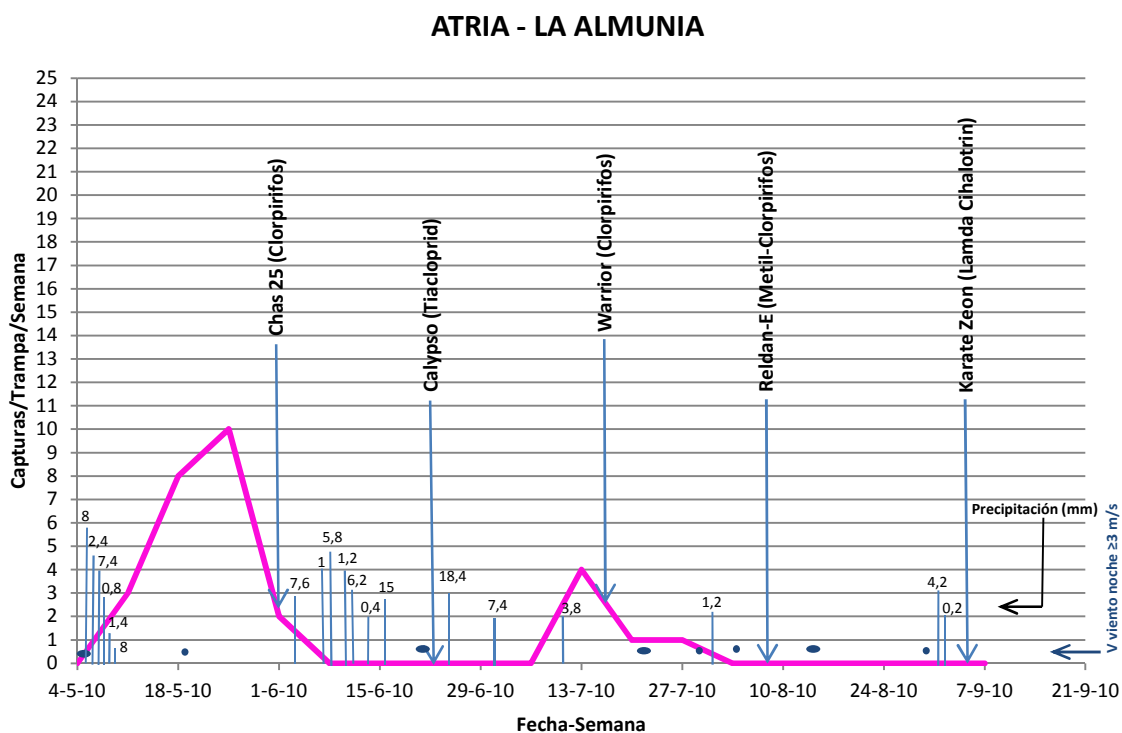


Fig. 43. Curva de vuelo de *Cydia pomonella* correspondiente a la trampa del ATRIA de La Almunia de Doña Godina. (Conf. Sexual + Producción Integrada), tratamientos aplicados, precipitación (mm) y velocidad del viento durante la noche ≥ 3 m/s.

Esta curva de vuelo (Fig. 43) ha quedado comentada en conjunto con la de la Parcela 4 (Fig. 41) porque la trampa que recogió los datos que la describen, se encontraba situada en dicha parcela.

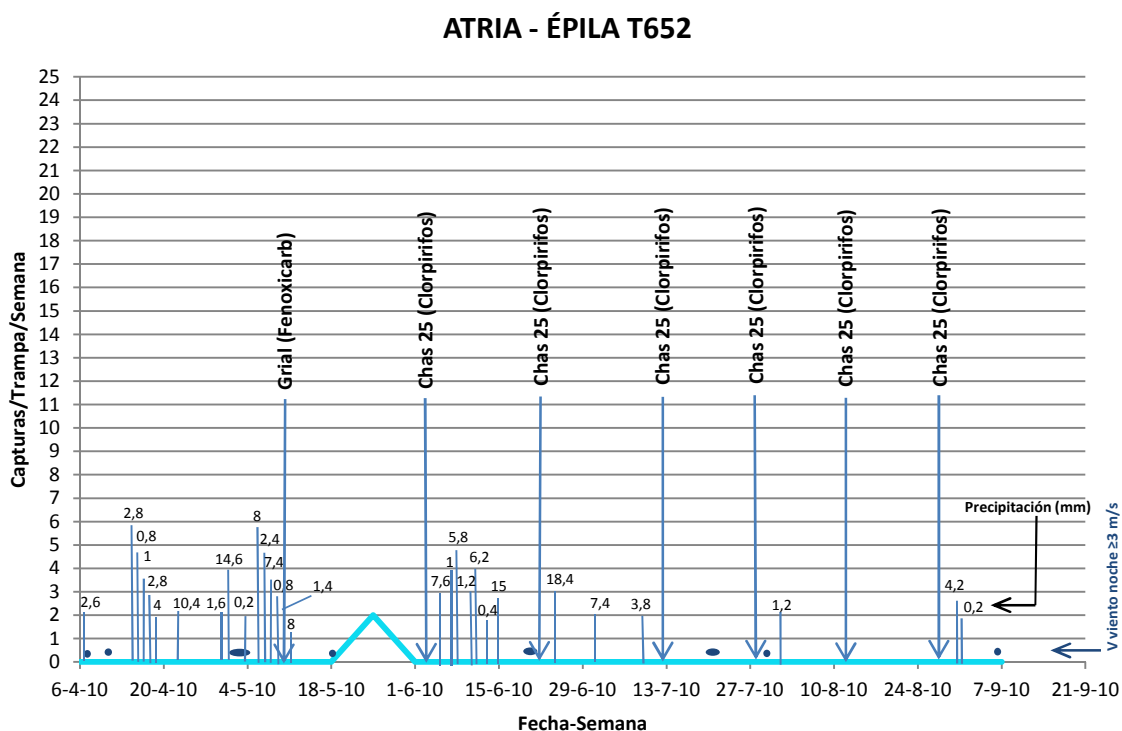


Fig. 44. Curva de vuelo de *C. pomonella* correspondiente a la trampa **T652** del Atria de Épila. (Lucha Química Convencional), tratamientos aplicados, precipitación (mm) y velocidad del viento durante la noche ≥ 3 m/s.

La parcela en la que estuvo colocada la trampa del Atria de Épila T652 (Fig. 44), pertenece al mismo propietario de las Parcelas 1 y 2 y la estrategia de control utilizada es similar a la de la Parcela 2 (Lucha Química Convencional).

En un principio se aplicó un tratamiento ovicida con Fenoxicarb que no tuvo ningún sentido ya que no había comenzado el vuelo y estos tratamientos deben realizarse cuando se supera el umbral de capturas por trampa y semana de 3 en primera generación y 2 en segunda y tercera.

Como sucedió en todas las demás zonas de estudio, el día 25 de mayo se produjo un primer pico de vuelo, que además coincidió con las primeras y únicas capturas de la primera generación.

El segundo tratamiento se realizó mediante Clorpirifós, transcurridos 90°D de la fecha de primeras capturas (no llega al umbral de tratamiento de 3 capturas/trampa/semana), con lo que se consiguió controlar eficazmente el máximo número de larvas procedentes de las puestas del primer vuelo.

Como se puede observar, posteriormente ya no hay capturas en toda la temporada. Aún así se siguieron realizando otros cinco tratamientos de Clorpirifós cada 15-20 días hasta el momento de la cosecha.

Con estos datos se puede asegurar que el nivel de daños en frutos habría sido del 0% ya que apenas hubo presencia de la plaga en la parcela y se logró controlar eficazmente.

Esta parcela se encuentra en la periferia de una extensa zona de frutales. Esa podría ser la explicación de la baja presión de población. Habría mayor presión de carpocapsa en parcelas situadas en el núcleo de un entorno de frutales (especialmente pepita), que en las zonas limítrofes con otros cultivos porque se producirían migraciones hacia el interior debido a la captación sensorial de señales alimenticias y de apareamiento (kairomonas y feromonas sexuales).

En la siguiente parcela (Fig. 45), cuyo propietario igual que en el caso anterior es el mismo de las Parcelas 1 y 2, había tres trampas del Atria de Épila y se siguió la misma estrategia de control de la Parcela 2 (Lucha Química Convencional).

Esta vez en el momento en el cual se aplicó el tratamiento de Fenoxicarb, sí que había capturas, aunque por debajo del umbral establecido de 3 capturas/trampa/semana, por lo tanto no era necesario. A continuación se aplicó Clorpirifós que nuevamente coincidió con los 90°D tras las primeras capturas por encima del umbral de tratamiento, controlando eficazmente la primera generación de larvas emergentes.

ATRIA - ÉPILA T1168

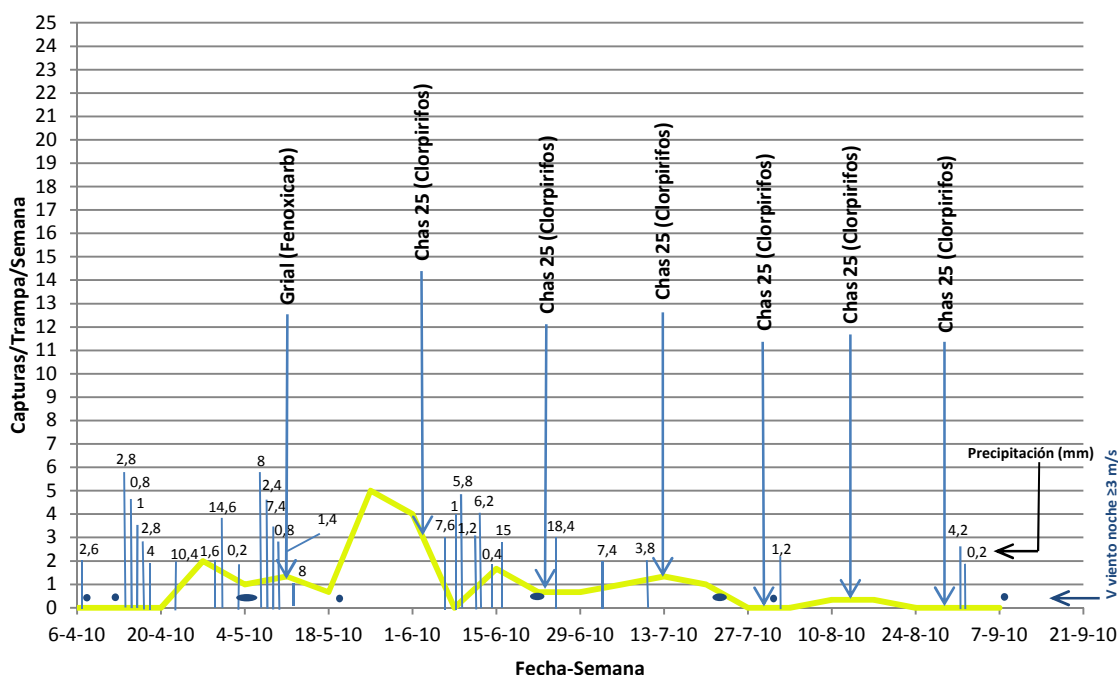


Fig. 45. Curva de vuelo de *C. pomonella* correspondiente a las trampas **T1168** del ATRIA de Épila. (Lucha Química Convencional), tratamientos aplicados, precipitación (mm) y velocidad del viento durante la noche ≥ 3 m/s.

Posteriormente se realizaron cada 15-20 días otros cinco tratamientos de Clorpirifós, siempre con niveles de capturas por debajo del umbral de tratamiento.

Las curvas de vuelo de las Parcelas 1(Confusión Sexual + Lucha Química Convencional) y 3(Confusión Sexual + Cultivo Producción Ecológica) son bastante lineales y apenas representan capturas, algo típico de las zonas tratadas con Confusión Sexual. En la curva de la Parcela 4 (Confusión Sexual + Producción Integrada) sucede lo mismo después del primer pico de vuelo que es muy acentuado, lo cual se debe a una elevada presión de población en la primera generación.

La trampa del ATRIA de La Almunia (colocada en la Parcela 4), además del primer pico de vuelo, ha detectado el segundo. Esto se explica por su colocación en el borde de la parcela, donde la influencia de la confusión sexual es mínima.

Además en el entorno hay un elevado nivel de infestación debido a una elevada presión de población inicial y un mal control de la plaga (Parcela Testigo).

Las curvas de vuelo correspondientes a las Parcelas 2 y Testigo (ambas tratadas mediante Lucha Química Convencional) describen completamente el vuelo de la plaga en todo momento ya que al no haber interferencias de las feromonas sintéticas utilizadas en la Confusión Sexual, el insecto se comporta de manera natural haciendo efectivos todos los apareamientos posibles.

Las curvas de vuelo de la trampa del ATRIA de Épila T652 (Lucha Química Convencional), apenas indica el momento del primer pico de vuelo con las únicas dos capturas registradas. El motivo de la baja presión de población a la que está sometida puede deberse a su ubicación o a recibir tratamientos lo suficientemente agresivos para controlar la plaga al máximo.

Las otras trampas del ATRIA de Epila T1168 (Lucha Química Convencional) describen una curva de vuelo intermedia con un primer pico de vuelo claro, pero no demasiado elevado y posteriormente reflejan un claro descenso en el nivel de capturas.

Para poder comparar todas las curvas de vuelo obtenidas se representan en una misma gráfica, teniendo en cuenta que todas las trampas no se han colocado en las mismas fechas. De esta forma puede observarse si coinciden los picos de vuelo de la plaga en las diferentes zonas.

Tabla 19. Resumen de C/T/S de todas las zonas de estudio y trampas de ATRIAS.

FECHA	C/T/S							
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Parcela 4	Parcela Testigo	Atria La Almunia	Atria Épila T652	Atria Épila T1168
06/04/2010							0	0
13/04/2010							0	0
20/04/2010	0	0					0	0
27/04/2010	0	0					0	2
04/05/2010	0	0				0	0	1
11/05/2010	0	0	0	0	0	3	0	1,333
18/05/2010	0	0	0	3,667	6	8	0	0,667
25/05/2010	0,333	11,333	0,667	20,333	25	10	2	5
01/06/2010	0	3,333	0	2,667	7	2	0	4
08/06/2010	0	3	0,667	0,333	1	0	0	0
15/06/2010	0	0	0	0,667	0	0	0	1,667
22/06/2010	0	0	0	0,667	1	0	0	0,667
29/06/2010	0	0,333	0,333	1	1	0	0	0,667
06/07/2010	0	0	0	0,667	2	0	0	1
13/07/2010	0,667	4	0,667	1	2	4	0	1,333
20/07/2010	0	0,667	0,667	0,333	9	1	0	1
27/07/2010	0	0	0	0,667	9	1	0	0
03/08/2010	0	0	0,667	0	1	0	0	0
10/08/2010	0	0,333	1,333	0	2	0	0	0,333
17/08/2010	0	0	0	0,333	2	0	0	0,333
24/08/2010	0	0,333		0	2	0	0	0
31/08/2010	0	6,333		0	0	0	0	0
07/09/2010	0	0,667		0	0	0	0	0
14/09/2010	0	0,333		0	1			
21/09/2010	0	0		0	0			

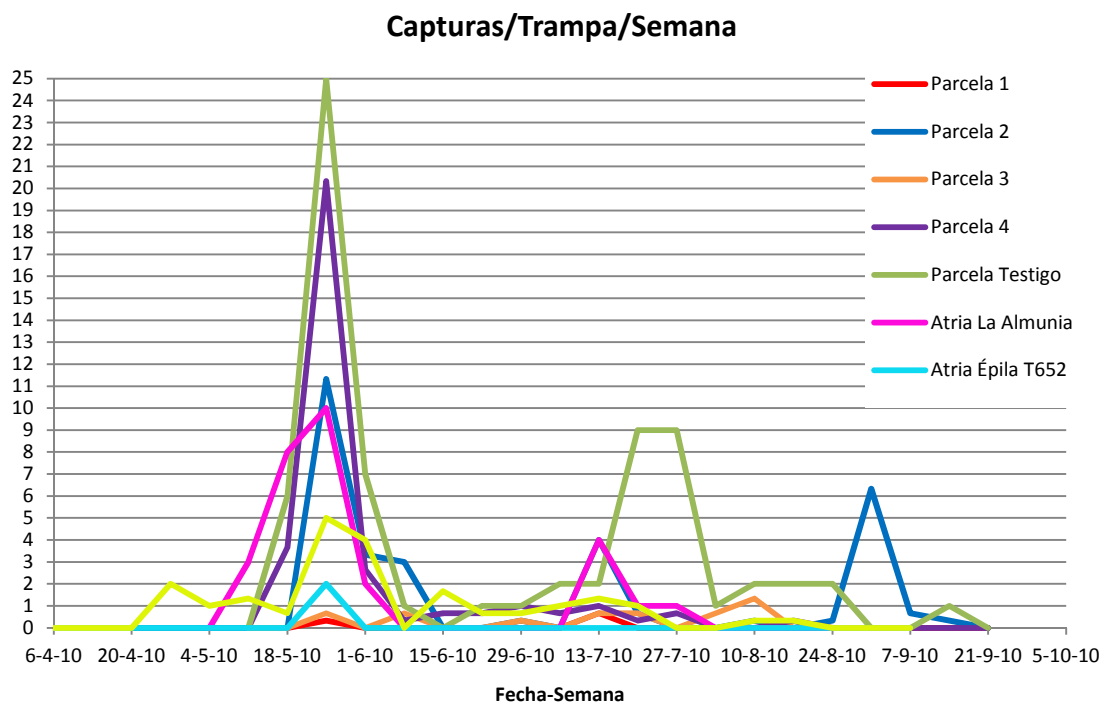


Fig. 46. Comparación de las curvas de vuelo de *C. pomonella* en todas las zonas de estudio y trampas de ATRIAS.

Comparando todas las curvas de vuelo se observa claramente un primer pico de vuelo que correspondería a la primera generación de adultos de carpocapsa hacia el 25 de mayo. Más adelante entre el 13 y el 27 de julio se observan los picos que corresponderían a la segunda generación anual. La curva correspondiente a la Parcela 2 determina el pico de una tercera generación hacia el 31 de agosto.

El inicio de la primera generación tendría lugar hacia el 11 de mayo, la segunda generación comenzaría el 6 de julio y la tercera generación sobre el 24 de agosto.

4.1.3.- DAÑOS EN FRUTOS.

En las siguientes tablas se resumen los datos obtenidos en los muestreos realizados en campo y en las gráficas que las acompañan se representa el porcentaje de daños obtenido respecto al umbral económico de daños (U.E.D.) establecido en el 1% (Cichón, L. *et al.*, 2001).

Tabla 20. Frutos dañados observados en los conteos realizados en la **Parcela 1**.

PARCELA 1: Confusión Sexual + Lucha Química Convencional.							
FECHA	BORDE 1 (200 frutos)	BORDE 2 (200 frutos)	BORDE 3 (200 frutos)	BORDE 4 (200 frutos)	CENTRO (200 frutos)	TOTAL	% DAÑOS
15/06/2010	0	0	0	0	0	0	0
29/06/2010	0	0	0	0	0	0	0
13/07/2010	0	0	0	0	0	0	0
27/07/2010	0	0	0	0	0	0	0
10/08/2010	0	0	0	0	0	0	0
24/08/2010	0	0	0	0	0	0	0
07/09/2010	0	0	0	0	0	0	0
21/09/2010	0	0	0	0	0	0	0

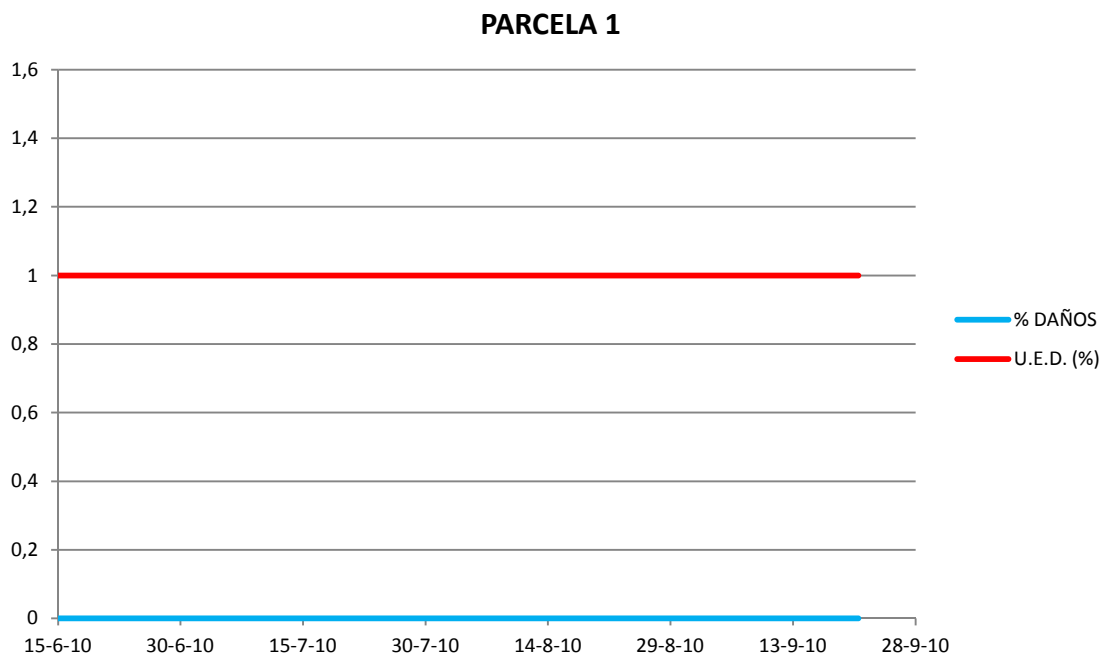


Fig. 47. Porcentaje de frutos dañados obtenido en los muestreos realizados en la **Parcela 1**, en referencia al Umbral Económico de Daños.

Tabla 21. Frutos dañados observados en los conteos realizados en la **Parcela 2**.

PARCELA 2: Lucha Química Convencional.		
FECHA	TOTAL (1000 frutos)	% DAÑOS
15/06/2010	0	0
29/06/2010	0	0
13/07/2010	0	0
27/07/2010	1	0,1
10/08/2010	0	0
24/08/2010	0	0
07/09/2010	0	0
21/09/2010	0	0

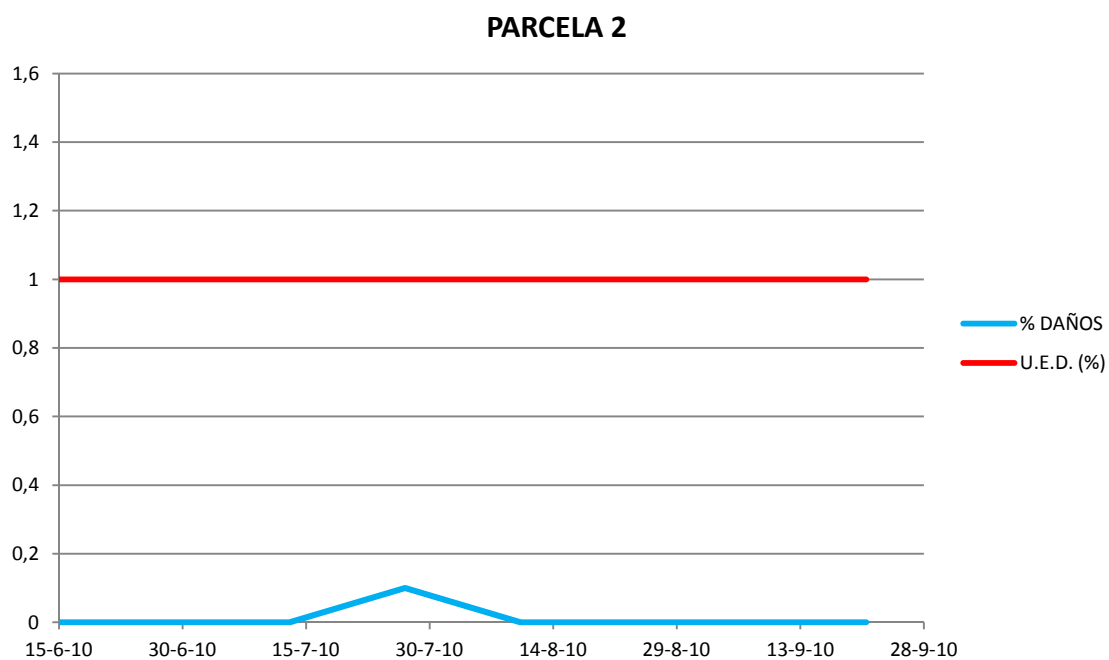


Fig. 48. Porcentaje de frutos dañados obtenido en los muestreos realizados en la **Parcela 2**, en referencia al Umbral Económico de Daños.

Tabla 22. Frutos dañados observados en los conteos realizados en la **Parcela 3**.

PARCELA 3: Confusión Sexual + Cultivo Producción Ecológica.							
FECHA	BORDE 1 (100 frutos)	BORDE 2 (300 frutos)	BORDE 3 (100 frutos)	BORDE 4 (300 frutos)	CENTRO (200 frutos)	TOTAL	% DAÑOS
15/06/2010	0	1	0	0	1	2	0,2
29/06/2010	0	0	0	0	0	0	0
13/07/2010	0	0	0	0	0	0	0
27/07/2010	0	1	0	0	0	1	0,1
10/08/2010	0	1	0	0	2	3	0,3

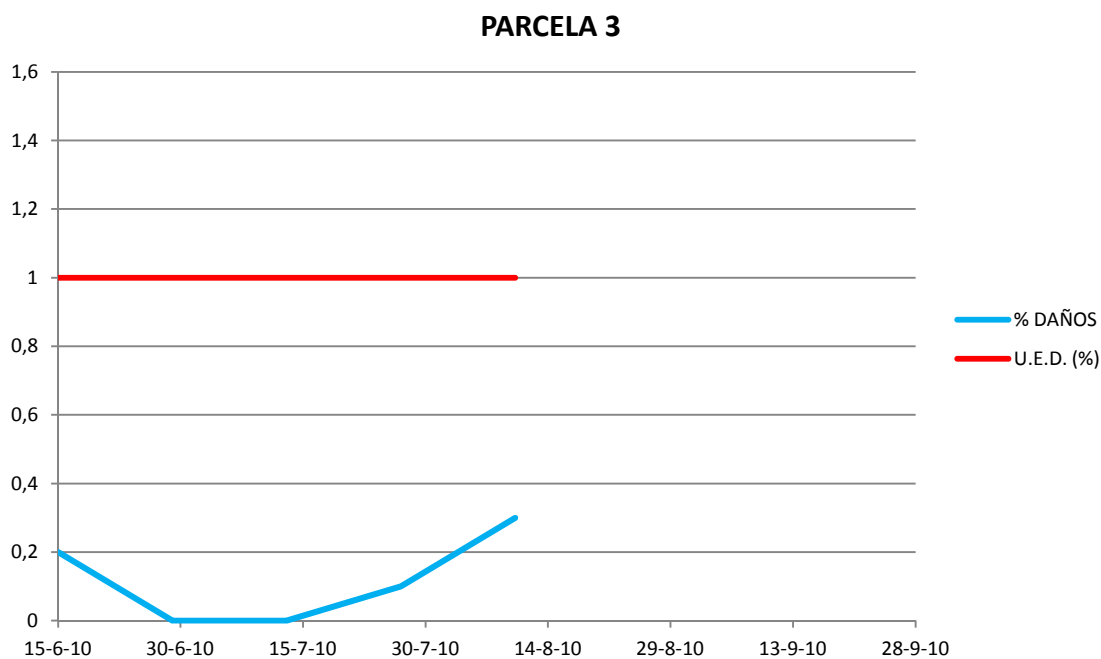


Fig. 49. Porcentaje de frutos dañados obtenido en los muestreos realizados en la **Parcela 3**, en referencia al Umbral Económico de Daños.

Tabla 23. Frutos dañados observados en los conteos realizados en la **Parcela 4**.

PARCELA 4: Confusión Sexual + Producción Integrada.							
FECHA	BORDE 1 (200 frutos)	BORDE 2 (200 frutos)	BORDE 3 (200 frutos)	BORDE 4 (200 frutos)	CENTRO (200 frutos)	TOTAL	% DAÑOS
15/06/2010	0	0	0	0	0	0	0
29/06/2010	0	0	0	0	0	0	0
13/07/2010	0	0	0	0	0	0	0
27/07/2010	0	0	0	0	0	0	0
10/08/2010	1	0	0	0	0	1	0,1
24/08/2010	0	0	0	0	0	0	0
07/09/2010	0	0	0	0	0	0	0
21/09/2010	0	0	0	0	0	0	0

10/08/2010: La penetración de larva en fruto que se encontró en el muestreo realizado en esta fecha mostraba claros signos de haberse producido con anterioridad, ya que como puede verse en la siguiente fotografía el serrín que expulsa la larva desde el interior estaba oscurecido y el fruto emanaba un fluido putrefacto del interior del orificio de entrada que además estaba ennegrecido a su alrededor.



Fig. 50. Penetración antigua de larva de carpocapsa en manzana.

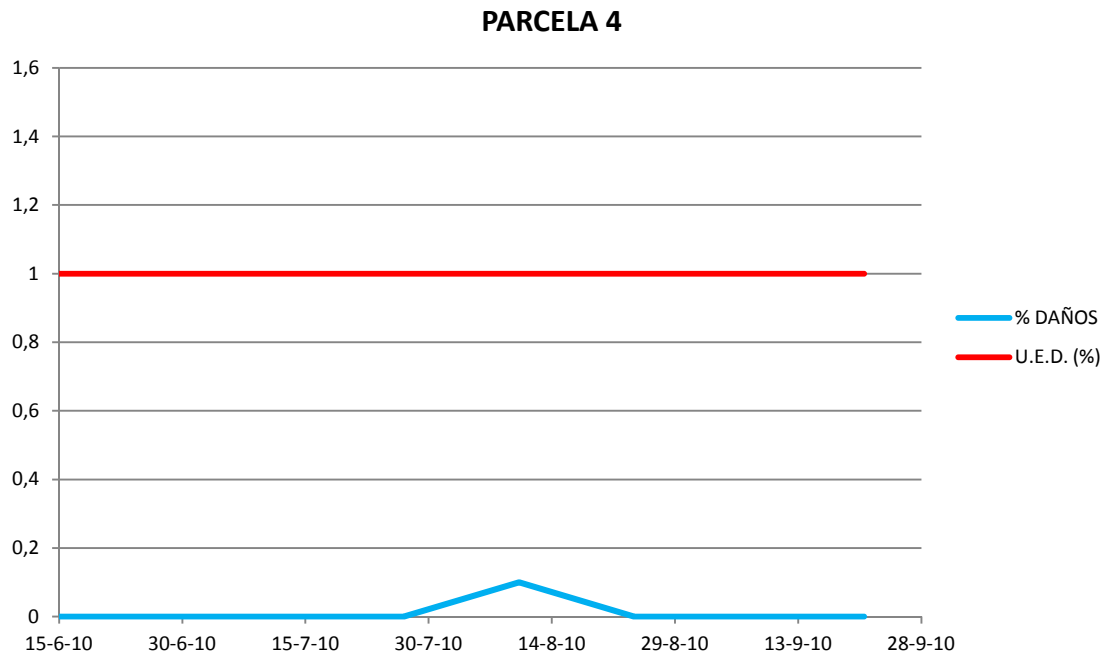


Fig. 51. Porcentaje de frutos dañados obtenido en los muestreos realizados en la **Parcela 4**, en referencia al Umbral Económico de Daños.

Tabla 24. Frutos dañados observados en los conteos realizados en la **Parcela Testigo**.

P. TESTIGO: Lucha Química Convencional.		
FECHA	TOTAL (1000 frutos)	% DAÑOS
15/06/2010	4	0,4
29/06/2010	1	0,1
13/07/2010	2	0,2
27/07/2010	7	0,7
10/08/2010	15	1,5
24/08/2010	14	1,4
07/09/2010	9	0,9
21/09/2010	12	1,2

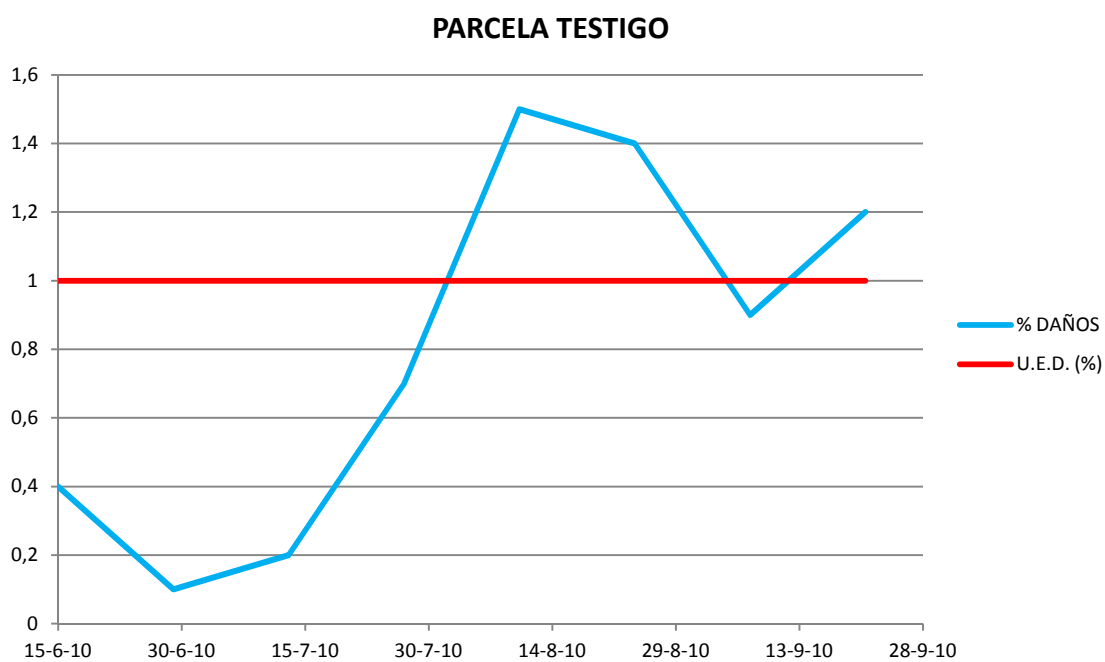


Fig. 52. Porcentaje de frutos dañados obtenido en los muestreos realizados en la **Parcela Testigo**, en referencia al Umbral Económico de Daños.

Para que la técnica de Confusión Sexual sea efectiva contra carpocapsa deberá aplicarse siempre combinada con insecticidas químicos o biológicos, siendo de vital importancia el control de la primera generación (Pollini, 2008). Si esta se controla de manera eficaz, posteriormente se pueden reducir considerablemente los tratamientos en segunda generación o incluso se podrían evitar y conseguir un nivel de daños cercano al 0% y consecuentemente una disminución de costes (Benvenuto y Totis, 2009).

Como puede verse en el único caso en que se ha superado el umbral económico de daños del 1% ha sido en la Parcela Testigo (Lucha Química Convencional) en la cual el porcentaje de afección de frutos en los conteos ha llegado a ser del 1,5%. El resto se mantienen muy por debajo de este umbral, siendo la Parcela 3 (Confusión sexual + Cultivo Producción Ecológica) la que alcanza el porcentaje más alto con un 0,3% en el último muestreo realizado. Esto demuestra que las estrategias de control aplicadas en las Parcelas 1, 2, 3 y 4 han sido correctas y han logrado mantener un nivel de daños aceptable hasta el momento de la cosecha. En la Parcela Testigo se ha superado dicho umbral, lo que se debe a una aplicación de los tratamientos mal dirigida, sin tener en cuenta el momento idóneo para actuar con efectividad ante la presencia del insecto ya que el agricultor no hace ningún seguimiento de capturas en trampas para conocer la curva de vuelo de la plaga. El resto de agricultores, bien colocan ellos las trampas en sus parcelas cada año o bien reciben información de trampas cercanas de ATRIAS.

4.1.4.- GRADOS DÍA ACUMULADOS.

En la siguiente gráfica se representa un resumen de todo lo que se ha observado en los muestreos de campo a lo largo del estudio en relación a la acumulación de grados día desde el inicio del año hasta el 30 de septiembre; momento en el que se habían recolectado los frutos en todas las parcelas.

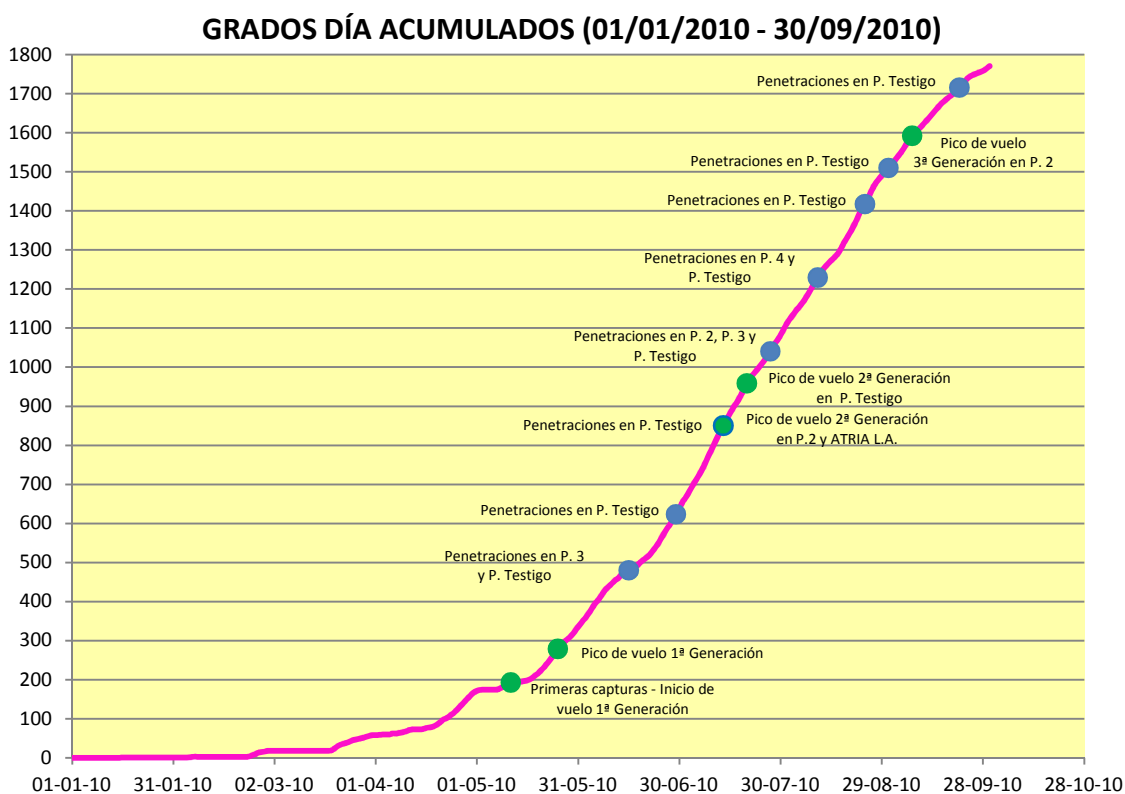


Fig. 53. Grados día acumulados entre el 1de enero y el 30 de septiembre de 2010 y datos obtenidos durante el estudio.

Por una parte quedan representados los picos de vuelo de las diferentes generaciones de la plaga registrados en las trampas colocadas en cada parcela. Estos picos de vuelo se pueden observar en las figuras 38 a 45 (curvas de vuelo de cada parcela de estudio y trampas de ATRIAS) y en la figura 46 en la cual se representan todas las curvas de vuelo anteriores en una misma gráfica.

Por otra parte están representadas las fechas de los muestreos en los cuales se encontraron penetraciones de larvas en frutos; reflejado esto también en las figuras 47-49 y 51-52.

Toda esta información queda resumida en las siguientes tablas:

Tabla 25. Ciclo infectivo de carpocapsa en función de los grados día.

FECHA	°DIA ACUM.	VUELO	PENETRACIONES	% DAÑOS
11/05/2010	193	PRIMERAS CAPTURAS EN TRAMPAS		
18/05/2010	208,8	INICIO VUELO 1ª GENERACIÓN		
25/05/2010	279,1	Pico 1ª GENERACIÓN		
15/06/2010	480,4		Parcela 3	0,2
			Parcela Testigo	0,4
29/06/2010	623,4		Parcela Testigo	0,1
06/07/2010	726,4	INICIO VUELO 2ª GENERACIÓN		
13/07/2010	850,2	Pico 2ª GEN. Parcela 2 y ATRIA LA	Parcela Testigo	0,2
20/07/2010	958,8	Pico 2ª GENERACIÓN Parcela Testigo		
27/07/2010	1040,3		Parcela 2	0,1
			Parcela 3	0,3
			Parcela Testigo	0,7
10/08/2010	1229,5		Parcela 4	0,1
			Parcela Testigo	1,5
24/08/2010	1417,5	INICIO VUELO 3ª GENERACIÓN		
			Parcela Testigo	1,4
31/08/2010	1509,9	Pico 3ª GENERACIÓN Parcela 2		
07/09/2010	1592,4		Parcela Testigo	0,9
21/09/2010	1715,5		Parcela Testigo	1,2

Con los datos obtenidos en este trabajo se observa que para completar cada generación de carpocapsa se han acumulado la siguiente cantidad de grados día:

Tabla 26. Grados día acumulados en el desarrollo de *C. pomonella* durante el estudio.

INTERVALO	GRADOS DÍA
1ª GENERACIÓN	526,4
2ª GENERACIÓN	691,1
3ª GENERACIÓN (hasta 21/09/2010)	298,0

Las primeras capturas se han registrado hacia los 200°D. En la bibliografía consultada pueden encontrarse datos similares en estudios realizados durante los años 80 en Iraq donde las primeras capturas de adultos en trampas fueron registradas a los 195 y 215°D (Ahmad, 1988), aunque en Grecia entre 1971 y 1981 (Samaras, 1983) y en estudios realizados por la Generalitat de Cataluña (Torá *et al.*, 2009) se refleja que el inicio del vuelo de la primera generación de carpocapsa tiene lugar a los 400°D contados desde el uno de enero. Por el contrario en estudios realizados en Turquía entre 1983 y 1986 las primeras capturas se produjeron entre los 83 y 124°D (Önder, 1987) y en Polonia (1973-76) a los 140°D (Labanowski, 1981).

Estas diferencias pueden deberse a condiciones microclimáticas de cada zona de estudio, a la influencia del fotoperiodo, a la climatología en general de cada región y en particular de cada año estudiado ya que la biología de la carpocapsa está fuertemente influenciada además de la temperatura por el fotoperiodo (determinado por la latitud), pero también puede verse afectada por otros factores como la humedad, las precipitaciones o el viento (Jarfas y Viola, 1981).

El vuelo de la primera generación de plaga ha durado 526,4°D, mientras que el de la segunda ha sido de 691,1°D. Se ha registrado una tercera generación parcial que se completa la primavera siguiente con la pupación de las larvas que hibernan en estado de diapausa cuando se completan los mínimos de iluminación y temperatura. Esta tercera generación ha acumulado 298°D hasta el 21 de septiembre, fecha del último muestreo. Seguiría acumulando grados día hasta que la temperatura y el fotoperiodo (horas de iluminación diarias) permitiesen su desarrollo y las larvas entraran en estado de diapausa invernal.

Estudios realizados por la Generalitat de Cataluña describen la duración de cada generación de carpocapsa en 600°D (Torá *et al.*, 2009) (Viñas, 2010), aunque en otros ensayos realizados en California se observan diferencias en cuanto a una menor duración (°D) de la primera generación respecto de la segunda y tercera (Pitcairn *et al.*, 1992). Estas diferencias pueden deberse a las condiciones climáticas de cada zona geográfica en que se han realizado los estudios incluso a las variables ambientales del periodo en el cual se ha realizado el ensayo; puede haber sido una primavera más calurosa o más seca de lo habitual o haber tenido una mayor radiación solar efectiva y con ello favorecer la precocidad de la emergencia del primer vuelo.

4.2.- ANÁLISIS DE RESIDUOS.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de las materias activas que han dado positivo en los análisis de residuos realizados a las muestras recogidas en los sectores de estudio a excepción de la Parcela 3 que se encuentra correctamente certificada por BCS Öko-Garantie GmbH, certificadora privada admitida por el Comité Aragonés de Agricultura Ecológica (C.A.A.E.).

Tanto los resultados completos de los análisis como los certificados de agricultura ecológica, se adjuntan en los Anexos II y III de este trabajo.

Tabla 27. Análisis de residuos: materias activas positivas localizadas en las muestras.

MATERIA ACTIVA	L.D. (mg/Kg)	L.M.R. (mg/Kg)	RESULTADO (mg/Kg)			
			P.1	P.2	P.4	P.Testigo
Clorpirifos	0,010	0,5	0,038	0,065	0,020	0,020
Captan	0,010	3			0,630	0,510

L.D.: Límite de determinación.

L.M.R.: Límite máximo residual según Reglamento (CE) 839/2008 31-7-08 de residuos de plaguicidas en productos vegetales publicado por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Si un plaguicida no está legislado se le aplicará por defecto un L.M.R. de 0,01 mg/Kg.

En los cuatro casos se ha detectado clorpirifos, un insecticida utilizado contra la carpocapsa y en los dos últimos ha dado positivo el captan, un fungicida autorizado en frutales de pepita como tratamiento de antracnosis, monilia, moteado y como cicatrizante de heridas de granizo. En todas las parcelas se han mantenido los valores muy por debajo del L.M.R.

Los límites expresados se refieren a los fijados para todos los alimentos destinados al consumo humano o animal en la Unión Europea, en el **Reglamento (CE) n° 396/2005** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de febrero de 2005, 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 del Consejo. Posterior a este Reglamento, existen otros que modifican y corrigen sucesivamente al mismo.

La molécula presente en los difusores de Confusión Sexual ((8E, 10E)-8, 10-Dodecadien-1-ol) no es residual, se evapora con facilidad y se degrada, por eso no se considera contaminante. Además si los difusores se retiran de las plantas, por ejemplo en el momento de la poda del año siguiente y se desechan en un contenedor, que no tiene obligación de ser uno específico para envases peligrosos, no generará problemas de residuos materiales en la parcela.

Teniendo en cuenta que la Confusión Sexual debe acompañarse de insecticidas ya sean químicos o biológicos, su uso tiene una serie de ventajas (Melandri y Pasqualini, 2007):

- Permite la reducción de insecticidas aplicados (Batllori *et al.*, 2005) con la consecuente reducción de residuos y contaminantes.
- No es residual ni dañino para el medio ambiente.
- Baja los costes por la reducción progresiva en el uso de insecticidas.
- Interesante en producción ecológica debido a los relativamente pocos productos autorizados.

4.3.- ANÁLISIS ECONÓMICO.

Tras analizar las variables técnicas de este estudio se han comparado los costes económicos de las diferentes estrategias de control de carpocapsa utilizadas en cada una de las parcelas.

Para ello se consultaron los precios de los productos utilizados para el control de carpocapsa a la técnico y comercial de productos fitosanitarios de Fitocuiran, S.L., Ana Lafita y los tiempos de aplicación de los productos a los propietarios de las parcelas estudiadas.

Los costes por hora aplicados para la mano de obra y la maquinaria (tractor + atomizador + operario) se han estimado en 7 y 55 €/h respectivamente, los cuales incluyen cotización a la seguridad social y retenciones aplicables a la mano de obra y todos los costes fijos y variables aplicables al tractor y al apero (coste de amortización, reparaciones y mantenimiento, seguros, interés, desgaste, combustibles y lubricantes...).

A continuación se detalla el cálculo de los costes de tratamientos contra carpocapsa de cada parcela seguido del resumen de los costes totales en €/ha y los costes de los productos y de mano de obra + maquinaria por separado.

Tabla 28. Costes de tratamientos contra carpocapsa realizados en la **Parcela 1**.

PARCELA 1: Confusión Sexual + Lucha Química Convencional.

	PRODUCTO			MANO DE OBRA			TOTAL
	DOSIS/ha	PRECIO	COSTE/ha	HORAS	€/h	COSTE/ha	€/ha
Isomate C-Plus	1000 dif.	88 €/400 dif.	220 €	5	7	35 €	255

	PRODUCTO			TRACTOR + ATOMIZADOR + OPERARIO			TOTAL
	DOSIS/ha	PRECIO	COSTE/ha	HORAS	€/h	COSTE/ha	€/ha
Grial (Fenoxicarb)	600 g	32,33 €/600 g	32,33 €	0,5	55	27,50 €	59,83
Chas 25 (Clorpirifos)	4 Kg	7,42 €/Kg	29,68 €	0,5	55	27,50 €	57,18
Chas 25 (Clorpirifos)	4 Kg	7,42 €/Kg	29,68 €	0,5	55	27,50 €	57,18
Chas 25 (Clorpirifos)	4 Kg	7,42 €/Kg	29,68 €	0,5	55	27,50 €	57,18
Chas 25 (Clorpirifos)	4 Kg	7,42 €/Kg	29,68 €	0,5	55	27,50 €	57,18
			151,05 €			137,50 €	288,55

COSTE TOTAL = 543,55 €/ha

Tabla 29. Costes de tratamientos contra carpocapsa realizados en la **Parcela 2.**

PARCELA 2: Lucha Química Convencional.

	PRODUCTO			TRACTOR + ATOMIZADOR + OPERARIO			TOTAL
	DOSIS/ha	PRECIO	COSTE/ha	HORAS	€/h	COSTE/ha	€/ha
Grial (Fenoxicarb)	600 g	32,33 €/600 g	32,33 €	0,5	55	27,50 €	59,83
Chas 25 (Clorpirifos)	4 Kg	7,42 €/Kg	29,68 €	0,5	55	27,50 €	57,18
Chas 25 (Clorpirifos)	4 Kg	7,42 €/Kg	29,68 €	0,5	55	27,50 €	57,18
Chas 25 (Clorpirifos)	4 Kg	7,42 €/Kg	29,68 €	0,5	55	27,50 €	57,18
Chas 25 (Clorpirifos)	4 Kg	7,42 €/Kg	29,68 €	0,5	55	27,50 €	57,18
Chas 25 (Clorpirifos)	4 Kg	7,42 €/Kg	29,68 €	0,5	55	27,50 €	57,18
Chas 25 (Clorpirifos)	4 Kg	7,42 €/Kg	29,68 €	0,5	55	27,50 €	57,18
			210,41 €			192,50 €	402,91

COSTE TOTAL = 402,91 €/ha

Tabla 30. Costes de tratamientos contra carpocapsa realizados en la **Parcela 3.**

PARCELA 3: Confusión Sexual + Cultivo Producción Ecológica.

	PRODUCTO			MANO DE OBRA			TOTAL
	DOSIS/ha	PRECIO	COSTE/ha	HORAS	€/h	COSTE/ha	€/ha
Isomate C-Plus	1000 dif.	88 €/400 dif.	220 €	5	7	35 €	255

	PRODUCTO			TRACTOR + ATOMIZADOR + OPERARIO			TOTAL
	DOSIS/ha	PRECIO	COSTE/ha	HORAS	€/h	COSTE/ha	€/ha
Carpovirusina (Granulovirus)	1 L	58,33 €/L	58,33 €	0,5	55	27,50 €	85,83
Carpovirusina (Granulovirus)	1 L	58,33 €/L	58,33 €	0,5	55	27,50 €	85,83
			116,66 €			55,00 €	171,66

COSTE TOTAL = 426,66 €/ha

Tabla 31. Costes de tratamientos contra carpocapsa realizados en la **Parcela 4**.

PARCELA 4: Confusión Sexual + Producción Integrada.

	PRODUCTO			MANO DE OBRA			TOTAL
	DOSIS/ha	PRECIO	COSTE/ha	HORAS	€/h	COSTE/ha	€/ha
Isomate C-Plus	1000 dif.	88 €/400 dif.	220 €	5	7	35 €	255

	PRODUCTO			TRACTOR + ATOMIZADOR + OPERARIO			TOTAL
	DOSIS/ha	PRECIO	COSTE/ha	HORAS	€/h	COSTE/ha	€/ha
Chas 25 (Clorpirifos)	4 Kg	7,42 €/Kg	29,68 €	0,5	55	27,50 €	57,18
Calypso (Tiacloprid)	300 cc	79,66 €/500 cc	47,80 €	0,5	55	27,50 €	75,30
Warrior (Clorpirifos)	4 L	8,45 €/L	33,80 €	0,5	55	27,50 €	61,30
Reldan-E (Metil Clorpirifos)	4 L	10,30 €/L	41,20 €	0,5	55	27,50 €	68,70
Karate Zeon (λ -Cihalotrin)	200 mL	106,07 €/L	21,21 €	0,5	55	27,50 €	48,71
			173,69 €			137,50 €	311,19

COSTE TOTAL = 566,19 €/ha

Tabla 32. Costes de tratamientos contra carpocapsa realizados en la **Parcela Testigo**.

PARCELA TESTIGO: Lucha Química Convencional.

	PRODUCTO			TRACTOR + ATOMIZADOR + OPERARIO			TOTAL
	DOSIS/ha	PRECIO	COSTE/ha	HORAS	€/h	COSTE/ha	€/ha
Steward (Indoxacarb)	170 g	68,9 €/250 g	46,85 €	0,5	55	27,50 €	74,35
Warrior (Clorpirifos)	4 L	8,45 €/L	33,80 €	0,5	55	27,50 €	61,30
Warrior (Clorpirifos)	4 L	8,45 €/L	33,80 €	0,5	55	27,50 €	61,30
Warrior (Clorpirifos)	4 L	8,45 €/L	33,80 €	0,5	55	27,50 €	61,30
Karate King (λ -Cihalotrin)	800 g	34,12 €/Kg	27,30 €	0,5	55	27,50 €	54,80
Bulldock-2,5SC (β -Ciflutrin)	800 mL	25,14 €/L	20,11 €	0,5	55	27,50 €	47,61
Warrior (Clorpirifos)	4 L	8,45 €/L	33,80 €	0,5	55	27,50 €	61,30
Warrior (Clorpirifos)	4 L	8,45 €/L	33,80 €	0,5	55	27,50 €	61,30
Minuet (Zeta-Cipermetrin)	200 mL	33,10 €/L	6,62 €	0,5	55	27,50 €	34,12
			269,88 €			247,50 €	517,38

COSTE TOTAL = 517,38 €/ha

RESUMEN COSTES ECONÓMICOS TRATAMIENTOS CARPOCAPSA:

Tabla 33. Resumen de costes totales de los tratamientos contra carpocapsa realizados en las parcelas de estudio.

	COSTE TOTAL				
	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	PARCELA 4	P. TESTIGO
COSTE (€/ha)	543,55	402,91	426,66	566,19	517,38

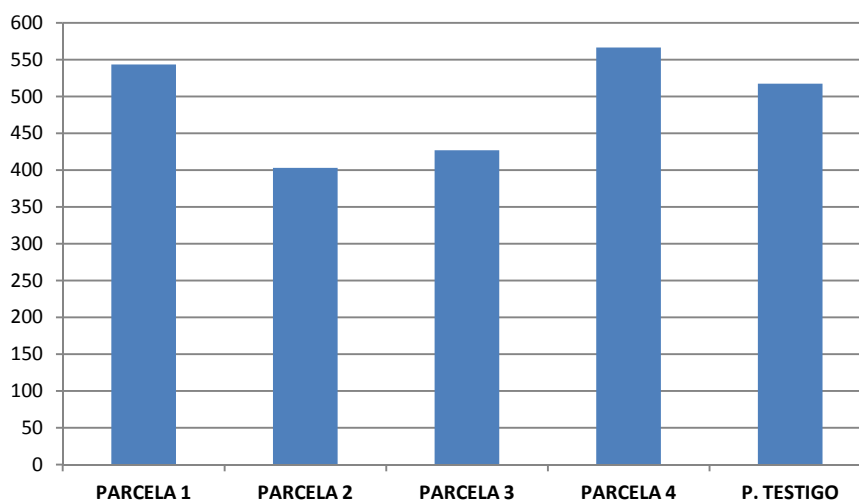


Fig. 54. Coste total (€/ha) de los tratamientos realizados en cada una de las parcelas de estudio.

Tabla 34. Resumen de costes de mano de obra + maquinaria utilizada en la aplicación de los tratamientos contra carpocapsa realizados en las parcelas de estudio.

	MANO DE OBRA + MAQUINARIA				
	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	PARCELA 4	P. TESTIGO
COSTE (€/ha)	172,5	192,5	90	172,5	247,5

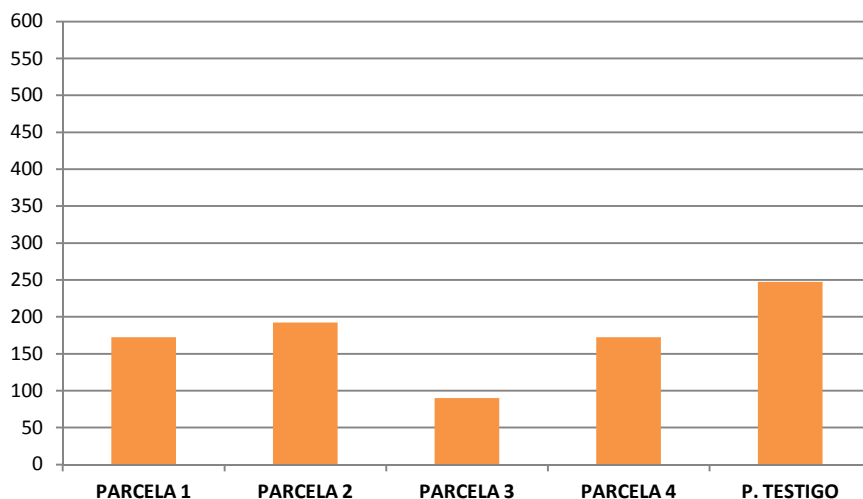


Fig. 55. Coste (€/ha) de mano de obra + maquinaria utilizadas en la aplicación de los tratamientos realizados en cada una de las parcelas de estudio.

Tabla 35. Resumen de costes de los productos utilizados en los tratamientos contra carpocapsa realizados en las parcelas de estudio.

	PRODUCTOS				
	PARCELA 1	PARCELA 2	PARCELA 3	PARCELA 4	P. TESTIGO
COSTE (€/ha)	371,05	210,41	336,66	393,69	269,88

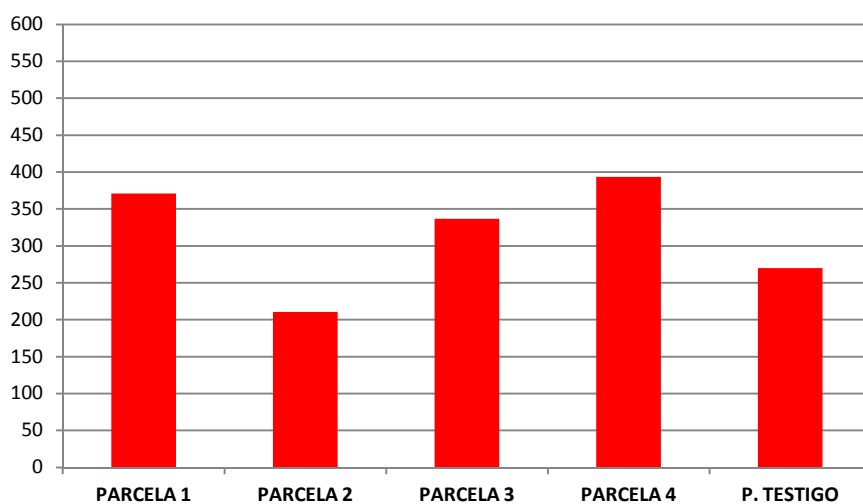


Fig. 56. Coste (€/ha) de los productos aplicados en los tratamientos realizados en cada una de las parcelas de estudio.

Como puede observarse la estrategia que ha resultado más económica ha sido la consistente en lucha química convencional adoptada en la Parcela 2, por el contrario, la más cara ha sido la de la Parcela 4 en la que se ha utilizado la técnica de confusión sexual en producción integrada. Esto se debe a que el coste de los productos utilizados en la Parcela 2 es prácticamente la mitad del coste de los productos utilizados en la Parcela 4.

Con apenas diferencia respecto a la 2, la Parcela 3 ocupa el segundo lugar en bajo coste con confusión sexual y cultivo de producción ecológica. El coste de mano de obra y maquinaria es el menor de todos por llevar a cabo solamente dos aplicaciones de productos además de la colocación de los difusores de confusión sexual. En contra lo encarece el precio del producto utilizado (Carpovirusina[®]), que aunque solo se han realizado dos aplicaciones, eleva considerablemente el coste total.

En cuanto a mano de obra se refiere, los costes más elevados corresponden a la Parcela Testigo y a la Parcela 2 (ambas utilizan lucha química convencional) debido a que son las que mayor número de tratamientos pulverizados realizan; 9 y 7 respectivamente.

También se puede ver que los costes más elevados en productos corresponden a las parcelas en las que se utiliza confusión sexual (Parcelas 1, 3 y 4) ya que el coste de los difusores por si solos ya asciende a 220 €/ha y a esto todavía hay que sumarle los demás productos aplicados.

4.4.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Como punto final, con los resultados de las capturas obtenidas se ha llevado a cabo un análisis de varianzas (ANOVA), mediante el programa SPSS 15.0 para Windows.

Para ello, primero se han realizado dos comprobaciones en cada una de las series de datos analizadas:

1ª) Normalidad de la distribución: para ello se ha realizado el Test de Kolmogorov-Smirnov (K-S de 1 muestra) a los residuos no tipificados. Para que este requisito se cumpla, el test debe dar una significación $>0,05$. Si esto no se cumple, se deberá realizar una transformación de variable.

2ª) Homocedasticidad de las varianzas: esto se comprueba mediante el Parámetro de Levene. Si el resultado es $>0,05$, entonces las varianzas son homogéneas u homocedásticas; si por el contrario es $<0,05$, las varianzas son heterogéneas u heterocedásticas.

Una vez realizadas estas comprobaciones se procederá a realizar un análisis de comparaciones múltiples que permite detectar diferencias entre las medias de las diferentes zonas de estudio en cada una de las fechas de capturas acumuladas que se han analizado.

Como en todos los casos se han obtenido varianzas heterogéneas, se han realizado los test T2 de Tamhane, T3 de Dunnett, Games-Howell y C de Dunnett que son los apropiados cuando no hay homocedasticidad. En caso contrario, se podría haber utilizado el test de Tukey, Duncan o DMS entre otros.

Como las trampas no fueron colocadas en la misma fecha y los muestreos no duraron el mismo periodo, existen fechas en las cuales no hay datos de todas ellas. Estas fechas no pueden utilizarse y tampoco son convenientes las fechas con muchos ceros, por eso solamente se han analizado los datos de capturas semanales desde el 11/05/2010 hasta el 17/08/2010.

Dado que incluso dentro de ese periodo hubo muchas semanas en las que no se registraron capturas en algunas trampas y esto iba a generar problemas a la hora de aplicar el análisis, se han acumulado capturas de la siguiente forma y además se han analizado las capturas totales al final del estudio.

Tabla 36. Capturas en trampas acumuladas analizadas estadísticamente mediante procedimientos de comparaciones múltiples.

PARCELA (T1, T2, T3)	ACUM.25/05	ACUM. ENTRE PICOS	ACUM.27/07	CAPTURAS TOTALES
1	1	0	1	2
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
2	1	5	4	15
2	16	12	9	47
2	17	3	1	30
3	2	1	2	6
3	0	2	1	6
3	0	0	1	3
4	38	10	2	50
4	10	3	2	16
4	24	5	2	31
5	31	12	20	71
5	31	12	20	71
5	31	12	20	71
6	21	2	6	29
6	21	2	6	29
6	21	2	6	29
7	2	0	0	2
7	2	0	0	2
7	2	0	0	2
8	10	12	6	33
8	11	11	1	28
8	0	1	0	2

La primera columna de datos de capturas (ACUM. 25/05) corresponde a las capturas acumuladas durante las tres primeras semanas que se han analizado estadísticamente y cuyas fechas de muestreo son 11/05, 18/05 y 25/05. En esta última se registró el primer pico de vuelo (Fig. 46).

La segunda (ACUM. ENTRE PICOS) como su nombre indica, corresponde a capturas acumuladas durante las semanas que transcurrieron desde el primer pico de vuelo hasta la semana anterior de que se registrase el segundo pico en las primeras parcelas (fechas de muestreo: 01/06, 08/06, 15/06, 22/06, 29/06 y 06/07) (Fig. 46).

La tercera columna (ACUM. 27/07) acumula capturas obtenidas mientras hubo segundo pico de vuelo en alguna de las parcelas, ya que no se produjo a la vez. Las semanas con sus fechas de muestreo correspondientes son: 13/07, 20/07 y 27/07. Las dos últimas corresponden al pico de vuelo en la Parcela Testigo (Fig. 46).

La cuarta y última (CAPTURAS TOTALES) enumera las capturas totales obtenidas a lo largo de todo el estudio (Tablas 11-18).

Hay que citar que en los casos en los cuales solamente había una trampa en la zona de estudio, se han repetido los mismos datos como si se tratase de tres trampas iguales. Esto no altera la media que es lo que se trata de comparar y de esta forma se consigue tener un modelo homogéneo con las mismas repeticiones de cada zona o tratamiento.

Las zonas de estudio se han numerado del 1 al 8 de la siguiente forma:

- 1: Parcela 1 (Confusión Sexual + Lucha Química Convencional).
- 2: Parcela 2 (Lucha Química Convencional).
- 3: Parcela 3 (Confusión Sexual + Cultivo Producción Ecológica).
- 4: Parcela 4 (Confusión Sexual + Producción Integrada).
- 5: Parcela Testigo (Lucha Química Convencional).
- 6: ATRIA La Almunia (Confusión Sexual + Producción Integrada).
- 7: ATRIA Épila T652 (Lucha Química Convencional).
- 8: ATRIA Épila T1168 (Lucha Química Convencional).

Hay que recordar que las zonas 1, 2, 7 y 8 recibieron los mismos tratamientos químicos y en las mismas fechas (puntualizando que en caso de la Parcela 1, se eliminaron las dos últimas aplicaciones). La trampa 6 estaba colocada en la Parcela 4, así que los tratamientos coinciden. La zona 5 está separada de la 4 (y 6) por un camino, con lo cual podrían estar relacionadas de alguna forma. La Parcela 3 es la única que no guarda relación aparente con ninguna.

A continuación se exponen los resultados del análisis de varianzas para cada grupo de capturas acumuladas.

ACUMULADO HASTA 25/05.

Al realizarse el Test K-S para 1 muestra se obtuvo una significación de $0,013 < 0,05$, con lo cual se tuvo que proceder a transformar la variable.

Tabla 37. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra realizada sobre los residuos no tipificados de las capturas acumuladas hasta el primer pico de vuelo en todas las zonas de estudio.

		Residuo para ACUM.2505
N		24
Parámetros normales ^{a,b}	Media	,0000
	Desviación típica	5,23367
Diferencias más extremas	Absoluta	,324
	Positiva	,208
	Negativa	-,324
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,589
Sig. asintót. (bilateral)		,013

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Para comprobar si la transformación es adecuada, se le debe realizar un Test K-S para una muestra y debe cumplir de nuevo el criterio de significación $>0,05$, además de mantener todos los datos (N=24 en este caso).

1º.- Transformación que no cumplía los requisitos:

Cuadrado (ACUM. 25/05).

Se realizó la prueba de K-S para una muestra y se obtuvo: $0,01 < 0,05$, con lo cual, ya no se siguió adelante con esta transformación.

2.- Transformaciones que cumplían los requisitos:

Raíz (ACUM. 25/05).

ArcsenH (ACUM. 25/05).

Arcsenraízantouno (ACUM. 25/05).

Raíz (ACUM. 25/05 + 1).

Raíz (ACUM. 25/05 + 0,5).

En todas ellas cuando se realizó la prueba de K-S para una muestra se obtuvo un valor $>0,05$.

Se analizó el parámetro de Levene y el valor que se obtuvo fue siempre $< 0,05$, con lo cual se procedió a usar las pruebas de comparaciones múltiples para varianzas no homogéneas.

- T2 de Tamhane: no obtuvo diferencias significativas.
- T3 de Dunnett, Games-Howell y C de Dunnett: mostraron diferencias significativas entre las zonas 1 y 5, 1 y 6, 3 y 5, 3 y 6.

Como se puede comprobar, apenas se han obtenido diferencias significativas, lo cual se representa en la Tabla 46. En la siguiente tabla aparecen las medias y desviaciones típicas obtenidas en los análisis estadísticos descriptivos de la variable original (ACUM.25/05).

Tabla 38. Medias y desviaciones típicas obtenidas en los análisis estadísticos descriptivos de las capturas acumuladas hasta el primer pico de vuelo en todas las zonas de estudio.

Variable dependiente: ACUM.25/05

PARCELA-T1, T2, T3	Media	Desv. típ.	N
1	,33	,577	3
2	11,33	8,963	3
3	,67	1,155	3
4	24,00	14,000	3
5	31,00	,000	3
6	21,00	,000	3
7	2,00	,000	3
8	7,00	6,083	3
Total	12,17	12,437	24

ACUMULADO ENTRE PICOS.

Al realizarse el Test K-S para 1 muestra se obtuvo una significación de $0,034 < 0,05$, con lo cual se tuvo que proceder a transformar la variable.

Tabla 39. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra realizada sobre los residuos no tipificados de las capturas acumuladas entre el primer y el segundo pico de vuelo en todas las zonas de estudio.

		Residuo para ACUM. _ENTRE_ PICOS
N		24
Parámetros normales a,b	Media	,0000
	Desviación típica	2,52523
Diferencias más extremas	Absoluta	,292
	Positiva	,292
	Negativa	-,250
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,429
Sig. asintót. (bilateral)		,034

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Para comprobar si la transformación es adecuada, se le debe realizar un Test K-S para una muestra y debe cumplir de nuevo el criterio de significación $>0,05$, además de mantener todos los datos (N=24 en este caso).

1º.- Transformación que no cumplía los requisitos:

Arctg (ACUM. ENTRE PICOS).

Se realizó la prueba de K-S para una muestra y se obtuvo: $0,01 < 0,05$, con lo cual, ya no se siguió adelante con esta transformación.

2.- Transformaciones que cumplían los requisitos:

Raíz (ACUM. ENTRE PICOS).

ArcsenH (ACUM. ENTRE PICOS).

Arcsenraíz tantouno (ACUM. ENTRE PICOS).

Raíz (ACUM. ENTRE PICOS + 1).

Raíz (ACUM. ENTRE PICOS + 0,5).

En todas ellas cuando se realizó la prueba de K-S para una muestra se obtuvo un valor $>0,05$.

Se analizó el parámetro de Levene y el valor que se obtuvo fue siempre $< 0,05$, con lo cual se procedió a usar las pruebas de comparaciones múltiples para varianzas no homogéneas.

- T2 de Tamhane: no obtuvo diferencias significativas.
- T3 de Dunnett, Games-Howell y C de Dunnett: hallaron diferencias significativas entre las zonas 3 y 5.

Esta vez todavía se han encontrado menos diferencias significativas. Se muestran gráficamente a continuación tras las medias y desviaciones típicas obtenidas en los análisis estadísticos descriptivos de la variable original (ACUM. ENTRE PICOS).

Tabla 40. Medias y desviaciones típicas obtenidas en los análisis estadísticos descriptivos de las capturas acumuladas entre el primer y segundo pico de vuelo en todas las zonas de estudio.

Variable dependiente: ACUM. ENTRE PICOS

PARCELA-T1, T2, T3	Media	Desv. típ.	N
1	,00	,000	3
2	6,67	4,726	3
3	1,00	1,000	3
4	6,00	3,606	3
5	12,00	,000	3
6	2,00	,000	3
7	,00	,000	3
8	8,00	6,083	3
Total	4,46	4,890	24

Tabla 41. Diferencias significativas existentes entre las zonas de estudio entre el primer y segundo pico de vuelo demostradas de manera descriptiva.

3 a	Parcela 3: Confusión Sexual + Cultivo Producción Ecológica.
2 a b	Parcela 2: Lucha Química Convencional.
1 a b	Parcela 1: Confusión Sexual + Lucha Química Convencional.
4 a b	Parcela 4: Confusión Sexual + Protección Integrada.
6 a b	Atria La Almunia: Confusión Sexual + Protección Integrada.
7 a b	Atria Épila T652: Lucha Química Convencional.
8 a b	Atria Épila T1168: Lucha Química Convencional.
5 b	Parcela Testigo: Lucha Química Convencional.

ACUMULADO HASTA 27/07.

Al realizarse el Test K-S para 1 muestra se obtuvo una significación de $0,034 < 0,05$, con lo cual se tuvo que proceder a transformar la variable.

Tabla 42. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra realizada sobre los residuos no tipificados de las capturas acumuladas durante el segundo pico de vuelo en todas las zonas de estudio.

		Residuo para ACUM.2707
N		24
Parámetros normales a,b	Media	,0000
	Desviación típica	1,54169
Diferencias más extremas	Absoluta	,292
	Positiva	,292
	Negativa	-,208
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,429
Sig. asintót. (bilateral)		,034

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Para comprobar si la transformación es adecuada, se le debe realizar un Test K-S para una muestra y debe cumplir de nuevo el criterio de significación $>0,05$, además de mantener todos los datos (N=24 en este caso).

1º.- Transformaciones que no cumplía los requisitos:

Raíz (ACUM. 27/07).

Arctg (ACUM. 27/07).

Arcsenraízantouno (ACUM. 27/07).

Raíz (ACUM. 27/07 + 1).

En los cuatro casos se realizó la prueba de K-S para una muestra y se obtuvo un valor $<0,05$, con lo cual, ya no se siguió adelante con estas transformaciones.

2.- Transformaciones que cumplían los requisitos:

ArcsenH (ACUM. 27/07).

Raíz (ACUM. 27/07 + 0,5).

En ambas cuando se realizó la prueba de K-S para una muestra se obtuvo un valor $>0,05$.

Se analizó el parámetro de Levene y el valor que se obtuvo fue siempre $< 0,05$, con lo cual se procedió a usar las pruebas de comparaciones múltiples para varianzas no homogéneas.

- T2 de Tamhane: obtuvo diferencias significativas entre las zonas 1 y 5.
- T3 de Dunnett, Games-Howell y C de Dunnett: mostraron diferencias significativas entre las zonas 1 y 5, 1 y 6, 3 y 5, 3 y 6.

En las pruebas T3 de Dunnett, Games-Howell y C de Dunnett de las dos transformaciones de variable realizadas se han obtenido las mismas diferencias significativas que se obtuvieron en el primer análisis de capturas acumuladas (ACUM 25/05). Esto lleva a la misma representación gráfica (Tabla 46). A continuación se muestran las medias y desviaciones obtenidas mediante el análisis de la variable (ACUM. 27/07).

Tabla 43. Medias y desviaciones típicas obtenidas en los análisis estadísticos descriptivos de las capturas acumuladas durante el segundo pico de vuelo en todas las zonas de estudio.

Variable dependiente: ACUM.27/07

PARCELA-T1, T2, T3	Media	Desv. típ.	N
1	,67	,577	3
2	4,67	4,041	3
3	1,33	,577	3
4	2,00	,000	3
5	20,00	,000	3
6	6,00	,000	3
7	,00	,000	3
8	2,33	3,215	3
Total	4,63	6,426	24

CAPTURAS TOTALES.

Al realizarse el Test K-S para 1 muestra se obtuvo una significación de $0,039 < 0,05$, con lo cual se tuvo que proceder a transformar la variable.

Tabla 44. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra realizada sobre los residuos no tipificados de las capturas totales en todas las zonas de estudio.

		Residuo para TOTAL
N		24
Parámetros normales a,b	Media	,0000
	Desviación típica	8,48357
Diferencias más extremas	Absoluta	,286
	Positiva	,286
	Negativa	-,282
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,403
Sig. asintót. (bilateral)		,039

a. La distribución de contraste es la Normal.

b. Se han calculado a partir de los datos.

Para comprobar si la transformación es adecuada, se le debe realizar un Test K-S para una muestra y debe cumplir de nuevo el criterio de significación $>0,05$, además de mantener todos los datos (N=24 en este caso).

1º.- Transformaciones que no cumplía los requisitos:

Raíz (CAPTURAS TOTALES).

ArcsenH (CAPTURAS TOTALES).

Arctg (CAPTURAS TOTALES).

Raíz (CAPTURAS TOTALES + 1).

Raíz (CAPTURAS TOTALES + 0,5).

Se realizó la prueba de K-S para una muestra y se obtuvo: $0,034 < 0,05$, con lo cual, ya no se siguió adelante con esta transformación.

2.- Transformaciones que cumplían los requisitos:

Arcsenraíz (CAPTURAS TOTALES).

Se realizó la prueba de K-S para una muestra y se obtuvo: $0,064 > 0,05$.

Se analizó el parámetro de Levene: $0,008 < 0,05$, con lo cual se procedió a usar las pruebas de comparaciones múltiples para varianzas no homogéneas.

- T2 de Tamhane: obtuvo diferencias significativas entre las zonas 3 y 5.
- T3 de Dunnett, Games-Howell y C de Dunnett: mostraron diferencias significativas entre las zonas 1 y 5, 1 y 6, 3 y 5, 3 y 6.

Nuevamente se obtuvieron los mismos resultados que en los análisis realizados a las capturas acumuladas en el primer pico de vuelo y en el segundo. Se representan a continuación tras las medias y desviaciones típicas de la variable dependiente analizada (CAPTURAS TOTALES).

Tabla 45. Medias y desviaciones típicas obtenidas en los análisis estadísticos descriptivos de las capturas totales acumuladas en todas las zonas de estudio.

Variable dependiente: CAPTURAS TOTALES

PARCELA (T1, T2, T3)	Media	Desv. típ.	N
1	1,0000	1,00000	3
2	30,6667	16,01041	3
3	5,0000	1,73205	3
4	32,3333	17,03917	3
5	71,0000	,00000	3
6	29,0000	,00000	3
7	2,0000	,00000	3
8	21,0000	16,64332	3
Total	24,0000	23,63490	24

Tabla46. Diferencias significativas existentes entre las zonas de estudio hasta el primer pico de vuelo, durante el segundo y en las capturas totales demostradas de manera descriptiva.

1 a	Parcela 1: Confusión Sexual + Lucha Química Convencional.
3 a	Parcela 3: Confusión Sexual + Cultivo Producción Ecológica.
2 a b	Parcela 2: Lucha Química Convencional.
4 a b	Parcela 4: Confusión Sexual + Protección Integrada.
7 a b	Atria Épila T652: Lucha Química Convencional.
8 a b	Atria Épila T1168: Lucha Química Convencional.
5 b	Parcela Testigo: Lucha Química Convencional.
6 b	Atria La Almunia: Confusión Sexual + Protección Integrada.

Se han demostrado diferencias significativas entre las capturas obtenidas en las zonas 1 y 3 y las obtenidas en las zonas 5 y 6. Estas diferencias consisten en lo siguiente:

- Las Parcelas 1 y 3 (ambas con confusión sexual) mantuvieron a lo largo de todo el estudio un nivel de capturas muy bajo o nulo y sin picos de vuelo (Fig. 38 y 40).
- La Parcela Testigo (5) (lucha química convencional) fue la que mayor número de capturas registró durante todo el estudio. El primer pico de vuelo fue el más elevado de todos debido a una gran densidad de población inicial. Posteriormente tuvo algunas capturas poco importantes. El segundo pico de vuelo se produjo posteriormente a las demás parcelas y se mantuvo consecutivamente dos semanas, siendo también en este caso más elevado que en el resto (Fig. 42 y 46).
- La Trampa del Atria de La Almunia (6) (confusión sexual + producción integrada) registró un primer pico de vuelo bastante elevado, pero con capturas muy inferiores a las de la cercana Parcela Testigo. Posteriormente no registró capturas hasta el segundo pico de vuelo que aunque no fue tan elevado como el anterior, estuvo por encima del umbral de tratamiento de 2 capturas/trampa/semana en segunda generación (Fig. 43).

No se han conseguido demostrar de manera descriptiva las diferencias significativas existentes con otras parcelas que a continuación se comentan:

- La Parcela 4 (4) (confusión sexual + producción integrada) en el primer pico de vuelo es muy similar a la Parcela Testigo (5). En este punto presentó unas capturas casi tan abundantes como esta debido a la elevada presión de población inicial (Fig. 41). Durante el resto del estudio es comparable a las zonas 1, 3 y 7 describiendo una curva de vuelo sin capturas importantes debido a la acción de la confusión sexual. Por lo tanto en el momento del pico de segundo vuelo descrito por la Trampa del Atria de La Almunia (6), también se comportó de manera diferente a pesar de estar esta colocada en un borde de la misma Parcela 4.

- La Parcela 2 (2) (lucha química convencional) describe claramente los picos de vuelo primero y segundo con unas capturas por encima del umbral de tratamiento (Fig. 39), por eso es similar a las zonas 5 y 6 y en el momento del primer pico también lo sería con la 4, pero en ningún momento se parece a la 1, 3 y 7.
- La Trampa T1168 del Atria de Épila (8) (lucha química convencional) también tuvo un primer pico de vuelo en común con 2, 4, 5 y 6, con lo cual sería diferente al resto.

Puede observarse que las desviaciones típicas obtenidas en los análisis descriptivos correspondientes a las zonas 2, 4 y 8 son elevadas (Tablas 38, 40, 43 y 45) a excepción del caso de la zona 4 en el momento del segundo pico de vuelo, cuando no presentó apenas capturas (Tabla 43). Esto quiere decir que los datos se encuentran muy dispersos respecto al valor de la media. Precisamente son esos los momentos representativos de las diferencias que no se han podido comprobar mediante estadística descriptiva.

Algunos aspectos del modelo experimental han podido influir de manera negativa sobre todo el hecho de la presencia de una sola trampa de monitoreo de carpocapsa en unas zonas mientras que otras contaban con tres, además todas ellas no fueron colocadas en las mismas fechas. También ha influido en el análisis la ausencia repetida de capturas en algunas de ellas.

5.- CONCLUSIONES.

Tras la elaboración de este estudio acerca del control de *Cydia pomonella* L. (carpocapsa del manzano) utilizando feromonas de confusión sexual y lucha química y biológica, se pueden extraer una serie de conclusiones que se exponen a continuación.

1ª.- La determinación de las curvas de vuelo de carpocapsa mediante trampas de monitoreo es el único método fiable para poder realizar el control, ya sea químico o biológico en el momento óptimo.

2ª.- Las trampas de monitoreo colocadas en parcelas con confusión sexual apenas registran capturas. Solamente lo hacen cuando la densidad de población es muy elevada.

3ª.- En parcelas situadas en los bordes de áreas frutícolas, la presión de población es menor que la existente en aquellas situadas en la zona central de la misma área de cultivo.

4ª.- El control de carpocapsa puede ser igualmente efectivo aplicando lucha química convencional o confusión sexual, siempre que esté combinada con insecticidas químicos o lucha biológica.

5ª.- Realizar un buen control en primera generación reduce de manera drástica la población y permite evitar tratamientos posteriores, especialmente en confusión sexual donde la reducción puede llegar al máximo.

6ª.- Los tratamientos excesivos y mal dirigidos suponen un incremento de costes que debería evitarse en todos los casos. A veces los costes se optimizarían únicamente modificando las fechas de aplicación de algunos productos.

7ª.- No deben repetirse las mismas sustancias activas insistentemente ya que, aunque muy por debajo del límite máximo establecido, aparecen niveles de residuos de éstas en los análisis realizados en el momento de la cosecha.

6.- BIBLIOGRAFÍA.

- AGUSTÍ FONFRÍA, M., 2004. Fruticultura. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 493 pp.
- AHMAD, T.R., 1998. Degree-day requirements for predicting emergence and flight of the codling moth *Cydia pomonella* (L.) (Lep. Olethreutidae). *Journal of Applied Entomology*, 104, 4, 345-349.
- ÁLVAREZ REQUEJO, S., 1988. El manzano. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 489 pp.
- BATLLORI, J.L., VILAJELIU, M., CREIXELL, A., CARBÓ, M., GARCÍA, N., ESTEBA, G., RASET, F., VAYREDA, F., GINÉ, M., CURÓS, D., CORNELLÁ, J., CROSS, J., IORIATTI, C., 2005. Reduction of insecticide sprayings by using alternative methods in commercial apple orchards. *Bulletin OILB/SROP*, 28, 7, 83-88.
- BENVENUTO, L., TOTIS, F., 2009. A new method for the control of codling moth: sexual auto-confusion with Exosex CM. *Notiziario ERSA*, 22, 2, 10-13.
- BOSCH, D., RODRÍGUEZ, M., AVILLA, J., 2008. Biología y control de carpocapsa mediante el uso de estrategias combinadas. *Vida rural* nº 275, 36-39.
- BOVEY, R., 1971. La defensa de las plantas cultivadas: tratado práctico de fitopatología y zoología agrícola. Ed. Omega, Barcelona, 897 pp.
- BRIOLINI, G., CASTELLARI, P.L., 1973. Supervised control of *Cydia pomonella* L. in the orchards of Emilia. *Bollettino dell'Istituto di Entomologia della Università degli Studi di Bologna*, 1971/1972, publ. 1973, 30, 303-310.
- CAB INTERNATIONAL. *Cydia pomonella* [Distribution map]. CAB International, Wallingford, UK, Distribution Maps of Plant Pests, 1995, June (4th revision), pp. Map 9.
- CANTUS, J.M., CORREIA, R., 2008. Carpocapsa, situación actual i perspectives de futur [en línea]. Syngenta Crop Protection. Jornadas sobre la problemática del uso de fitosanitarios en agricultura- Lleida 2008.
<http://www20.gencat.cat/docs/DAR/AG_Agricultura/AG02_Sanitat_vegetal/AG02_06_Ponencies/Documents/Fitxers_estatics/Carpocapsa_situacio_actual_per_spectives_futur.pdf> [Consulta: 20 mayo 2011].
- CBC (EUROPE), LTD., 2010. Guía Confusión Sexual.
- CBC (EUROPE), LTD., 2010. Información Técnica Isomate® C Plus.

- CICHÓN, L.I., FERNÁNDEZ, D.E., RAFFO, D., 2001. Manzanos y perales del Valle. Carpocapsa, la plaga clave. Revista IDIA XXI. Año I, 1–noviembre 2001, 96-99.
- COSCOLLÁ RAMÓN, R., 2004. Introducción a la protección integrada. Phytoma-España, Valencia, 356 pp.
- COUTANCEAU, M., 1977. Fruticultura: Técnica y economía de los cultivos de Rosáceas leñosas productoras de fruta. Ed. Oikos-Tau, Barcelona, 1977 (reimp. 1997), 608pp.
- CURKOVIC, T., SAZO, L., ARAYA, J.E., AGURTO, L., POLANCO, J., 2005. Efecto de feromonas de confusión de cópula en *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) y artrópodos asociados en pomáceas en el centro y sur de Chile. Departamento de Sanidad Vegetal, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. Bol. San. Veg. Plagas n° 31, 309-318.
- DAPENA DE LA FUENTE, E., MIÑARRO PRADO, M., 1999. Control de plagas del manzano de sidra. Tecnología Agroalimentaria. CIATA, 36-37.
- DE LIÑÁN CARRAL, C., DE LIÑÁN VICENTE, C., 2009. Eco Vad 2010: productos e insumos para agricultura ecológica: vademécum para la producción ecológica. Ediciones Agrotécnicas, Madrid, 367 pp.
- DE LIÑÁN VICENTE, C., 1998. Entomología Agroforestal. Ediciones Agrotécnicas. Madrid, 1309 pp.
- DE LIÑÁN VICENTE, C., DE LIÑÁN CARRAL, C., 2009. Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales 2010. Ediciones Agrotécnicas. Madrid, 812 pp.
- DOMÍNGUEZ GARCÍA-TEJERO, F., 1982. Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. Ed. Dossat, Madrid, 821 pp.
- EUROPA. SÍNTESIS DE LA LEGISLACIÓN DE LA U.E., 2011 [en línea]. Límites máximos de plaguicidas para los productos destinados a la alimentación humana o animal. <http://europa.eu/legislation_summaries/food_safety/plant_health_checks/12128_9_es.htm> [Consulta: 10 octubre 2011].
- EZQUERRO, F., RUBIO, S., GIL-ALBARELLOS, C., GÓMEZ, N., MONFORT, E., PASTOR, J., RAMOS, J.L., 2010. Confusión sexual en carpocapsa. Consejería de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural del Gobierno de La Rioja. Cuaderno de campo n° 45, 30-33.
- FAOSTAT, 2011 [en línea]. Datos ProdSTAT. Superficies, producciones y rendimientos entre 1999 y 2009. <<http://faostat.fao.org/site/444/DesktopDefault.aspx?PageID=444#ancor>> [Consulta: 8 julio 2011].

- FERNÁNDEZ, D.E., CICHÓN, L., GARRIDO, S., RIBES-DASI, M., AVILLA, J., 2010. Comparison of lures loaded with codlemone and pear ester for capturing codling moths, *Cydia pomonella*, in apple and pear orchards using mating disruption. *Journal of Insect Science*: vol. 10 – article 139.
- FLINT, H. M., DOANE, C.C., 1996. Comprensión de los semioquímicos con énfasis en feromonas sexuales de los insectos en programas de manejo integrado de plagas [en línea]. Radcliffe's. El texto mundial de MIP. University of Minnesota. <<http://ipmworld.umn.edu/cancelado/Spchapters/FlintSP.htm>> [Consulta: 19 mayo 2011].
- GRAN ENCICLOPEDIA ARAGONESA, 2011 [en línea]. Comarca de Valdejalón. <www.enciclopedia-aragonesa.com> [Consulta: 14 marzo 2011].
- GRUPO FOMESA, LEPIDÓPTEROS, 2011 [en línea]. Carpocapsa (*Cydia pomonella*). <http://www.fomesa.com/Calidad/Varietades/Plagas/pepita/Lepidopteros_2.htm#7> [Consulta: 12 febrero 2011].
- HOWSE, P.E., STEVENS, I.D.R., JONES, O.T., 2004. Feromonas de insectos y su uso en el control de plagas. Ed. Davinci, Barcelona, 388 pp.
- HUERGA MELCÓN, P., 2004. Nicolai Ivanovich Vavilov. El problema del origen de la agricultura mundial a la luz de las últimas investigaciones [en línea]. El Catoblepas nº 32, 17. <<http://www.nodulo.org/ec/2004/n032p17.htm>> [Consulta: 28 abril 2011].
- HYPPZ, 2011 [en línea]. Encyclopédie des ravageurs européens (Enciclopedia de las plagas de Europa). *Cydia pomonella* (L.). <<http://www.inra.fr/internet/Produits/HYPPZ/RAVAGEUR/6cydpom.htm>> [Consulta: 25 julio 2011].
- IGLESIAS, I., CARBÓ, J., BONANY, J., 2007. Últimos avances en innovación varietal en manzano. *Vida rural* nº 255, 54-60.
- JARFAS, J., VIOLA, M., 1981. The impact of meteorological factors onto the light-attraction of codling moth. *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 1981, 16, 3/4, 399-404.
- LABANOWSKI, G.S., 1981. Spring emergence of the codling moth, *Laspeyresia pomonella* (L.) and the possibility of forecasting it in central Poland. *Ekologia Polska*, 1981, recd. 1983, 29, 4, 535-544.
- MANSILLA, J.P., PÉREZ, R., 2006. *Cydia pomonella*, L. Polilla del manzano. Estación Fitopatológica do Areeiro. Servicio Agrario. Diputación Provincial de Pontevedra.

- MARM, 2011 [en línea]. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Avances de superficie y producción – 2009. <<http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/superficie/superficie.htm>> [Consulta: 9 julio 2011].
- MARM, 2011 [en línea]. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos (ESYRCE) – 2009. <<http://www.mapa.es/es/estadistica/pags/encuestacultivos/anteriores.htm>> [Consulta: 9 julio 2011].
- MARM, 2011 [en línea]. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Registro de productos fitosanitarios. <<http://www.marm.es/es/agricultura/temas/medios-de-produccion/productos-fitosanitarios/fitos.asp>> [Consulta: 19 enero 2011, 12 septiembre 2011].
- MATTEDI, L., FORNO, F., VARNER, M., 2006. Attenti a sorprese dalla carpocapsa. L'Infomatore Agrario. Vol. 62, n° 31/2006, 69-72.
- MELANDRI, M., PASQUALINI, E., 2007. Confusion and distraction in the fight against phytophagous pest of pome fruits. Informatore Agrario, 63, 13, 48-52.
- NAMESNY VALLESPER, A., 2007. Feromonas, modernas herramientas para el control de plagas. Horticultura global n° 199, 36-40.
- OFICINA DEL REGANTE, 2011 [en línea]. Datos meteorológicos. Datos meteorológicos estación de Épila – 2009-2010. <<http://servicios.aragon.es/oresa/inicio.inicio.do?javascript=true&sm=1&cpath=S>> [Consulta: 16 junio 2011, 4 octubre 2011]
- OGURA, K., 2009. Uso de feromonas en el control de plagas en el mundo. II Jornadas sobre feromonas, atrayentes, trampas y control biológico: alternativas para la agricultura del siglo XXI. Murcia, 18 y 19 de noviembre de 2009.
- ÖNDER, E.P., 1987. The potential for utilizing the sum of effective temperatures and sex pheromone traps in a forecasting and early-warning system for the chemical control of codling moth (*Cydia pomonella* (L.)) (Lepidoptera: Tortricidae) in the Aegean Region. Ege Üniversitesi Atatürk Kültür Merkezi, Bornova/Izmir, Turkey, Türkiye I. Entomoloji Kongresi Bildirileri, 13-16 Ekim 1987, Ege Üniversitesi, Bornova, Izmir., 15-24.
- PEREIRA LORENZO, S., RAMOS CABRER, A. M., FISCHER, M., 2009. Breeding Apple (*Malus x Domestica* Borkh). Breeding Plantation Tree Crops: Temperate Species. Eds. S.M. Jain, P.M. Priyadarshan, 33-81.

- PESTICIDE WEB - VERSION, 2011 [en línea]. E.U. Pesticides database. Pesticides Residues. <http://ec.europa.eu/sanco_pesticides/public/index.cfm?event=commodity.selection> [Consulta: 12 octubre 2011].
- PITCAIRN, M.J., ZALOM, F.G., BENTLEY, W.J., 1990. Weather factors influencing capture of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) in pheromone traps during overwintering flight in California. *Environmental Entomology*, 19, 5, 1253-1258.
- PITCAIRN, M.J., ZALOM, F.G., RICE, R.E., 1992. Degree-day forecasting of generation time of *Cydia pomonella* (Lepidoptera: Tortricidae) populations in California. *Environmental Entomology*, 21, 3, 441-446.
- POLLINI, A., 2008. Defence against *Cydia pomonella* by attacking the first generation. *Informatore Agrario Supplemento*, 64, 21, Supplemento n. 1, 5-6.
- PORTAL DE LAS COMARCAS DE ARAGÓN, 2011 [en línea]. Mapa de las Comarcas de Aragón. <www.comarcas.es> [Consulta: 14 marzo 2011].
- PORTAL DEL AYUNTAMIENTO DE LA ALMUNIA DE DOÑA GODINA, 2011 [en línea]. Mapa de la Comarca de Valdejalón. <www.laalmunia.es> [Consulta: 14 marzo 2011].
- PORTAL DEL GOBIERNO DE ARAGÓN, 2011 [en línea]. Departamento de Agricultura y Alimentación. Estadísticas agrícolas – Superficies y producciones agrarias. <http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/AgriculturaAlimentacion/AreasTematicas/EstadisticasAgrarias/estadisticasAgricolas/ci.03_Superficies_producciones_agrarias.detalleDepartamento?channelSelected=0> [Consulta: 10 julio 2011].
- SAMARAS, T.L., 1983. Forecast of emergence of spring adults of *Laspeyresia pomonella* in central Macedonia (Greece), based on temperature sums. *Bulletin, OEPP*, 13, 2, P: 213-216.
- SÁNCHEZ, L., BIURRUN, R., 2008. Agusanado de manzana. *Navarra agraria* nº 170, 43-48.
- STELINSKI, L.L., 2007. On the physiological and behavioral mechanisms of pheromone-based mating disruption. *Pestycidy*, (3-4), 27-32.
- STELINSKI, L.L., GUT, L.J., PIERZCHALA, A.V., MILLER, J.R., 2004. Field observations quantifying attraction of four tortricid moths to high-dosage pheromone dispensers in untreated and pheromone-treated orchards. The Netherlands Entomological Society. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 113, 187-196.

- TAMARO, D., 1987. Tratado de fruticultura. Ed. Gustavo Gili, México, 939 pp.
- TORÁ MARQUILLES, R., ALMACELLAS GORT, J., GARCÍA DE OTAZO I LÓPEZ, J., 2004. La carpocapsa de peras y manzanas en plantaciones frutícolas de Lleida. Terralia nº 42, 62-69.
- TORÁ MARQUILLES, R., GARCÍA DE OTAZO, J., DOLSET ARTACHO, A., JOVÉ JOVE, J., 2004. Métodos de control de la carpocapsa (*Cydia pomonella*). Resultados de los ensayos del método de confusión sexual combinado con tratamientos químicos. Vida rural nº 195, 42-46.
- TORÁ, R., DOLSET, A., ALMACELLAS, J., GARCÍA DE OTAZO, J., SALÓ, X., AVILLA, J., BOSCH, D., LLOMBART, M.R., BATLLORI, L., VILAJELIU, M., 2009. Confusión sexual para carpocapsa en manzano y peral. Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural de la Generalitat de Catalunya. Dossier tècnic nº 38, 8-17.
- UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA-LOS ÁNGELES, 2011 [en línea]. UC Pest Management Guidelines. Apple. Codling Moth. <<http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/r4300111.html>> [Consulta: 25 julio 2011].
- VILAJELIU, M., BATLLORI, L., ESCUDERO, A., 2007. Producción integrada en frutales de pepita. Horticultura global nº 200, 60-69.
- VIÑAS CANALS, L., 2010. Seguimiento y control de la carpocapsa (*Cydia pomonella*) en producción ecológica. Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural de la Generalitat de Catalunya. Ficha técnica PAE (Producció Agrària Ecològica) nº 13.
- VISOR 2D SITAR, 2011 [en línea]. Sistema de Información Territorial de Aragón – Visor 2D. <<http://sitar.aragon.es/visor/>> [Consulta: 3 marzo 2011].
- VISOR SIGPAC, 2011 [en línea]. Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas del Gobierno de Aragón. <<http://sigpac1.aragob.es/visor/>> [Consulta: 17 enero 2011, 23 julio 2011].
- WESTWOOD, M.N., 1982. Fruticultura de zonas templadas. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, 461 pp.
- YAPPERT, S., 2000. El origen de la manzana [en línea]. Impresos La Comercial SRL, Neuquén, Río Negro. <<http://www.fruticulturasur.com/fichaNotaPrint.php?articuloId=260>> [Consulta: 28 abril 2011].