

PROPUESTAS TÉCNICAS PARA EL CULTIVO ECOLÓGICO DE MANZANA

¹Enrique Dapena, ²Simó Alegre, ²Georgina Alins, ³Luís Batllori, ¹M^a Dolores Blázquez, ⁴Joaquim Carbó, ⁴Adriana Escudero, ²Ignasi Iglesias, ¹Marcos Miñarro, ⁴Pere Vilardell, ⁴Marià Vilajeliu

¹Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA), Apdo. 13, 3300 Villaviciosa, Asturias, ²IRTA-Estació Experimental de Lleida, ³Servei de Sanitat Vegetal. DARP. Girona, ⁴IRTA - Estació Experimental Agrícola Mas Badia. Girona. E-mail: edapena@serida.org

Resumen

Ante la creciente necesidad de puesta a punto de técnicas de cultivo de manzano en agricultura ecológica (AE), el IRTA (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries) de Cataluña y el SERIDA (Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario) de Asturias han aunado esfuerzos para estudiar los puntos críticos de la producción y proponer soluciones técnicas al sector productor. Las investigaciones que se presentan se han centrado en el estudio de la adaptación a las condiciones locales de variedades resistentes y de algunas de las principales variedades comerciales, en la evaluación de técnicas de control del moteado y del pulgón ceniciento, en el desarrollo de itinerarios prácticos para reducir la alternancia de cosechas y obtener frutos de buen calibre y calidad, y en el manejo de cubiertas arvenses para limitar la competencia de la vegetación espontánea y propiciar la conservación de los enemigos naturales y el control biológico de las plagas. Se trata, en definitiva, de disponer de alternativas de manejo que permitan obtener una manzana de la máxima calidad producida de manera respetuosa con el medio ambiente y la salud, en el marco de una orientación agroecológica. A la vista de los resultados, se muestra que la producción ecológica de manzana es factible, aunque será necesario seguir profundizando en la optimización del sistema de producción.

Palabras clave: Agricultura ecológica, manzano, variedades, moteado, pulgón ceniciento, carpocapsa, arvenses, aclareo

Summary

Technical proposals for organic apple production

Researchers of two experimental centres of two regions of Spain, IRTA (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries) in Catalonia and SERIDA (Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario) in Asturias, have been working together in some organic fruit production projects with the principal aim of finding the best use of the production methods and to put the technical proposals available for the growers. Trials have been devoted to evaluate resistant and standard apple cultivars under local conditions, to assess strategies to prevent apple scab and rosy apple aphid damages, to find the best products for fruit thinning and to find the best method for groundcover management to prevent weed competition with apple trees and to promote conservation biological control. The general goal was to generate the knowledge to get a high quality apple production taking into account the environment, and producers and consumers health aspects. According to the obtained results and providing that much more experimental work should be done, it is shown that organic fruit production is feasible.

Key-words: Organic agriculture, apple trees, cultivars, apple scab, rosy apple aphid, codling moth, weeds, thinning

Introducción

La última década del pasado siglo se caracterizó por un interés y preocupación crecientes de la sociedad por

la sanidad y calidad agroalimentaria, y por los efectos medioambientales de la actividad agraria. La metodología de la Producción Integrada, aplicada por los agricultores de diversos países europeos desde inicios de los

90, ha racionalizado el uso de fertilizantes y plaguicidas, sustituyendo los productos fitosanitarios de amplio espectro por otros más selectivos, y ha permitido una reducción del número de insumos en el proceso productivo. Sin embargo, el impacto negativo de la agricultura en los ecosistemas y sobre el medio ambiente se considera todavía excesivo, y se cree que se puede avanzar de modo importante en la puesta en marcha de modelos de producción con criterios agroecológicos y no sólo en la mera limitación o sustitución de agroquímicos.

La Agricultura Ecológica (AE) ofrece una respuesta al interés social de consumir productos agrícolas saludables, pero se aplica aún a baja escala en fruticultura debido principalmente al insuficiente conocimiento de las técnicas de producción y a la escasez de trabajos de investigación que den soporte a su generalización a escala comercial (Descombes *et al.* 2006). La progresiva demanda de fruta ecológica, junto a la mayor implicación medioambiental, ha motivado que fruticultores de distintas regiones europeas se hayan interesado por los métodos ecológicos de producción (Föko 2008).

En España se apreció un incremento significativo de la superficie y del número de operadores dedicados a agricultura ecológica en el período 1995-2007, al igual que ha sucedido en el conjunto de la Unión Europea. En Europa se dedicaban en 2005 casi 7 millones de hectáreas a cultivo ecológico, el 90,5 % de ellas en países de la Unión Europea (Willer y Jussefi 2007). En ese momento, con el 3,20 % de su superficie agraria dedicada a AE, España estaba por debajo de la media de la Unión Europea (3,84 %) y muy por debajo de países como Austria (14,16 %), Suiza (10,94 %) o Italia (8,40 %). No obstante, era el segundo país tras Italia (1.067.102 ha) con mayor superficie en AE (807.569 ha) (Willer y Jussefi 2007). A finales del año 2008 la superficie en España era de 1.317.751 ha, con una desigual distribución entre comunidades autónomas, ya que el 60,0 % de la superficie se concentra en Andalucía (Mapa 2007).

Desde el año 2002, el SERIDA (Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario) de Asturias

y el IRTA (Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries) de Cataluña han aunado esfuerzos y competencias para ser más eficaces en la consecución de una labor investigadora que permita el desarrollo del cultivo ecológico en una de las principales especies frutales como es el manzano (*Malus domestica* Borkh.). En el presente artículo, se muestran los resultados prácticos de los proyectos realizados, cuyo objetivo principal fue dar respuesta a los requerimientos más importantes del cultivo de manzano y facilitar la producción ecológica de manzana en las condiciones del Nordeste peninsular y de la Cornisa Cantábrica.

Material vegetal

El primer paso para el establecimiento de una plantación es la correcta elección de variedades; éstas deben estar adaptadas al suelo y al clima de la región y poseer el mayor nivel de resistencia posible a plagas y enfermedades. Por otra parte, deben ser variedades apreciadas desde el punto de vista organoléptico, tanto para el consumo en fresco como para la transformación y, a ser posible, ser comercialmente conocidas.

En el marco de los proyectos de investigación se ha evaluado la adaptación a nuestras condiciones de variedades de mesa resistentes al moteado (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter), que son portadoras del gen de resistencia V_f . En el caso de Asturias, se ha evaluado adicionalmente el comportamiento de otras 25 obtenciones del cruzamiento de mejora entre 'Reineta Encarnada' (variedad asturiana) y el híbrido 'H2310', que posee el gen V_f y el predominio de un fruto por inflorescencia. En la Tabla 1 se recogen resultados de las evaluaciones varietales realizadas en Asturias.

Las evaluaciones hechas en el SERIDA mostraron que hay una serie de variedades que, además de ser resistentes a moteado, pueden ser cultivadas sin sufrir daños del pulgón ceniciento (*Dysaphis plantaginea* (Passerini), si bien algunas de ellas son sensibles al oídio (*Podosphaera leucotricha* (Ellis & Everh.) E.S. Salmon) y/o

Tabla 1. Principales características de algunas de las variedades resistentes a moteado evaluadas en el SERIDA de Asturias.

Variedad	Susceptibilidad/Resistencia *	Época de maduración	Otras observaciones
Williams' Pride	Poco sensible a pulgón ceniciento Sensible a oídio	Fin julio-principios agosto	
Priscilla	Poco sensible a pulgón ceniciento	2ª quincena de septiembre	
Liberty	Poco sensible a pulgón ceniciento	2ª quincena de septiembre	Fruto de poco calibre
Jonafree	Muy sensible a oídio	2ª quincena de septiembre	
Galarina	Resistente a pulgón ceniciento	1ª quincena de octubre	
Querina® Florina,	Resistente a pulgón ceniciento	1ª quincena de octubre	
GoldRush	Resistente a pulgón ceniciento Sensible a oídio Sensible a negrilla y "cagadas de mosca"	2ª quincena de octubre	
X9406-11**	Baja sensibilidad a oídio	1ª quincena de noviembre	Producción regular

* Todas poseen el gen V_f de resistencia a moteado.

** Descendiente de 'Reineta Encarnada' x H2310

a dos enfermedades que "ensucian" el fruto: la negrilla (*sooty blotch*) y las "cagadas de mosca" (*flyspeck*) causadas por un complejo de hongos (Batzer *et al.* 2008). Las variedades de manzana de mesa más interesantes para su cultivo en Asturias en AE resultaron 'Williams' Pride, 'Priscilla', 'Liberty', 'Querina'® Florina^{COV}, 'GoldRush^{COV}' y el descendiente de 'Reineta Encarnada' (X9406-11).

En Cataluña, se logró realizar el cultivo de variedades del grupo 'Gala' con técnicas de AE con resultados satisfactorios, a pesar de ser sensible al moteado y al pulgón ceniciento. En la parcela de producción ecológica del IRTA-Mas Badia se han introducido nuevas variedades resistentes a moteado como 'GoldRush^{COV}', 'Initial^{COV}', 'Topaz^{COV}', 'Antares'® Dalinbel^{COV}', 'Chouquette'® Dalinred^{COV}' y más recientemente 'Modi'® G 198 CIV^{COV}'. Estas variedades desde el punto de vista de la maduración van desde mediados de agosto ('Antares'® Dalinbel^{COV}') hasta mediados o finales de octubre ('GoldRush^{COV}') (Figura 1).

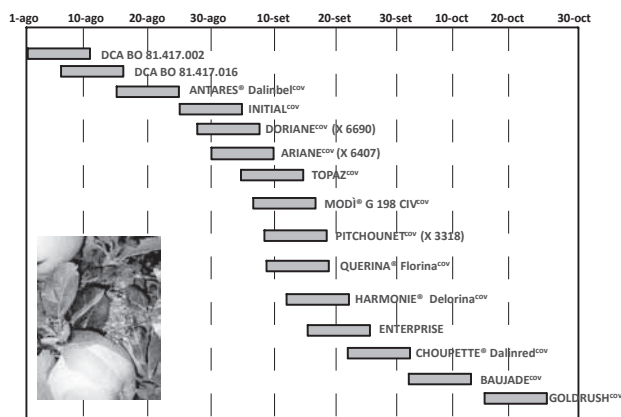


Figura 1. Período de maduración de algunas de las variedades resistentes a moteado observadas en la Estació Experimental Agrícola Mas Badia de Girona.

Observaciones realizadas tanto en el IRTA-Mas Badia como en el IRTA-Estació Experimental de Lleida, ponen de manifiesto que algunas de estas variedades tienen un mal comportamiento en nuestra zona de producción por motivos diversos, así 'Antares'® Dalinbel^{COV}' tiene enormes dificultades para colorear, es muy susceptible a la caída fisiológica de los frutos antes de la recolección y muy sensible al oídio; 'Initial^{COV}' presenta frutos con una mejor coloración, aunque insuficiente en la mayoría de los años y su calidad organoléptica es mediocre, especialmente debido a una textura de la pulpa que es muy harinosa; 'Querina'® Florina^{COV}' es muy sensible al oídio, presenta una coloración poco intensa y generalmente insuficiente y es muy sensible a la alternancia de producción; 'Harmonie'® Delorina^{COV}' presenta un calibre limitado y es sensible a la alternancia de cosechas; 'Baujade^{COV}' presenta frutos de coloración verde que recuerdan a 'Granny Smith' pero de aspecto mucho más irregular, sin lenticelas, de calibres más pequeños y con una calidad muy inferior; 'GoldRush^{COV}' es una variedad de vigor débil, muy sensible al oídio, de entrada rápida

en producción y regularmente productiva pero que en nuestra área de producción presenta una enorme sensibilidad al *russetting*, al *cracking* y al "golpe de sol". De todas las variedades resistentes a moteado hasta ahora evaluadas, destacan por su mejor adaptación 'Ariane^{COV}', 'Modi'® y 'Chouquette'® Dalinred^{COV}', especialmente por su mejor coloración, sus características productivas y por sus calidades organolépticas. Su comportamiento en producción integrada ha sido satisfactorio tanto en Lleida como en Girona, donde están siendo evaluadas desde el año 2002.

En lo que se refiere a las variedades de producción sidrera, en el SERIDA se ha trabajado en la prospección, caracterización, evaluación, selección y mejora de variedades de manzano desde hace algo más de dos décadas, seleccionando a finales de los 90 un grupo de 16 variedades de elevado interés que conforman el grueso de las aceptadas para la elaboración de sidra bajo la Denominación de Origen Protegida 'Sidra de Asturias' (Dapena y Blázquez 2002). Estas variedades se caracterizan por su buena adaptación a las condiciones edafoclimáticas de Asturias, por poseer un elevado nivel de resistencia a enfermedades y un buen nivel productivo, y por presentar unas cualidades tecnológicas adecuadas para la elaboración de sidras de calidad. Actualmente, se está abordando la selección de nuevas variedades procedentes de la prospección realizada en los años 1995-97 y del programa de mejora que completarán las ya disponibles.

Protección vegetal

Al igual que el resto de cultivos, el manzano sufre una serie de amenazas que comprometen su cultivo. Entre ellas se encuentran los ataques de hongos y de insectos.

Moteado

La resistencia varietal al moteado, el hongo potencialmente más perjudicial para el manzano, es un aspecto importante en producción ecológica. Además, se ha realizado un importante esfuerzo en el estudio de la epidemiología, en la monitorización, y en el establecimiento de métodos de predicción de riesgo y de estrategias de protección frente al patógeno, que posibiliten el cultivo ecológico de variedades de manzano que ya poseen buena implantación en los mercados.

En el año 2004 se realizaron en Asturias ensayos para estudiar opciones alternativas al cobre para el control del moteado en las variedades 'Reineta Encarnada' y 'Reineta Blanca de Canadá'. En ambas variedades se utilizaron el polisulfuro de calcio (Sulfoluq (Luqsa)) a una dosis del 2 %, y la arcilla Mycosan (Andermatt Biocontrol) al 0,8 % con aceite de pino (Nufilm-17 (Agrichem) al 0,1 %), y además, en la variedad 'Reineta Encarnada', se utilizaron las arcillas Mycosin (Andermatt Biocontrol) al

0,5 % junto con Azufre mojable (Bayer 80% pp) al 0,4 %, y Nufilm-17 al 0,1 %, y Ulmasub-B (Andermatt Biocontrol) al 0,5 % con Azufre mojable (0,4 %) y Nufilm-17 (0,1 %). En los árboles testigo se produjeron daños en el 30,7 % de los frutos en 'Reineta Encarnada' y en el 11,2 % en 'Reineta Blanca de Canadá', mientras que con todas las tesis ensayadas se consiguió una reducción significativa de los daños respecto al testigo. En el caso de 'Reineta Encarnada', la menor incidencia se logró con Mycosan (1,1 % de los frutos dañados), seguido de polisulfuro de calcio (2,2 %), Mycosin (3,3 %), y Ulmasub-B (5,6 %), mientras en 'Reineta Blanca' los mejores resultados se obtuvieron con el polisulfuro de calcio (1,8 % de los frutos dañados) y Mycosan (2,2 %).

En Cataluña, los primeros resultados de la comparación del modelo predictivo tradicional Mills con el RIMpro que incorpora al riesgo climático, la predicción evolutiva del hongo (madurez de las peritecas y emisión de ascosporas) y la sensibilidad y fenología del manzano, apuntan a que con el modelo RIMpro se consigue mayor precisión en la predicción del riesgo de infección y en la reducción del número de aplicaciones fungicidas (Batllori *et al.* 2005).

Por otra parte, en el IRTA-Estació Experimental Agrícola Mas Badia se realizó un ensayo en el año 2007 en la variedad 'Brookfield' Gala Baigent^{cov} con la aplicación de algunos de los productos disponibles y potencialmente más eficaces. La menor incidencia de lesiones en precosecha se obtuvo para los productos hidróxido cúprico (Kdos (DuPont) a la dosis de 2 kg/ha), con el 6,5 % de hojas afectadas y ausencia de lesiones en frutos, y el polisulfuro de calcio (Sulfoluq (Luqsa) a 10 l/ha) con el 13,5 % de hojas dañadas y el 0,3% de frutos afectados, mientras que en los Testigos el 20% de hojas y el 2,2 % de los frutos presentaban síntomas.

Después de varios años de ensayos, se concluye que la aplicación preventiva de polisulfuro de calcio, de arcillas y de derivados de cobre, bien sea de forma secuencial o repetitiva de cada uno de ellos, ha resultado efectiva en el control de este patógeno en variedades sensibles. Hay que tener en cuenta, sin embargo, las incompatibilidades del polisulfuro con aceites minerales y los efectos secundarios negativos de la aplicación de cobre en las variedades sensibles a la fisiopatía del *russeting*.

Artrópodos perjudiciales

Una revisión reciente sobre el manejo de artrópodos perjudiciales en cultivos ecológicos (Zehnder *et al.* 2007), resalta la importancia de plantear una estrategia de control basada en medidas preventivas –prácticas culturales, rotación de cultivos, resistencia vegetal o infraestructuras ecológicas para mejorar el control biológico–, seguida de medidas más directas cuando el control preventivo no es suficiente. Con ese planteamiento

hemos planteado el control de los dos insectos más dañinos para la producción ecológica de manzana: el pulgón ceniciento y la carpocapsa (*Cydia pomonella* (L.)).

El pulgón ceniciento ataca los brotes en crecimiento en primavera provocando un enrollamiento característico de hojas y una deformación de los brotes y frutos, de modo que éstos quedan pequeños, deformados y sin valor económico. Los daños que sufre el manzano dependen de las variedades cultivadas (Miñarro y Dapena 2007, 2008), de modo que el cultivo de variedades resistentes es una forma muy sostenible de evitar los problemas de este parásito.

En lo que respecta al control biológico del pulgón ceniciento, un estudio realizado en Asturias demostró que si bien la presencia de depredadores alimentándose en sus colonias es frecuente, su acción habitualmente no es suficiente para mantener las poblaciones de pulgones sin que produzcan daños (Miñarro *et al.* 2005), aunque en variedades poco susceptibles o en condiciones menos favorables para el desarrollo del pulgón, pueden jugar un papel importante. Por otra parte, el control biológico se podría mejorar con actuaciones sobre el hábitat (Alins *et al.* 2006) o, incluso, con la liberación de depredadores (Wyss *et al.* 1999), pero mientras no se desarrollen estas alternativas, sobre variedades sensibles habrá que emplear algún producto para controlar el pulgón. En cualquier caso, sería conveniente disponer de una herramienta de predicción de riesgo para valorar la necesidad de intervenir.

En el SERIDA, se ha evaluado la eficacia de diferentes insecticidas botánicos a base de neem, así como el momento óptimo de aplicación de los mismos (Miñarro y Dapena 2004, Miñarro 2006). De los siete productos evaluados, solamente NeemAzal-T/S (Trifolio-M GmbH) resultó eficaz. La azadiractina, el principal compuesto insecticida del neem, posee capacidad penetrante y actúa fundamentalmente por ingestión. Esa acción transaminar permite, al contrario que otros bioinsecticidas de contacto, que el producto llegue a los pulgones que están protegidos en las hojas enrolladas. Además, la azadiractina no tiene una acción de choque, sino que actúa sobre el crecimiento y su acción es más lenta, por lo que debe ser aplicado preferentemente sobre las poblaciones iniciales. De hecho, en nuestro estudio resultó muy eficaz al ser aplicado en prefloración (estados fenológicos D₃ y E₂), perdiendo gran parte de la eficacia al ser aplicado tras la floración (Figura 2). En algunos ensayos se logró un buen control del pulgón con una sola aplicación, aunque de manera general se recomienda una segunda aplicación aproximadamente diez días después de la primera. A pesar de su buena eficacia frente al pulgón ceniciento, este producto no es eficaz frente al pulgón verde *Aphis pomi* (De Geer) (Miñarro y Dapena 2004, Miñarro 2006).

El pulgón ceniciento tiene un ciclo dioico, esto es, tiene dos huéspedes: el manzano y *Plantago* spp. A finales de primavera, el pulgón ceniciento emigra a *Plantago*

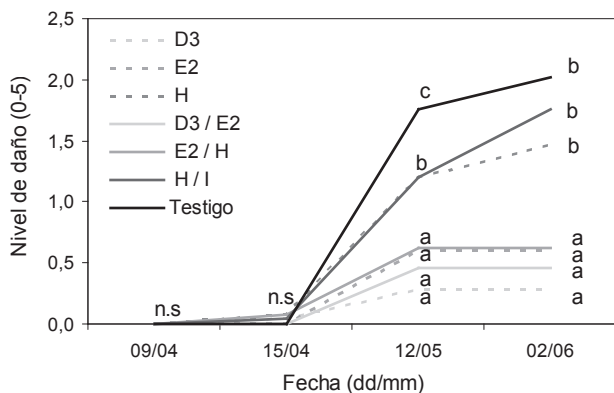


Figura 2. Efectividad observada en Asturias de una y dos aplicaciones de NeemAzal-T/S en distintos estados fenológicos sobre el daño de pulgón ceniciento. (D3: una aplicación en D₃, E2: 1 aplicación en E₂, H: una aplicación en H, D3/E2, una aplicación en D₃ y otra en E₂, E2/H una aplicación en E₂ otra en H, H/I: una aplicación en H y otra en I).

spp. y en otoño regresa a los manzanos donde tiene lugar el apareamiento y la puesta de huevos. Una estrategia alternativa al control primaveral puede ser la aplicación de tratamientos otoñales con el objetivo de reducir la puesta de huevos y la consiguiente infestación primaveral tras la eclosión de los mismos.

En el IRTA-*Estació Experimental de Lleida* se vienen realizando desde 2004 ensayos para el control otoñal del pulgón ceniciento (Alins *et al.* 2007). Se han probado dos tipos de estrategias: la alteración del reconocimiento de los manzanos (mediante defoliación manual de los árboles, aplicaciones de caolín o extracto de ajo) y la reducción o eliminación de las hembras ovíparas (con jabón potásico o piretrinas extraídas de *Chrysanthemum cinerariaefolium* Vis.), que se compararon respecto un testigo tratado con agua. De los tratamientos destinados a alterar el reconocimiento de los manzanos, solamente la defoliación evitó la colonización de los manzanos en otoño, y la consiguiente infestación durante la primavera siguiente (Figura 3). A pesar de los buenos resultados, esta práctica es poco recomendable por su alto coste en mano de obra y porque realizada anualmente podría tener consecuencias negativas para los manzanos (Romet 2004).

Por lo que respecta a los tratamientos para la reducción de la colonización, el jabón potásico tuvo un comportamiento irregular y en ninguna ocasión controló la plaga en primavera. En cambio, las piretrinas redujeron significativamente la colonización de otoño en los tres años, aunque su consiguiente efecto sobre el control de la plaga en primavera varió entre años, debido al diferente nivel de coincidencia entre la aplicación de las piretrinas y la presencia de hembras ovíparas. Actualmente, en el IRTA-*Estació Experimental de Lleida* se está trabajando en el ajuste del momento de aplicación de piretrinas para optimizar el número de aplicaciones de otoño que garanticen un buen control en la primavera siguiente. En el caso de la manzana de sidra en Asturias, esta estrategia de control se considera de difícil aplica-

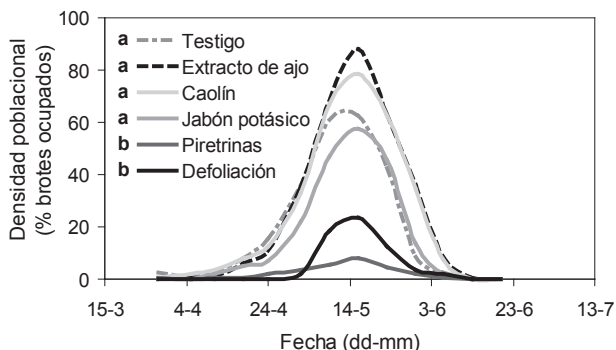
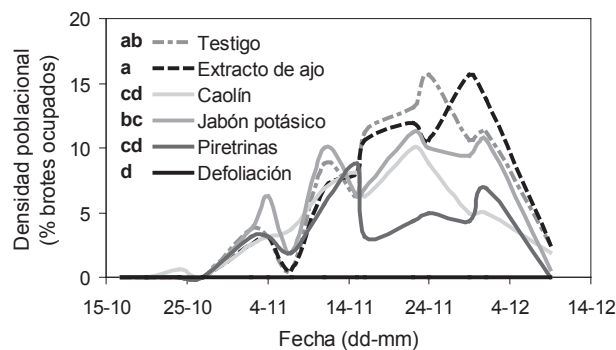


Figura 3. Porcentaje de brotes de manzano ocupados por hembras ovíparas (otoño 2005) y hembras vivíparas (primavera 2006). D⁽¹⁾: separación de medias tras el análisis de medidas repetidas en el tiempo. Tratamientos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes según la prueba del rango múltiple de Duncan ($p < 0,05$). (·): momento de aplicación de caolín y extracto de ajo. (•): momento de aplicación del jabón potásico y las piretrinas.

ción debido a la época tardía en que se cosecha la manzana (mediados de octubre-fin de noviembre).

La carpocapsa es el insecto causante del agusanado de la manzana y está considerada como la principal plaga del manzano a nivel mundial. El hecho de que dañe directamente los frutos hace que el nivel de tolerancia para este insecto sea muy bajo, de modo que si bien sus enemigos naturales pueden reducir sus poblaciones e influenciar su dinámica poblacional, su manejo requiere de la adopción de sistemas de control. La técnica de confusión sexual es uno de los métodos para controlar las poblaciones y los daños de carpocapsa, si bien posee una serie de limitaciones (tamaño suficiente de las parcelas, ausencia de fuentes próximas de infestación, presión moderada de la plaga, etc...) que la hacen de difícil implementación en algunas condiciones de cultivo como es el caso de las plantaciones asturianas (Miñarro y Dapena 2000). En Cataluña existen abundantes datos de la eficacia de la confusión sexual en plantaciones comerciales en parcelas de mediana y baja presión de esta plaga (Batllori *et al.* 2003, Batllori *et al.* 2005, Vilajeliu *et al.* 2005), aunque debe indicarse también que esta técnica precisa de tratamientos de refuerzo en casos de elevada presión de plaga.

La aplicación de bioinsecticidas como el virus de la granulosis de la carpocapsa es otra herramienta eficaz

para controlar la carpocapsa. En Asturias, con seis a ocho aplicaciones de granulovirus de dos marcas comerciales, Madex de Andermatt Biocontrol y Carpovirusina de Calliope Arysta, se consiguió bajar el porcentaje de agusanado desde el 20 ó 25 % a menos del 2 % en varios de los ensayos (Miñarro y Dapena 2000, Miñarro 2006; Tabla 2). El método de confusión sexual, como sistema base de defensa, con aplicaciones iniciales de granulovirus, ofreció resultados similares (Miñarro y Dapena 2000, Miñarro 2006).

En Girona también se realizaron ensayos de eficacia en microparcels con el virus de la granulosis. En una parcela semiabandonada de manzanos con niveles poblacionales elevados, se evaluó la eficacia de granulovirus (Madex) y Spinosad (Spintor 48 de Dow AgroSciences; producto recientemente admitido por el Reglamento (CE) N° 404/2008), en comparación con un testigo no tratado. Cuatro tratamientos contra la primera generación, a partir de mitad de mayo y con una cadencia aproximada de 15 días, en base a las capturas de una trampa delta de monitoreo cebada con una cápsula de feromona, mostraron que, al final de la primera generación, Spinosad tuvo una capacidad de control de carpocapsa significativamente mayor (3,5 % de daños en frutos) por comparación a las tesis granulovirus (24,4 %) y testigo, (28,3 %). Actualmente, se están realizando nuevos ensayos con el virus de la granulosis que contemplan aplicaciones a partir de la nascencia de las primeras larvas, con una cadencia de siete u ocho días, y la adición de protectores solares, con el objetivo de incrementar la capacidad de control de este producto biológico, cuyo efecto sobre el control de la plaga está ampliamente reconocido (Tabla 2).

Técnicas de aclareo de fruto y regularización de la producción

La regulación de la carga del árbol es indispensable para la obtención de producciones estables y de calidad. En producción ecológica esta regulación se realiza mayoritariamente de forma manual, con el consiguiente incremento de costes, ya que no se dispone de estrategias contrastadas de utilización de productos para el aclareo. Por este motivo, desde 2002, en el IRTA y el SERIDA se están llevando a cabo ensayos de aclareo en manzanos para regular la producción.

Todos los productos de aclareo utilizables en agricultura ecológica deben aplicarse durante la floración para reducir el número de flores cuajadas reduciendo su polinización y/o su cuajado a través de efectos abrasivos en los órganos florales. En el IRTA-*Estació Experimental Agrícola Mas Badia* se probó en la variedad 'Galaxy' el aceite mineral de verano (2%) y el polisulfuro de calcio (4%) con una única aplicación (2002) y con 2 aplicaciones (2003 y 2004), una en plena floración y la segunda a los cinco días.

Por otra parte, en el IRTA-*Estació Experimental de Lleida* se realizaron ensayos en 'Red Chief' (2004-2006) y en 'Golden Smoothee' (2005-2007) aplicando caolín (5%), jabón potásico (4%), aceite de oliva (5%) con un mojante (1%) o con jabón potásico (4%), aceite de maíz con un mojante (5% + 1%), aceite mineral de verano (2,5%), polisulfuro de calcio (2,4 ó 6%), cloruro sódico (2%), cloruro cálcico (2%) o permanganato potásico (2%), que se compararon con un testigo sin aclareo y un testigo con aclareo manual (Alins y Alegre 2005, Alegre y Alins 2007).

Tabla 2. Eficacia de la aplicación de granulovirus en Asturias (Madex y Carpovirusina son dos marcas comerciales del producto).

Parcela	Producto	Aplicaciones	Daño en la cosecha			
			Muestreo		Frutos agusanados % (X ± d.t.)	
			Árboles	Manzanas		
Villaviciosa 1	Madex	8	50	3000	1,43±2,10	b
Villaviciosa 2	Carpovirusina	6	50	1600	1,69±2,29	b
Villaviciosa 3	Testigo	-	50	1600	23,75±10,02	a
Villazón 1	Madex	7	35	530	0,19±0,60	c
	Carpovirusina	7	42	846	1,89±3,43	b
	Testigo	-	21	224	25,45±13,47	a
La Collá	Madex	7	40	708	0,70±1,97	b
	Carpovirusina	7	41	680	0,44±2,02	b
	Testigo	-	12	120	4,17±9,62	a
Pruvia	Madex	2	39	196	5,04±10,65	a
	Carpovirusina	2	32	512	5,08±5,89	a
Villazón 2	Madex	8	38	760	5,53±6,95	b
	Carpovirusina	8	45	900	6,30±10,30	b
	Testigo	-	32	640	16,24±12,32	a
Miravalles	Madex	8	38	760	1,32±2,52	b
	Carpovirusina	8	38	760	3,68±5,55	b
	Testigo	-	21	420	20,24±17,92	a

Un análisis global de los datos obtenidos en Girona y Lleida nos indica que el jabón potásico, los aceites vegetales con jabón y/o mojante, el polisulfuro de calcio y el permanganato potásico reducen la carga de los manzanos con intensidad variable en función de la variedad. Los productos probados en 'Galaxy^{cov}' (polisulfuro de calcio y aceite mineral de verano) tendieron a reducir la carga de los árboles pero las diferencias respecto al testigo sin aclareo no fueron significativas. En cambio, en 'Red Chief[®] Camspur^{cov}' estos mismos productos así como los aceites vegetales y el jabón potásico proporcionaron en 2004 un nivel de carga estadísticamente inferior al testigo. En 'Golden Smoothee[®]', el aceite mineral no redujo la carga, pero sí lo hicieron el polisulfuro de calcio, el jabón potásico, el aceite de oliva con jabón potásico y el permanganato potásico (Figura 4).

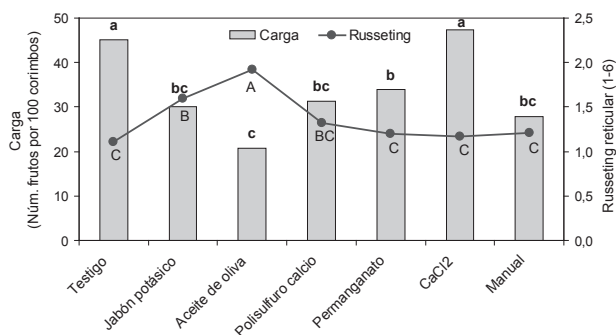


Figura 4. Número de frutos a cosecha por 100 corimbos en el momento de floración y nivel de *russetting* reticular evaluado en una escala del 1-6 (1 muy bajo, 6 muy alto) en la variedad 'Golden Smoothee[®]' en el IRTA-Estació Experimental de Lleida en 2007.

El aceite de oliva y el jabón potásico tienen ciertas limitaciones de uso debido a que provocaron *russetting* en 'Golden Smoothee[®]', por lo que su aplicación sería recomendable sólo en variedades rojas. En lo que respecta al permanganato potásico, a fecha de 17 de marzo de 2009 fue excluido del Anexo I de la Directiva 91/414/CEE, y por consiguiente no puede ser utilizado en agricultura.

De todos los productos ensayados hasta el momento, el polisulfuro de calcio es el que proporciona un mayor nivel de aclareo con el mínimo efecto fitotóxico sobre la planta. Se han obtenido buenos resultados con una dosis del 4% en 'Golden Smoothee[®]' y, a dosis inferiores, también en 'Red Chief[®]'. Las aplicaciones deben iniciarse a las 48 horas de llegar al 20% de flores abiertas, con el objetivo de asegurar la polinización y fecundación de la flor central. Posteriormente, se deben repetir para evitar la polinización y/o fecundación de las demás flores. El número de aplicaciones va a depender de la intensidad de floración y del nivel de cuajado propio de cada variedad.

En Asturias, primeramente en el periodo 2003-04 se estudió la eficacia del aceite mineral (2%) y el polisulfuro de calcio (4%) en comparación con la técnica de 'extinción' de unidades de fructificación (intervenciones manuales

en los primeros estadios vegetativos que permiten reducir el número de corimbos de las ramas), obteniéndose los mejores resultados con la técnica de 'extinción' (Díaz y Dapena 2004). Posteriormente desde el año 2005 se realizaron ensayos con polisulfuro de calcio a dosis del 3% y 4%, jabón potásico (4% y 5 %) y jabón potásico (4% y 5 %) + aceite de oliva (4% y 5 %), de nuevo en comparación con la técnica de extinción y aclareo manual. Los resultados mostraron que el polisulfuro de calcio y el jabón potásico, con o sin aceite de oliva, y la técnica de extinción contribuyen a regular la producción reduciendo los problemas de alternancia de cosechas (Dapena y Fernández-Ceballos 2008, Figura 5). También se observó que el grado de eficacia de los productos se puede ver afectado por las condiciones climatológicas.

Se considera, en definitiva, que los productos de aclareo ecológicos constituyen un complemento al aclareo manual en aquellas variedades que requieran esta práctica cultural. Actualmente se están efectuando ensayos para ajustar las dosis de los productos más eficaces, y para optimizar la técnica de extinción y, consecuentemente reducir el trabajo de aclareo manual posterior.

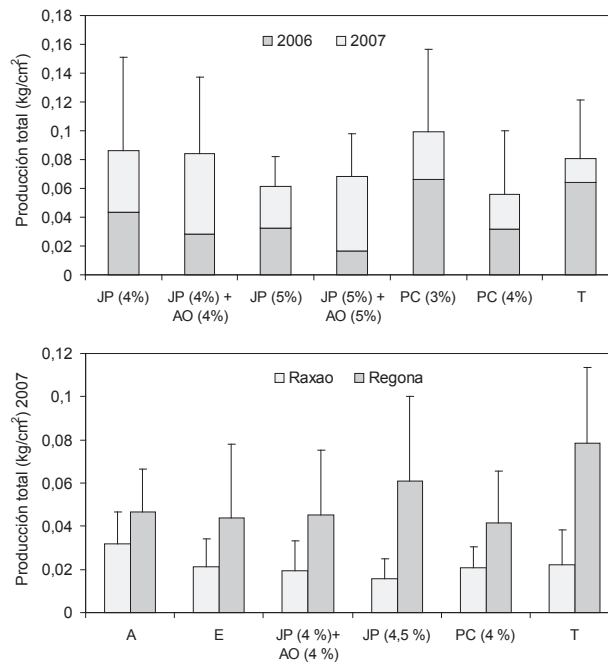


Figura 5. Efecto de diferentes productos y técnicas de aclareo de fruto en la producción (kg/árbol), a) tratamiento efectuado en el año 2006 en la variedad 'GoldRush' y b) tratamiento realizado en el año 2007 en las variedades 'Raxao' y 'Regona' en fincas colaboradoras del SERIDA de Asturias. Tratamientos: A: aclareo manual de fruto; AO: aceite de oliva; E: técnica de 'extinción'; JP: jabón potásico; PC: Polisulfuro de calcio; T: testigo.

Manejo de arvenses

El control de la vegetación espontánea en la línea de los árboles es uno de los problemas importantes que

pueden presentar las plantaciones de manzano debido a la competencia con la vegetación espontánea por agua y nutrientes. Este problema es menos importante cuanto más vigorosos son los portainjertos y a medida que crecen los manzanos y se desarrolla su sistema radicular. En las plantaciones de las estaciones experimentales del IRTA y del SERIDA, el manejo de arvenses ha consistido en el laboreo mecanizado de la línea bajo los árboles y en la siega periódica de las calles con una desbrozadora.

Se estima, no obstante, que el laboreo superficial puede tener cierta repercusión en el sistema radicular, en especial en árboles jóvenes con un sistema radicular menor y más superficial (portainjertos enanizantes), siendo conveniente explorar otros métodos alternativos. Actualmente, se están llevando a cabo diversos ensayos con objeto de determinar la mejor opción de manejo de arvenses mediante la evaluación de la competencia que establecen las hierbas espontáneas en el desarrollo vegetativo de los árboles en los primeros años de implantación y su repercusión en la producción de fruta. Los resultados preliminares obtenidos hasta la fecha en el IRTA indican que el uso de malla sintética en la línea de los árboles, que impide el paso de la luz pero que permite el paso del agua, ofrece el control absoluto de la vegetación espontánea y favorece el desarrollo de los árboles. En el SERIDA, en trabajos realizados en el periodo 1998-2002, se comprobó que los acolchados también son una buena alternativa, si bien pueden incrementar el riesgo de que los manzanos sufran ataques de roedores.

Por otro lado, estudios realizados para determinar el efecto de las cubiertas vegetales sobre la fauna auxiliar en manzanos han descrito un efecto variable sobre los enemigos naturales (Vogt y Weigel 1999, Wyss 1999, Miñarro y Dapena 2003, Miñarro *et al.* 2009). La mayoría de estos trabajos han sido realizados fuera de la región mediterránea, y por consiguiente se consideró de interés realizar ensayos en el IRTA para evaluar el efecto de la flora situada en la calle y bajo la fila de los árboles.

En 2004 se inició en el IRTA-*Estació Estació Experimental de Lleida* un ensayo para evaluar el efecto de diferentes cubiertas vegetales situadas en la calle sobre la presencia de insectos plaga, fauna auxiliar, crecimiento de los árboles, cosecha y calidad del fruto. Dicho ensayo se llevó a cabo en una finca de manzanos en producción ecológica que fue plantada en enero de 2003. Se probaron 6 tipos de cubiertas: (a) una cubierta espontánea con predominio de *Plantago lanceolata* L., (b) una cubierta espontánea donde se realizaron los controles mecánicos de flora imprescindibles para poder garantizar la práctica de las otras actividades de manejo, (c) una cubierta espontánea donde se mantuvo la hierba a una altura inferior a 30 cm, (d) una cubierta sembrada en 2005 de *Trifolium repens* L., (e) una cubierta sembrada en 2005 de *Festuca arundinacea* Schreber. y (f) un suelo

sin presencia de flora desherbado manualmente.

Las cubiertas vegetales presentes en el segundo año de vida de la plantación (a, b y c) disminuyeron significativamente el crecimiento relativo de los árboles respecto el suelo desherbado entre julio y noviembre de 2004, aunque no en los años siguientes (Tabla 3). En lo que respecta a la producción, los árboles de la cubierta sin vegetación tuvieron una producción acumulada ligeramente superior al resto de cubiertas, si bien estas diferencias no fueron significativas (Tabla 3). La presencia de cubiertas vegetales no incidió en la calidad de la cosecha y no se observaron diferencias significativas en ninguno de los parámetros evaluados (índice almidón, firmeza, contenido de sólidos solubles y acidez).

Tabla 3. Crecimiento relativo de la sección del tronco y producción acumulada de los árboles del ensayo de cubiertas vegetales, Lleida, 2004-07.

Tratamiento	Crecimiento relativo del tronco (%)				Producción acumulada (kg) 2004-2007
	07/07/04 19/11/04	19/11/04 16/03/06	16/03/06 02/05/07		
PI	20,6	c	43,9	14,0	25,0
CM	18,2	c	54,4	14,4	26,3
CF	24,5	bc	39,3	12,5	24,4
SD	39,6	a	64,5	15,9	31,6
Fa	33,2	ab	59,5	12,6	28,3
Tr	34,7	ab	67,4	13,6	31,6
P<F	**		ns	ns	ns

(PI: *Plantago*, CM: cultivo mínimo, CF: cultivo frecuente, SD: suelo desherbado, Fa: festuca, Tr: trébol. En una misma columna, tratamientos seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes según el test de Duncan a un nivel de significación del 0,05. ns: no significativo, ** P<0,01).

Desde el inicio del ensayo hasta la actualidad, las cubiertas vegetales, tanto las espontáneas como las sembradas, han influenciado poco en la dinámica poblacional de plagas y enemigos naturales salvo en el caso del pulgón verde. En 2004, la presencia de este pulgón en las cubiertas con vegetación fue significativamente menor que en la cubierta sin vegetación, aunque en 2005, 2006 y 2007 fue similar. La menor presencia de pulgón verde en 2004 en las cubiertas con vegetación puede estar relacionada con el menor crecimiento relativo experimentado por los manzanos entre julio y noviembre de 2004, ya que las poblaciones de pulgón verde suelen ser más elevadas en árboles con crecimiento vigoroso.

La flora arvense compite con el cultivo, siendo esta competencia especialmente importante en los primeros años de plantación. No obstante, mantener una cubierta vegetal en la calle es necesario para proteger el suelo contra la erosión, mantener los niveles de materia orgánica y permitir el paso de maquinaria después de lluvias abundantes. En este aspecto del cultivo aún resulta necesaria cierta labor investigadora para llegar a

optimizar el equilibrio de los aspectos negativos y positivos de las cubiertas vegetales.

Conclusiones

Los resultados obtenidos hasta la fecha aportan información sobre algunos de los ámbitos importantes del cultivo considerados potencialmente críticos para la viabilidad de la producción ecológica de manzana. Se ha constatado que la utilización de variedades con mayores niveles de resistencia facilita el manejo agroecológico de las plantaciones frutales, permitiendo minimizar los requerimientos de protección sanitaria. Sin embargo, con algunas de las estrategias de protección establecidas se ha conseguido el control de enfermedades y plagas en variedades comerciales sensibles y, en la mayoría de las ocasiones, de forma muy satisfactoria.

Asumiendo que el cultivo debe tener el mayor grado posible de adaptación al medio, será necesario profundizar en el estudio de variedades resistentes que se adapten bien y reúnan las exigencias del mercado, aunque también será necesario poner en valor las ventajas que supone la utilización de variedades más resistentes a nivel ambiental y para la salud del productor y el consumidor, y será necesario profundizar en las estrategias de protección y manejo de arvenses para conseguir una mayor optimización. Existen, además, otros aspectos de igual importancia interrelacionados con los tratados, como la fertilización, el riego, el control de daños de roedores, etc., que requerirán mayor esfuerzo investigador para dar las respuestas que necesita el sector productor.

Por todo ello, la continuidad de los trabajos de investigación y experimentación en campo que permitan mejorar el uso de las actuales técnicas e incorporar nuevos métodos, se considera de gran necesidad para consolidar las bases de la fruticultura ecológica y para impulsar el sector productor.

Agradecimientos

Los trabajos aquí presentados fueron realizados en su mayoría en el marco de los proyectos INIA RTA02-050, INIA RTA-2006-00156, FICYT PC04-056 e Interreg IIIa -I3A-5-222-E CEPROPAE.

Referencias

- Alegre S, Alins G. 2007. The flower thinning effect of different compounds on organic 'Golden Smoothie' apple trees. *Acta Horticulturae* 737: 67-69
- Alins G, Alegre S, Avilla J. 2006. Efecto de las cubiertas vegetales en una plantación ecológica de manzanos. *Actas VII Congreso SEAE*, nº 219.
- Alins G, Alegre S, Avilla J. 2007. Effects of autumn treatments on rosy apple aphid colonies in spring. *Acta Horticulturae* 737: 121-126.
- Alins G, Alegre S. 2005. Estrategias de aclareo de flores de manzana (*Malus domestica* Borkh.) en producción ecológica. *Actas de Horticultura* 6(2):16-21
- Batllore JL, Vilajeliu M, Vilardell P, Creixell A, Carbó M, Esteba G, Raset F, Vayreda F, Giné M, Curós D. 2003. Área piloto de reducción de insecticidas en plantaciones comerciales de manzano. *Fruticultura Profesional* 136: 49-54.
- Batllore JL, Vilajeliu M, Vilardell P, Creixell A, Carbó M, García N, Esteba G, Raset F, Vayreda F, Giné M, Curós D, Cornellá J. 2005. Reduction of insecticide sprayings by using alternative methods in commercial apple orchards. *Bulletin IOBC/WPRS* 28(7): 83-88.
- Batzer JC, Arias MMD, Harrington DC, Gleason ML, Groenewald JZ, Crous PW. 2008. Tour species of *Zygothrips* (Schizothripsaceae, Capnodiales) are associated with the sooty blotch and flyspeck complex on apple. *Mycologia* 100: 246-258.
- Dapena E, Blázquez MD. 2002. Producción y variedades, conservación, evaluación y mejora de los recursos fitogenéticos del banco de germoplasma del SERIDA. *Fruticultura profesional* 128: 65-72.
- Dapena E, Fernández-Ceballos A. 2008. Thinning of organic apple production with potassic soap and calcium polysulfide at the North of Spain. *Proceedings to the 13th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit Growing*: 319-323.
- Descobres CA, Madala F, Martínez I, Maynou M, Pérez X, Pujol M. 2006. Llibre blanc de la producció agroalimentària ecològica a Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya.
- Díaz J, Dapena E. 2004. Regulación de la producción en cultivo ecológico de manzano de sidra. En: Libro de comunicaciones del VI Congreso de la SEAE (Tello J, ed), 1433-1439 pp.
- FÖKO. 2008. *Proceedings to the 13th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit Growing*, 18-20 February, Weinsberg, Alemania, 347 pp.
- MAPA. 2007. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Estadísticas 2007 -Agricultura ecológica. <http://www.mapa.es/alimentacion/pags/ecologica/pdf/2007.pdf>.
- Miñarro M, Dapena E. 2007. Resistance of apple cultivars to *Dysaphis plantaginea* (Hemiptera: Aphididae): role of tree phenology in infestation avoidance. *Environmental Entomology* 36(5): 1206-1211.
- Miñarro M, Dapena E. 2000. Control de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) con granulovirus y confusión sexual en plantaciones de manzano de Asturias. *Boletín de Sanidad Vegetal: Plagas* 26(3): 305-316.

- Miñarro M, Dapena E. 2003. Effects of groundcover management on ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in an apple orchard. *Applied Soil Ecology* 23: 111-117.
- Miñarro M, Dapena E. 2008. Tolerance of some scab-resistant apple cultivars to the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea*. *Crop Protection* 27: 391-395.
- Miñarro M, Espadaler X, Melero VX, Suárez-Álvarez V. 2009. Organic versus conventional management in an apple orchard: effects of fertilization and tree-row management on ground-dwelling predaceous arthropods. *Agricultural and Forest Entomology* 11: 133-142.
- Miñarro M, Hemptinne J-L, Dapena E. 2005. Colonization of apple orchards by predators of *Dysaphis plantaginea*: sequential arrival, response to prey abundance and consequences for biological control. *BioControl* 50: 403-414.
- Miñarro M. 2006. Estrategias de control sostenible de carpocapsa (Lepidoptera: Tortricidae) y pulgón ceniciento (Homoptera: Aphididae) en el cultivo de manzano en Asturias. Tesis Doctoral. Universidad de Oviedo.
- Miñarro M, Dapena E. 2004. Optimización del control del pulgón ceniciento del manzano con insecticidas derivados del neem. En: Libro de comunicaciones del VI Congreso de la SEAE (Tello J, ed.), 511-518 pp.
- Romet L. 2004. Le point sur la strategie de lutte automnale contre le puceron cendré du pommier. *Le Fruit Belge* 72(510): 124-129.
- Vilajeliu M, Vilardell P, Batllori JL, Escudero LA. 2005. Treballs de recerca en producció ecològica de poma. *Revista Agro-cultura* 23: 21-23.
- Vogt H, Weigel A. 1999. Is it possible to enhance the biological control of aphids in an apple orchard with flowering strips? *IOBC/wprs Bulletin* 22(7): 39-46.
- Willer H, Yussefi M. 2007. *The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2007*. IFOAM & FIBL. 9th revised edition. 215 pp.
- Wyss E, Villiger M, Hemptinne JL, Müller-Schärer H. 1999. Effects of augmentative releases of eggs and larvae of a ladybird beetle, *Adalia bipunctata*, on the abundance of the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea*, in organic apple orchards. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 90: 167-173.
- Wyss E. 1999. Enhancement and release of predaceous arthropods to control aphids in organic apple orchards. *IOBC/wprs Bulletin* 22 (7): 47-51.
- Zehnder G, Gurr GM, Kühne S, Wade MR, Wratten SD, Wyss E. 2007. Arthropod pest management in organic crops. *Annual Review of Entomology* 52: 57-80.