

EL CULTIVO ECOLÓGICO DEL MANZANO

E. Dapena de la Fuente, M.^a D. Blázquez Noguero, M. Miñarro Prado
Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA)

INTRODUCCIÓN

En España, así como en diferentes países se ha producido una evolución en la producción de manzana de mesa y de sidra hacia una mayor intensificación orientada a facilitar una mayor rapidez en la entrada de producción y un manejo más cómodo, como consecuencia del menor volumen de los árboles en las plantaciones.

En el caso de la manzana de mesa se ha llegado a un alto grado de intensificación, mediante la utilización de portainjertos de vigor reducido, tipo M.9 o incluso M.27. Ello conlleva una serie de contrapartidas como son una mayor exigencia de los árboles, debido al escaso desarrollo radicular de los mismos y, por tanto, las posibilidades de proveerse de nutrientes y agua, las dificultades de competir satisfactoriamente con plantas arvenses, la mayor vulnerabilidad al ataque de roedores o las limitaciones en cuanto a anclaje del árbol. Ello determina unos grandes requerimientos de cuidados, poniendo en cuestión la sostenibilidad del sistema desde el punto de vista ecológico, dado el elevado empleo de fertilizantes, herbicidas, pesticidas y consumo energético.

El cultivo ecológico debe basarse en planteamientos de sostenibilidad y no reducirse a sustituir los aportes químicos (fertilizantes, pesticidas) por aportes orgánicos. Este planteamiento se basa en un diseño de la plantación y un manejo del

suelo y hábitat correctos, y en un control de plagas y enfermedades basado en una buena elección de portainjertos y variedades, en el manejo cultural y en el control biológico prioritariamente (Prokopy, 2003; Weibel y Häseli, 2003; Dapena *et al.*, 2005).

En el caso de la producción de manzana de sidra en los principales países productores, como Inglaterra (Williams, 1989) y Francia (Primault, 1988), o en regiones como Asturias (Dapena, 1991, 1993, 1995; Dapena y Blázquez, 1996b; Dapena *et al.*, 2005), se ha abordado la modernización del cultivo de manzano de sidra mediante el establecimiento de plantaciones semiintensivas o semiextensivas en eje, con la utilización de portainjertos de vigor medio y variedades seleccionadas por su interés agronómico y tecnológico (Dapena, 1996a; Mangas *et al.*, 1999) y con la propuesta de utilización de técnicas de producción bajo una orientación más sostenible, especialmente en Asturias (Dapena y Blázquez, 1996b).

La utilización preferente de portainjertos de vigor medio (MM.106, M.7 y MM.111), combinada con un sistema de formación acorde con la tendencia natural de vegetar del manzano, como es el sistema de eje, permite conseguir una relativamente rápida configuración de la estructura del manzano, constituida por un eje del que surgen ramas que asocian desarrollo vegetativo y formación de órganos de fructificación. Además, con el empleo de la técnica de arqueamientos de las

ramas fructíferas se puede modular el desarrollo vegetativo de un modo eficaz y conseguir una rápida entrada en producción al segundo o tercer año de cultivo, y plena a partir del octavo año.

Por otra parte, los trabajos de investigación emprendidos por el Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA) para la mejora de la resistencia de variedades (Dapena, 1996b; Dapena y Blázquez, 1996a, 1999, 2004; Miñarro y Dapena, 2004a) y el desarrollo de técnicas alternativas de fertilización, protección fitosanitaria (Miñarro y Dapena, 2000, 2004b, 2005; Miñarro *et al.*, 2005), control de arvenses y regulación de la alternancia bianual de cosechas (Dapena, 1999; Dapena *et al.*, 2005) han contribuido a facilitar el cultivo ecológico del manzano.

PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y EJECUCIÓN DE LA PLANTACIÓN

Para asegurar el éxito de una plantación de manzano se requiere una exhaustiva planificación consistente en una correcta elección del terreno, portainjertos, variedades y sistema de formación; adecuadas labores relacionadas con su establecimiento, como la preparación del terreno, distribución e implantación de los árboles; y posteriormente un esmerado cultivo de los árboles durante todo el periodo de vida útil de la plantación.

Las plantaciones semiintensivas o semiextensivas en las que se utilizan árboles de vigor medio pueden resultar un buen compromiso entre las plantaciones más intensivas y las tradicionales extensivas. En ellas se logra una producción lo suficientemente rápida al mismo tiempo que se aprovechan las ventajas que supone disponer de un cierto vigor y rusticidad: menor repercusión de la competencia de la hierba, menores exigencias de fertilización y riego (pudiendo prescindirse en



Figura 1. Vista de una plantación de manzano de sidra en eje.

ciertas condiciones de sistema de riego) y mejor anclaje, lo que podría permitir prescindir también del entutorado. Todo ello sin cuestionar el interés de las plantaciones extensivas, en especial en terrenos de cierta pendiente.

ELECCIÓN DEL TERRENO

El manzano se cultiva preferentemente en terrenos llanos o moderada pendiente de exposición sur (SE, S, SO)¹, procurando proteger los árboles de los vientos fríos del norte, bien sea por las condiciones topográficas o bien mediante la implantación de setos multiespecíficos, que contribuyen también a mejorar las condiciones ecológicas de la plantación. Por otra parte, hay que evitar los terrenos donde se acumulen bolsas de aire frío, que pueden dificultar la polinización y el cuajado, así como dar origen a frecuentes nieblas, que son agentes favorecedores de la proliferación de hongos perjudiciales del manzano.

A nivel edáfico, los suelos más adecuados son los profundos y fértiles, sin riesgo de «fatiga de suelo» o de podredumbre de cuello o raíz, evitándose sobre todo los terrenos muy arenosos y los muy compactos, dado que los primeros tenderán a ocasionar mala nutrición y sequía en los árboles, y los

¹ Tradicionalmente en Asturias se cultivaron en terrenos de ladera orientados al mediodía.

segundos un exceso de humedad con los consiguientes riesgos de asfixia radicular y podredumbre de cuello.

ELECCIÓN DE PORTAINJERTOS Y VARIEDADES

Portainjertos

Se recomienda la utilización de los portainjertos clonales de vigor medio MM.106, M.7 y MM.111, así como el patrón franco². Los primeros tienen un desarrollo radicular que determina un vigor global del árbol medio, una relativamente rápida entrada en producción y ocupación del volumen potencial de la plantación, mientras que con el portainjertos franco el desarrollo vegetativo es mayor y la entrada en producción más lenta. Se utilizará preferentemente el portainjertos MM.106 en terrenos equilibrados, el M.7 en terrenos más húmedos, ya que resulta más tolerante a la podredumbre de cuello, y el MM.111 en terrenos secos en ladera, ya que su mayor desarrollo radicular parece conferirle una mejor adaptación a la sequía. Especialmente en terrenos de ladera y pendiente no tractorable puede ser interesante el uso de portainjertos de mayor vigor, como el patrón franco.

El cultivo de manzano con patrones enanzantes (M.9 y similares) resulta poco sostenible, poco «ecológico», debido a su gran dependencia de aportes externos (fertilizantes, riego y productos fitosanitarios), empalizada, etc., por lo que no se recomienda para la producción ecológica.

Variedades

Uno de los principales pilares de la producción ecológica de manzana según el planteamiento expuesto es la correcta elección varietal. Las variedades deben ser poco sensibles a enfermedades y plagas, suficientemente productivas, en la medida de lo posible con reducida tendencia a la alternancia



Figura 2. Fruto de la variedad «Durona de Tresali».

bianual de cosechas y de maduración acorde con las necesidades del sector elaborador o consumidor.

En el caso de la manzana de sidra, las variedades deben poseer buenas cualidades tecnológicas y tener una maduración relativamente tardía, no anterior a primeros de octubre. Actualmente el SERIDA recomienda para el cultivo de manzana de sidra las siguientes variedades asturianas, seleccionadas por su interés agronómico y tecnológico: «Blanquina», «Clara», «Coloradona» (A), «Collaos» (A), De la Riega (A), Durona de Tresali (A), Ernestina, Limón Montés, Meana, Perico, Raxao (A), Regona (A), San Roqueña (A), Solarina (A), Verdialona (A) y Xuanina (A), considerándose conveniente



Figura 3. Fruto de la variedad «San Roqueña».

² Viveros de Asturias disponen de la mayor parte de las variedades recomendadas injertadas en estos portainjertos.

plantar en mayor proporción las variedades con el indicativo (A), que presentan un mejor comportamiento agronómico. Estas variedades conforman el grueso de las variedades acogidas en la Denominación de Origen Protegida «Sidra de Asturias» (Dapena y Blázquez, 2003).

En el caso de la manzana de mesa en cultivo ecológico, además de las cualidades señaladas para las variedades de manzana de sidra, resulta importante la calidad sensorial, la aceptación comercial y las condiciones de conservación. Entre las variedades más interesantes para cultivo ecológico actualmente podríamos citar variedades mejoradas resistentes a moteado como «Topaz», «GoldRush», «Florina», «Priscilla», «Liberty», «Williams' Pride», «Galarina», «Dayton» o «Freedom». «GoldRush» y «Florina» son además resistentes a pulgón ceniciento. También resultan interesantes variedades locales o tradicionales como «Reineta Encarnada», «Reineta Roja de Canadá» o «Reineta Blanca de Canada», cuya mayor limitación es que presentan una sensibilidad mediana a hongos como moteado y chancro.

PREPARACIÓN DEL TERRENO Y ABONADO

Es conveniente iniciar la preparación del terreno con la suficiente antelación, de tal modo que sería conveniente efectuar la siembra de un abono verde en otoño (15 meses antes



Figura 4. Fruto de la variedad «Xuanina».



Figura 5. Fruto de la variedad «Reineta Encarnada».

de la plantación) a base de cereal (centeno, avena) y leguminosa (veza), o en primavera (9 meses antes de la plantación) a base de raigrás italiano y trébol violeta, o crucíferas como la mostaza o los nabos (éstos 5-6 meses antes). Este abono verde mejora la estructura y fertilidad del suelo y dinamiza su actividad biológica, a la que también contribuirá de un modo decisivo la fertilización orgánica. En todo caso, la preparación del terreno debería iniciarse antes de finalizar el verano, en especial las labores más profundas, previo al periodo lluvioso otoñal.

Las labores a realizar para la preparación del suelo son las siguientes (aunque pueden variar según las condiciones previas en que se encuentre el terreno):



Figura 6. Preparación del terreno y plantación.

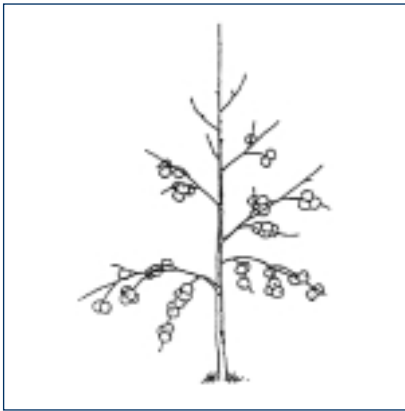


Figura 7. *Manzano formado en eje.*

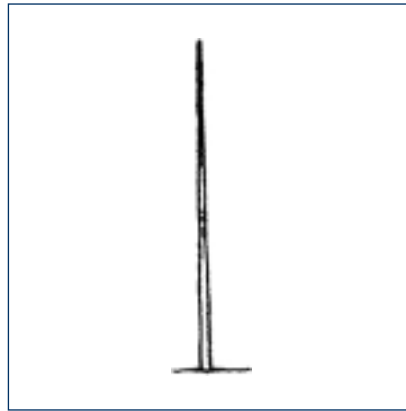


Figura 8. *Árbol sin brotes anticipados.*

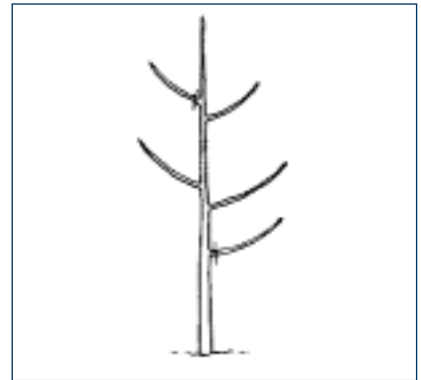


Figura 9. *Árbol con brotes anticipados. Eliminación de los que están mal posicionados.*

— En función de los resultados del análisis del suelo se realizará un **aporte mineral** fosfopotásico (400-800 kg/ha de escorias thomas o de fosfatos naturales y 300-500 kg/ha de pantenkali), así como una enmienda calizo-magnésica en terrenos de pH ácido o ligeramente ácido (500-1.000 kg/ha de calizomagnésica o caliza molida). Estas cantidades deben considerarse orientativas para las condiciones edáficas más habituales de la Cornisa Cantábrica o zonas con terrenos de suelo relativamente ácido y niveles de contenido en fósforo y potasio algo bajo.

— **Laboreo del suelo** encaminado a mullir el mismo, facilitar la penetración y expansión de las raíces de los árboles e incorporar los minerales. Se puede efectuar mediante un pa-

se de grada o fresa y un laboreo cruzado de subsolador, chisel, cultivador de ganchos o, en su defecto, roturación con arado de vertedera. Se realizará en primavera o a final del verano en buen tempero (nivel de humedad del suelo adecuada). Se evitará la modificación del perfil del suelo, especialmente en los suelos poco profundos con un subsuelo pobre.

— Siembra del abono verde con la antelación necesaria o realización de una **fertilización orgánica** que incremente el nivel de materia orgánica del suelo, aporte elementos minerales y oligoelementos después de su descomposición y mineralización, y contribuya a mejorar las condiciones microbiológicas y la estructura del suelo, haciendo más asimilable el resto de abonos minerales suministrados. La fertilización

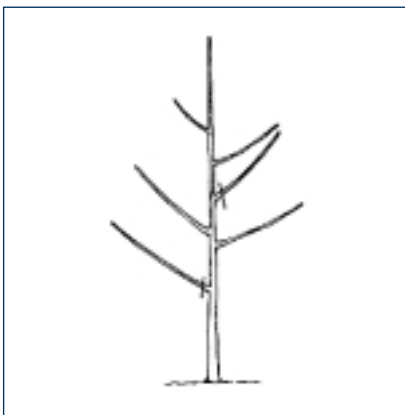


Figura 10. *Poda de brotes vigorosos y/o ángulo cerrado.*



Figura 11. *Eliminación de un brote para evitar la competencia apical.*



Figura 12. *Poda de invierno en un árbol bien configurado en eje.*

orgánica es conveniente que se haga en forma de compost (8-10 t/ha) o estiércol bien descompuesto (15-40 t/ha, que se podría incrementar en caso de que se requiera una biofumigación del suelo). El estiércol se distribuirá en todo el terreno en cobertera y con la suficiente antelación para facilitar su descomposición. El compost también se puede distribuir en la franja de la línea de los árboles a razón de 3-4 t/ha o localizado en el momento de la plantación a razón de 2 kg/árbol.

— Desbrozado del abono verde y **labor de grada o fresa** que permita incorporar superficialmente el mismo o los abonos orgánicos, nivelar y dejar suelto el terreno para facilitar la plantación de los árboles y el encespedado de las calles.

El laboreo de la plantación resulta fundamental para un correcto desarrollo de los árboles. En terrenos de cierta pendiente donde pueda ser dificultoso el laboreo, se aconseja realizar al menos el laboreo de la franja donde se plantará la línea de árboles. Dado que las pozas producen un cierto efecto tiesto, sólo en terrenos no tractorables y para la plantación de árboles aislados se aconseja la apertura de pozas (hoyos), que deben ser lo más amplias posibles, al menos de 80 cm de ancho y 40 cm de profundidad, pudiendo removerse la tierra del fondo de la poza. En este caso, los abonos fosfopotásicos (150-200 g de escorias thomas o fosfatos naturales y 100-150 g de pantenkali) y la enmienda caliza (150-200 g de caliza-magnésica o caliza molida, en suelos con pH bajo) se mez-



Figura 13. *Subsolador.*

clarán con la tierra que se incorpora a la poza. El compost o estiércol bien descompuesto (2-4 kg) se aporta en la parte superior y en la propia superficie después de plantar el árbol y evitando el contacto con el tronco.

DISTRIBUCIÓN DE LOS ÁRBOLES Y PLANTACIÓN

Las variedades se distribuirán por líneas, de tal modo que tres a cuatro líneas sean de la misma variedad, para facilitar un manejo diferenciado por variedades a nivel de poda, fertilización, protección fitosanitaria, etc., y una recolección por separado en el momento adecuado de maduración. En la medida de lo posible, las líneas se orientarán en la dirección N-S para aprovechar al máximo el potencial lumínico. En terrenos de pendiente las líneas se situarán a favor de pendiente.

Marco de plantación

La elección del marco de plantación tiene una gran transcendencia, ya que debe permitir ocupar lo antes posible la superficie disponible para lograr el máximo volumen productivo potencial, asegurando al mismo tiempo el espacio requerido por cada árbol para garantizar la insolación y aireación, así como el paso de maquinaria necesaria para las labores de mantenimiento y recolección. Para ello es necesario considerar conjuntamente el desarrollo vegetativo del portainjertos, las variedades utilizadas, la fertilidad del suelo y el sistema de formación elegido.

En el Cuadro 1 se presentan los marcos de plantación más aconsejables para un suelo de fertilidad media, utilizando el sistema de cultivo en eje para los portainjertos indicados en función del vigor de la variedad, así como la densidad de plantación teniendo en cuenta las superficies muertas, zonas de paso en la cabecera de las líneas y márgenes laterales de la plantación. En el Cuadro 2 se indica el vigor aproximado de

CUADRO 1. MARCOS DE PLANTACIÓN MÁS ACONSEJABLES EN EL SISTEMA DE CULTIVO EN EJE PARA LOS PORTAINJERTOS EN FUNCIÓN DEL VIGOR DE LA VARIEDAD

Tipo de variedad	Franco	MM111	MM106/M7
Muy vigorosa	7,5 × 6,5 m (190 arb/ha)	6 × 3 m (512 arb/ha)	5,75 × 2,75 m (583 arb/ha)
Vigorosa	7 × 6 m (220 arb/ha)	5,75 × 2,75 m (583 arb/ha)	5,5 × 2,5 m (670 arb/ha)
Vigor medio	7 × 5,5 m (240 arb/ha)	5,5 × 2,5 m (670 arb/ha)	5,25 × 2,25 m (780 arb/ha)
Vigor reducido	6,5 × 5 m (285 arb/ha)	5,25 × 2,25 m (780 arb/ha)	5 × 2 m (921 arb/ha)

las variedades de sidra recomendadas por el SERIDA y algunas variedades de mesa.

También se pueden utilizar en una misma plantación portainjertos diferentes en función del vigor de la variedad. Así con variedades de reducido vigor como «De la Riega» se puede emplear un portainjerto más vigoroso como el MM.111 y con variedades más vigorosas como «Raxao» o «Solarina», los portainjertos MM.106 o M.7, de crecimiento algo más moderado, a fin de conseguir un vigor y nivel de anclaje lo más semejante posible en el conjunto de la plantación.

Distribución de las variedades en función de la floración

Para asegurar una buena polinización no se plantarán más de 3 ó 4 líneas de la misma variedad, que se distribuirán en función de la secuencia de floración (Cuadro 3), de tal modo que se colocarán contiguas variedades que florezcan en el mismo periodo y presenten una buena compatibilidad polinizadora.

Plantación

Los árboles se plantarán lo antes posible entre finales de diciembre y principios de marzo, cuando el terreno esté en tempero. Una vez preparado el terreno como se ha indicado, la plantación del árbol se realiza haciendo una pequeña oquedad, que permita alojar las raíces de la planta.

ASPECTOS BÁSICOS DEL SISTEMA DE FORMACIÓN EN EJE

Se considera que el sistema de formación a utilizar debe estar en función de la propia configuración arquitectónica na-

CUADRO 2. VIGOR DE VARIEDADES DE MANZANA DE SIDRA Y MESA

Vigor del árbol	Manzana de sidra	Manzana de mesa
Muy vigorosas	Blanquina, Ernestina, Raxao y Solarina	
Vigorosas	Clara, Durona de Tresali, Meana, Perico, Regona, San Roqueña, Verdialona y Xuanina	Reineta Encamada, Reineta Blanca de Canadá
Vigor medio	Coloradona y Limón Montés	Florina, Freedom, Gold Rush, Topaz, Reineta Roja, Liberty
Vigor reducido	Collaos y De la Riega	Priscilla, Williams' Pride

CUADRO 3. DISTRIBUCIÓN DE LAS VARIEDADES RECOMENDADAS SEGÚN LA ÉPOCA DE FLORACIÓN

Época de floración	Manzana de sidra	Manzana de mesa
Temprano-intermedia		Williams' Pride
Intermedia	Coloradona, Clara y Perezosa	Freedom, Priscilla
Intermedio-tardía	Blanquina, Ernestina, De la Riega y Verdialona	Dayton, Gold Rush, Reineta Encamada, Topaz
Bastante tardía	Perico y Durona de Tresali	Reineta Blanca de Canadá, Reineta Roja
Tardía	Solarina, Collaos y Xuanina	
Muy tardía	Regona, Limón Montés y Raxao	

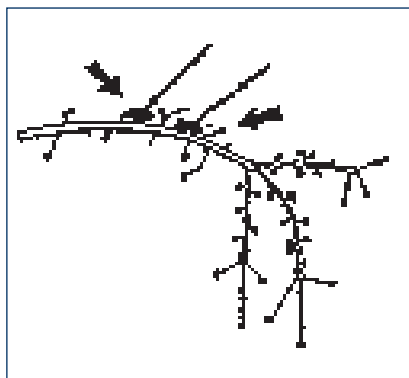


Figura 14. Eliminación de reiteraciones (chupones) en una rama fructífera.



Figura 15. Necesidad de eliminación de reiteraciones (chupones) en una rama.

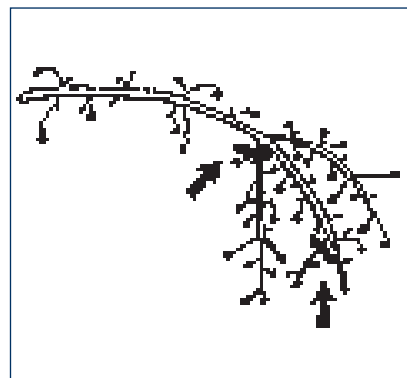


Figura 16. Entrasaca de unidades de fructificación.

tural de la especie de cultivo, respetando además las peculiaridades propias de cada variedad. En el caso del manzano, encontramos que un porcentaje importante de las variedades estudiadas en el SERIDA presentan un predominio total o parcial del eje central, y por tanto se ha podido constatar que el sistema de formación de eje (Fig. 1) (Lespinasse, 1988; Dapena, 1993; Lespinasse y Delort, 1994; Lespinasse y Lauri, 1999) se adapta bien a este cultivo.

Con este sistema se favorece la rápida aparición de órganos fructíferos y por tanto el inicio precoz de la fructificación. Se adapta bien a la forma natural de vegetar de las diferentes variedades y resulta de fácil aplicación. Además favorece la penetración de la luz y aireación de las ramas, lo que supone una mejora de la producción y calidad de la fruta y contribuye a disminuir los problemas fitosanitarios causados por hongos perjudiciales.

De forma muy esquemática se pueden describir del siguiente modo las principales fases de su formación:

- Los árboles no se despuntan al plantarlos (Fig. 2) y si tienen brotes anticipados se eliminarán los que sean muy vigorosos, los de ángulo cerrado, los situados por debajo de 90 cm y los localizados muy próximos al ápice terminal (Fig. 3).

- A finales de mayo o primeros de junio se realizará una poda en verde, que consiste en eliminar los brotes laterales

que surjan en la zona apical del eje en un tramo de 15-20 cm, que pudieran resultar muy competitivos con el desarrollo del eje. También se eliminarán si surgiesen, los brotes por debajo de 90 cm.

- En julio, en especial en las variedades con fuerte crecimiento en la base habría que suprimir algunos brotes que presentan un ángulo muy cerrado, madera rígida o excesivo vigor, y en agosto-septiembre hacer arqueamientos en los de crecimiento moderado a fuerte (Fig. 4 y Fig. 5, antes y después de estas intervenciones).

- La poda de invierno es un complemento de la poda en verde y permite eliminar ramas rígidas y muy fuertes o ramas muy próximas entre sí, de tal modo que se posibilite una forma troncocónica bien estructurada con suficiente número de



Figura 17. Desherbado mecánico en una línea de manzanos.



Figura 18. *Mantenimiento con fresa interlíneas.*

ramas de desarrollo vegetativo moderado, que permitan una buena penetración del sol, aireación y una rápida fructificación (Fig. 6).

— En los años siguientes, hasta el 6^o-7^o, en que se consiga un equilibrio entre el crecimiento y la producción y el árbol se calme, se continuará con el mismo criterio.

Poda de fructificación y regulación de la producción

Habitualmente a partir del segundo o tercer año se comienzan a realizar intervenciones a nivel de ramas que favorezcan la presencia de brindillas coronadas, que asocian desarrollo vegetativo y fructificación (Lespinasse *et al.*,



Figura 19. *Daños de moteado en hoja.*



Figura 20. *Daños de moteado en fruto.*

1995). Para ello se eliminarán brotes verticales que surgen sobre los arqueamientos (chupones), las superposiciones y los brotes demasiado débiles; no se realizarán despuntes y se favorecerá un correcto reparto de órganos fructíferos y una adecuada renovación de los mismos, mediante la aplicación de la técnica de extinción [eliminación completa y selectiva de órganos de fructificación (Crespel *et al.*, 1999)], complementando con un aclareo de frutos en caso de necesidad, a fin de procurar una producción elevada y regular de los árboles, evitando los riesgos de alternancia. Conviene eliminar los chupones en verano (julio), suprimiendo en invierno los que hayan surgido posteriormente (Figs. 7 y 8).



Figura 21. *Rama con una lesión de chancro europeo.*



Figura 22
Brote con oidio.

Entutorado

Las variedades vigorosas injertadas en los patrones MM.106, M.7 y MM.111 pueden no requerir empalizada o que ésta sea muy sencilla, principalmente para evitar el movimiento de los árboles en los primeros años por la acción del viento. En variedades menos vigorosas y con mucha tendencia a la precocidad de producción, podría ser interesante contar con algún sistema de entutorado. Se recomienda el entutorado mediante cable galvanizado a 1,20 y 2,00 m de altura, sujetado a postes separados aproximadamente 10 m.

LABORES DE MANTENIMIENTO

Es imprescindible llevar a cabo un correcto mantenimiento de la plantación para conseguir un buen desarrollo de los árboles, lograr una buena evolución en la entrada en producción y unos rendimientos productivos elevados al alcanzarse el estado adulto. Este mantenimiento de la plantación pasa por una fertilización adecuada, evitar de la competencia por plantas arvenses en la línea de los árboles, en especial los primeros años, y el apoyo de riego cuando fuese necesario.

Fertilización

La fertilización debe basarse en un abonado orgánico, complementado en caso de necesidad con algunos aportes minerales principalmente de rocas trituradas. Al planificar la fertilización es interesante considerar la utilización de recursos renovables propios como el estiércol, compost, purines, y aquellos productos orgánicos o minerales más asequibles a la casería como magalla, desechos de algas, dolomita o caliza en polvo, etc.

Las cantidades de abono a utilizar se deberán precisar teniendo en cuenta el estado vegetativo de los árboles y los resultados de los análisis de suelo y foliares. A modo de ejemplo, durante el período invernal se puede realizar la aplicación de 3-6 t/ha/año de compost o 10-15 t/ha/año³ de estiércol bien fermentado complementada con abonos fosfopotásicos y calizo-magnésicos, en función de la composición del suelo. En primavera, puede resultar interesante, en especial en el período de formación de los árboles y si la floración y cuajado han sido satisfactorios, la aplicación de purín de vacuno al suelo o abonos orgánicos ricos en nitrógeno a razón de 25 kg/ha de nitrógeno o purín de ortiga a nivel foliar después de la floración, si el cuajado ha sido bueno. El purín de ortiga resulta



Figura 23. *Podredumbre de fruto causado por monilia.*

³ 10 t de estiércol, cuando se mineralizan, libera aproximadamente 40-50 kg de nitrógeno, 15-25 kg de fósforo, 40-60 kg de potasio, magnesio, otros elementos secundarios y oligoelementos.

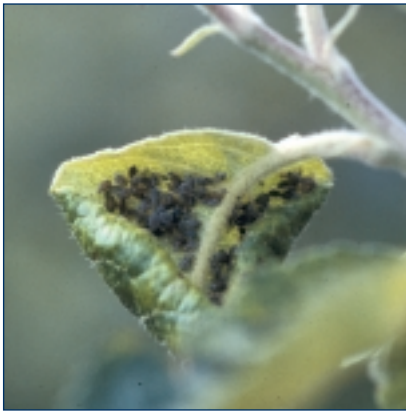


Figura 24. Daños de pulgón ceniciento en hoja.



Figura 25. Brote con pulgón verde.



Figura 26. Pulgón lanígero.

un abono foliar muy completo que además de nitrógeno, fósforo y potasio incluye elementos secundarios, como el magnesio y el calcio y oligoelementos.

No obstante, existen alternativas para cuando no se disponga de recursos fertilizantes como los estiércoles o los purines. Actualmente, en el mercado se pueden conseguir a precios razonables abonos orgánicos muy completos que tienen como base estiércoles animales, algunos bastante ricos en nitrógeno: Phenix (6%), Biof (4%), Agrimartín (2,2%) o Lombricompost (1,5%). Estos abonos, de más lenta asimilación que los químicos, deben aplicarse a final del invierno, antes de la brotación de los manzanos. Las necesidades teóricas del cultivo de manzano en los elementos principales están en torno a 60 ud de nitrógeno, 80 ud de fósforo y 125 ud de potasio.

Mantenimiento de líneas y calles

Para facilitar un desarrollo satisfactorio de los árboles es conveniente realizar las siguientes labores:

- Desherbado de la línea de árboles. Es importante que al menos durante los 5 primeros años esté desherbada una franja de aproximadamente 1,4 m en torno a los árboles para evitar la competencia de la hierba tanto por agua como por nutrientes. El desherbado disminuye los riesgos de podredumbre de cuello y ataques de roedores, como *Arvicola te-*

rrerstris y *Microtus lusitanicus*, y puede ser mecánico, térmico o utilizarse un acolchado con hierba o corteza de pino. Los acolchados favorecen el crecimiento de los árboles al mantener la humedad del suelo en verano y suponer un aporte orgánico extra a medida que se van descomponiendo. Sin embargo, los acolchados pueden resultar un refugio para roedores, con el consecuente riesgo en terrenos o zonas favorables a los mismos.

- El encespedado de las calles (entre líneas) mediante gramineas poco vigorosas (*Festuca rubra*, *Poa pratensis*, *Agrostis tenuis*, etc.) y con trébol blanco (*Trifolium repens*) es necesario para amortiguar los golpes de la manzana al caer al suelo y permitir una correcta recolección. Además, el césped evita la erosión del suelo, contribuye a disminuir el apelmazamiento y lixiviación, facilita el paso de la maquinaria necesaria para realizar las labores de fertilización y protección fitosanitaria, etc. Para su mantenimiento se precisa efectuar 4-6 pases de desbrozadora, que deja la hierba finamente triturada en el suelo, enriqueciéndolo en materia orgánica. También se puede segar la hierba de la calle cuando ésta no esté alta y con una ahiladora desplazarla a la línea para proceder al acolchado de la misma con la hierba. Existen desbrozadoras de cuchillas que impulsan la hierba a la línea que también pueden resultar muy interesantes para realizar el acolchado con hierba.

Riego

En la Cornisa Cantábrica las plantaciones de manzano de sidra con portainjertos de vigor medio o franco el riego habitualmente no es indispensable, ya que la manzana de sidra, de recogida bastante tardía, se beneficia de las lluvias de principio de otoño, frecuentes en Asturias, aunque algunos años más secos la realización de riegos moderados en los meses de julio y agosto permitiría incrementar la producción sin menoscabo de la calidad tecnológica de los frutos.

Sí sería aconsejable realizar riegos de auxilio durante los tres primeros años de cultivo si la primavera o verano resultasen especialmente secos. En el caso de plantaciones acogidas a la D.O.P Sidra de Asturias actualmente está prohibido el riego a partir del 4º año de cultivo, aunque en caso de necesidad podrían llegar a autorizarse riegos de apoyo.

En el caso de las plantaciones intensivas con árboles injertados en patrón enanizante tipo M 9 el riego es imprescindible para permitir su buen desarrollo y adecuada producción. El riego localizado es el más aconsejable, dado que no favorece los riesgos de enfermedades criptogámicas y permite un mejor aprovechamiento del agua.

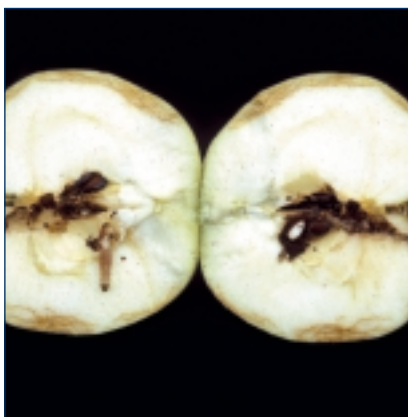


Figura 27. Manzana agusanada por larva de *carpocapsa*.



Figura 28. Mariposa de taladro amarillo.



Figura 29. Daño de la larva del taladro del manzano.

PRINCIPALES PARÁSITOS Y PROTECCIÓN FITOSANITARIA

Algunos de los parásitos más frecuentes en las plantaciones de manzano en la Cornisa Cantábrica son los hongos causantes del moteado (*Venturia inaequalis*), chancro (*Nectria galligena*), oidio (*Podosphaera leucotricha*), monilia (*Monilia fructigena*) y podredumbre de cuello (*Phytophthora captorum*)

El **moteado** causa lesiones en hojas y frutos, que pueden provocar la caída prematura de ambos y el deterioro tecnológico y comercial de los frutos. En ocasiones se producen daños en brotes tiernos.

El **chancro** produce la necrosis de tejidos, en brotes y ramas, que por estrangulamiento pueden producir su muerte. Su penetración se produce en las heridas ocasionadas por desprendimiento de hojas, cortes de poda y picaduras de insectos como el pulgón lanígero.

El **oidio** afecta principalmente al desarrollo de hojas y brotes, llegando a destruir los mismos si el ataque es muy intenso. Su presencia se detecta fácilmente por la presencia de un polvillo blanco en la zona terminal de los brotes y en hojas.

La **monilia** puede afectar a flores, brotes tiernos y sobre todo a frutos, causando su podredumbre, pudiendo determinar pérdidas importantes de la cosecha.

La **podredumbre de cuello** afecta principalmente al cuello del árbol produciendo una necrosis de los tejidos que puede rodear el tronco produciendo la muerte del árbol. A la salida del invierno se deben revisar los troncos de los árboles y si hubiese alguno dañado se limpia la necrosis y se aplica localmente un fungicida cúprico y una pasta cicatrizante. La práctica del encalado de la base de los troncos puede ser una buena medida profiláctica en terrenos de riesgo.

En el Cuadro 4 se indica el nivel de sensibilidad a hongos perjudiciales de las variedades de sidra seleccionadas por el SERIDA acogidas a la DOP «Sidra de Asturias».

Entre los artrópodos que pueden ser perjudiciales se encuentran los pulgones ceniciento (*Dysaphis plantaginea*), verde (*Aphis pomi*), y lanígero (*Eriosoma lanigerum*), la carpocapsa (*Cydia pomonella*), el cortabrotos (*Rhynchites caeruleus*), el taladro de la madera (*Zeuzera pyrina*) o la araña roja (*Panonychus ulmi*). De ellos, sólo el pulgón ceniciento y la carpocapsa son un problema generalizado; el resto representan complicaciones para el cultivo sólo ocasionalmente.

El **pulgón ceniciento** provoca la deformación de hojas, brotes y frutos. Su incidencia es especialmente grave en los

primeros años de cultivo, disminuyendo gradualmente su importancia y requiriendo cada vez menos medidas de control. La sensibilidad a este pulgón depende de la variedad, lo que debe ser considerado a la hora de planificar su control. Algunas variedades de mesa resistentes a moteado como «Florina», «GoldRush», «Galarina», «Liberty» o «Williams’ Pride» no suelen presentar daños de este pulgón. Aparece muy temprano en primavera por lo que su presencia debe ser vigilada desde el comienzo de la brotación. Puede ser controlado mediante 1 ó 2 tratamientos de derivados de neem aplicados antes de floración. No todos los productos de neem funcionan con igual eficacia. NeemAzal-T/S y EINA dan mejor resultado que otros productos (Miñarro y Dapena, 2004b). La rotenona también es eficaz si se aplica antes de que el pulgón enrolle la hoja, ya que ahí dentro se encuentra protegido de este insecticida que actúa por contacto. Entre sus principales enemigos naturales están las mariquitas y los sírfidos.

La **carpocapsa** es el lepidóptero causante del agusanado de la manzana, determina la caída prematura de frutos y puede facilitar la entrada de otros parásitos como la monilia. No supone problemas para el cultivo hasta el 3^{er} o 4^o año de culti-

CUADRO 4. SENSIBILIDAD A HONGOS DE VARIEDADES DE SIDRA SELECCIONADAS

Variedad	Moteado	Chancro	Oidio	Monilia
Blanquina	+			+ brotes
Clara	+ / ++	+		++
Coloradona	+ / ++		+	
Collaos		+		+ / ++
De la Riega	+			+ / ++
Durona de Tresali				
Ernestina				
Limón Montés		+ / ++	+ / ++	
Perico		+	+ / ++	
Raxao	+			
Regona	+ / ++			
San Roqueña	+	+		
Solarina	+	+		
Verdialona		+	+	
Xuanina			+ / ++	

+: algo sensible. ++: moderad. sensible. +++: sensible.

CUADRO 5. PERÍODOS DE VIGILANCIA PARA LAS ENFERMEDADES CRIPTOGÁMICAS Y ARTRÓPODOS PERJUDICIALES MÁS FRECUENTES EN LAS PLANTACIONES DE MANZANO EN LA CORNISA CANTÁBRICA

	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.
Moteado		(1)	---(2)	-----	---->				(1)
Oidio		----	---(2)	-----	-----	--->			
Chancro	-----	-->							(1)
Monilia			hoja--	-->			-----	Fruto-	---->
Anthonomo		----	-----	-->					
Pulgón Ceniciento		...(2)		-----	---->				
Pulgón Verde			---(2)	-----	---->				
Pulgón Lanífero			-----	---)	---->				
Cortabrotos			---	--->					
Carpocapsa			(T)...--	(F) -(2)--	(2)->				
Zeuzera				(F)					
Araña roja			---	-----	-----	-----	--->		

-----> Período de vigilancia. (1) Tratamiento pre-ventivo en caso de variedades sensibles. (2) Tratamiento en función de la sensibilidad o importancia de los ataques. (F) Colocación de difusores de feromonas. (T) Colocación de trampas sexuales.

vo, momento en que se consigue una producción de manzana significativa. A partir de entonces hay que tomar medidas de control, aplicando tratamientos de granulovirus desde finales de mayo a finales de agosto o mediante la confusión sexual acompañada de 1 ó 2 tratamientos de granulovirus en primavera (Cuadro 4).

El **pulgón verde** se alimenta de los brotes en crecimiento, suele aparecer en focos y no es tan problemático como el pulgón ceniciento. Se puede eliminar mediante la aplicación de

rotenona. Los enemigos naturales contribuyen a reducir sus poblaciones.

El **pulgón lanífero** no suele requerir medidas de control porque sus poblaciones son reguladas de forma natural por un parasitoide específico llamado *Aphelinus mali*. El pulgón lanífero, que es de color marrón claro y tiene parte del cuerpo cubierta por unos filamentos de color blanco que asemejan lana, se vuelve negro y pierde esa «lana» cuando es parasitado por *A. mali*. Este parasitoide pone un huevo en el pulgón,



Figura 30. Ave insectívora, raitán o petirrojo.

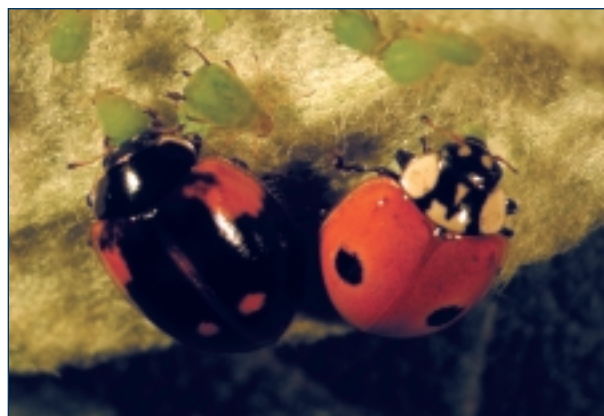


Figura 31. Adultos de mariquita (*Adalia bipunctata*).

que rápidamente muere. De ese huevo sale una larva que se alimenta en el interior del pulgón muerto hasta transformarse en un nuevo parasitoide, que emerge dejando un agujero en el cuerpo del pulgón. Este parasitoide pondrá nuevos huevos en nuevos pulgones, controlando así sus poblaciones. En cualquier caso, se recomienda el cultivo de manzana en los portainjertos MM.106 y MM.111, que son resistentes a este pulgón.

El **cortabrotos** pone los huevos en primavera en los brotes en crecimiento, cortando a continuación el brote por debajo del punto de oviposición. Para reducir sus poblaciones y su incidencia se recomienda retirar de la plantación dichos brotes cortados, que llevan un huevo en su interior.

El **taladro de la manzana** realiza galerías ascendentes en ramas y troncos pudiendo causar la rotura de los mismos, especialmente en los primeros años de cultivo. Para frenar el ataque se recomienda la introducción ascendente de un alambre por el agujero de entrada a la galería, el cual es fácilmente localizable

por el depósito en la base del tronco de los excrementos de color anaranjado-rojizo, a modo de serrín. La captura masiva de machos mediante trampas sexuales (10-12 trampas/ha) puede reducir su población y el consecuente daño.

La **araña roja** es un ácaro que se alimenta en la cara inferior de las hojas limitando su crecimiento y el del propio árbol. Sin embargo, sus poblaciones están siempre por debajo de umbrales de daño ya que es controlada de forma natural por artrópodos beneficiosos tales como los ácaros fitoseidos, de modo que sólo resulta ser una plaga cuando el empleo de productos fitosanitarios de amplio espectro elimina dicha fauna beneficiosa.

Aisladamente, aparecen daños en hojas, brotes e incluso frutos causados por **diversos lepidópteros** (enrolladores de hojas, minadores...). Sin embargo, su acción casi nunca es un problema que requiera ningún tipo de actuación.

Uno de los requisitos esenciales al abordar la planificación de una plantación de frutales a fin de minimizar el efecto de

CUADRO 6. CALENDARIO ORIENTATIVO DE TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS FRENTE A LOS PRINCIPALES HONGOS Y ARTRÓPODOS PERJUDICIALES DEL MANZANO

Época	Enfermedad o plaga	Tratamiento*
		Agricultura ecológica
Invierno hasta estado C	Huevos de diversos artrópodos	Aceite blanco** / Preparado de arcilla
Estado C	Moteado	Caldo bordelés / Oxiclورو de cobre. Caldo de cola de caballo + Silicato de sosa***
Estado C-G	Moteado	Caldo de cola de caballo + Silicato de sosa Polisulfuro de calcio o arcillas Cuivrol + Aceite de pino
	Oidio	Azufre mojable + Aceite de pino
Estado C-E	Pulgón ceniciento	Neem / Rotenona
Estado H a 1/2 julio	Moteado Oidio Pulgón verde Carpocapsa Diversos lepidópteros Zeuzera	Polisulfuro de calcio/ Arcillas / Azufre + Aceite de pino / Cuivrol + Aceite de Pino Azufre mojable + Aceite de pino Rotenona Granulovirus / Confusión sexual + granulovirus Bacillus thuringiensis Trampas con feromona específica.
1/2 caída de la hoja	Chancro Moteado	Caldo bordelés / Oxiclورو de cobre + Purín 10%.

* Tratamientos orientativos, utilizados únicamente en caso de ataque parasitario, o de conocida sensibilidad de una determinada variedad en el caso de los hongos.

La aplicación del aceite blanco debe separarse 30 días de los tratamientos de azufre y 15 días del caldo bordelés. * Variedades de sensibilidad moderada.

dichos parásitos es procurar la utilización de variedades bien adaptadas a las condiciones edafoclimáticas del lugar, de tal modo que presenten una escasa sensibilidad a las enfermedades criptogámicas señaladas, como ocurre con la mayor parte de las variedades de sidra seleccionadas por el SERIDA, y una baja vulnerabilidad al ataque de artrópodos perjudiciales, como el pulgón ceniciento.

Todo lo anterior supone unas exigencias menores en cuanto a defensa fitosanitaria del cultivo, pero de cualquier modo es importante realizar controles regularmente, en especial durante la primavera-verano para detectar los primeros focos de invasión de un parásito a fin de actuar a tiempo, una vez que ha superado el nivel de tolerancia (Cuadro 3) (Pouvreau y Primault, 1994; Dapena y Blázquez, 1995).

Desde hace algunos años en el SERIDA y en algunas fincas colaboradoras se están realizando estudios que están permitiendo conocer mejor los resultados que se obtienen con la aplicación de productos y técnicas alternativas de bajo impacto ambiental aplicables en cultivo ecológico. En el Cuadro 6 se indican los tratamientos fitosanitarios que se pueden aplicar frente a los hongos y artrópodos perjudiciales, los cuales deben efectuarse sólo en caso de estricta necesidad y procurando utilizar los de más restringido espectro.



Figura 32. Larva de sírfido (*Episyrphus halteatus*) comiendo pulgones.



Figura 33. Polinización por un abejorro.

PRODUCCIÓN

El comienzo de la fructificación en el cultivo de manzana con los portainjertos y formación en eje tiene lugar a partir del 2º ó 3º año. La plena producción se alcanza a partir del 8º-9º año con producciones superiores a 30 t/ha en las variedades recomendadas. La densidad de plantación y el buen mantenimiento del cultivo (fertilización, mantenimiento del suelo, poda, control de plagas y enfermedades) van a incidir decisivamente en los rendimientos productivos que se logren.

ÉPOCA DE MADURACIÓN

En el Cuadro 7 se presentan las principales variedades de la DOP «Sidra de Asturias» agrupadas en época de madura-



Figura 34. Caja nido con cría de carbonero común.

CUADRO 7. ÉPOCAS DE MADURACIÓN Y GRUPO TECNOLÓGICO DE VARIETADES DE MANZANO DE SIDRA SELECCIONADAS

2.ª quincena de octubre
Clara (amarga)
Coloradona (dulce-amarga)
Solarina (semiácida)
Xuanina (ácida)
San Roqueña (ácida)
Blanquina (ácida)
1.ª decena de noviembre
Meana (amarga semiácida)
Ernestina (dulce lig. amarga)
De la Riega (semiácida)
Raxao (ácida)
2.ª y 3.ª decena de noviembre a principios de diciembre
Collaos (semiácida)
Vedialona (dulce)
Perico (semiácida)
Regona (ácida-amarga)
Druona de Tresali (ácida lig. amarga)
Limón Montes (ácida)

ción, indicando al mismo tiempo el grupo tecnológico al que pertenecen a fin de facilitar que se efectúe su recolección y transformación en el momento adecuado y se pueda proceder a la realización de mezclas ponderadas de variedades, para la elaboración de sidra u otros productos derivados de la manzana, de tal modo que la composición del mosto obtenido sea el requerido.

La época de maduración en las condiciones de la Cornisa Cantábrica de las variedades de mesa anteriormente indicadas es la siguiente:

- Finales de julio-primeros de agosto: «Williams' Pride».
- Agosto: «Galarina».
- Septiembre: «Dayton», «Priscilla», «Liberty» y «Freedom».
- Octubre: «Reineta Blanca de Canadá», «Reineta Roja» y «Florina».
- Noviembre: «GoldRush» y «Reineta Encarnada».

En cuanto a conservación las variedades que se conservan mejor son «Reineta Encarnada», «GoldRush» y «Topaz».

BIBLIOGRAFIA

- CRESPEL, B.; LARRIVE, G.; LAURI, P. E.; LESPINASSE, J. M., y RAMONGUILHEM, M. 1999. L'avenir de la branche fruitière. L'extinction des coursonnes. Rev. Reussir Fruits et Legumes, 173, 28-31.
- DAPENA, E. 1991. El cultivo del manzano de sidra en Asturias. En: El libro de la Sidra, 441-472. Ed. Pentalfa. Gijón.
- DAPENA, E. 1993. El cultivo del manzano (II). En: sidra y Manzana en Asturias. Edit. Prensa Asturiana, Oviedo. 341-356.
- DAPENA, E. 1995. Nuevas plantaciones de manzano de sidra. variedades, portainjertos, marcos de plantación y poda. Tecnología Agroalimentaria. Edición especial 1995, 65-68.
- DAPENA, E. 1996a. Comportamiento agronómico y tecnológico de variedades de manzano asturianas. Tesis doctoral. Universidad de Oviedo.
- DAPENA, E. 1996b. Evaluation de la résistance des variétés de pomme à cidre asturiennes au chancre *Nectria galligena*. Bres. 10ème Colloque sur les Recherches Fruitières «Maladies des arbres fruitières et Résistance variétale». Angers 15-16 Mars 1994.
- DAPENA, E. 1999. La alternancia del manzano. Causas, repercusiones y soluciones. Serie Informes Técnicos. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria. Consejería de Agricultura del Principado de Asturias.
- DAPENA, E., y BLÁZQUEZ, M. D. 1995. Técnicas de cultivo en manzano de sidra. Protección fitosanitaria y reducción de la vecería. Tecnología Agroalimentaria. Edición especial 1995, 69-71.
- DAPENA, E., y BLÁZQUEZ, M. D. 1996a. Comportement de variétés de pomme à cidre asturiennes vis-à-vis de la tavelure [*Venturia inaequalis* (Cke.) Wint]. 10ème Colloque sur les Recherches Fruitières «Maladies des arbres fruitières et resistance variétale». Angers 15-16 Mars 1994.
- DAPENA, E., y BLÁZQUEZ, M. D. 1996b. Guía del cultivo del manzano de sidra en eje vertical. Unidad de Transferencia y Coordinación del CIATA. Serie divulgación. 6/96.
- DAPENA, E., y BLÁZQUEZ, M. D. 1999. Mejora genética del manzano. Boletín Tecnología Agroalimentaria CIATA, agosto 1999.
- DAPENA, E.; MIÑARRO, M., Y BLÁZQUEZ, M. D. 2005. Organic cider-apple production in Asturias (NW Spain). *IOBC/wprs Bulletin* 28: 142-146.
- LESPINASSE, 1980. La conduite du pommier II. L'axe vertical. La renovation du vergers. I.N.V.U.F.L.E.C., Paris.
- LESPINASSE, J. M., y DELORT, J. F. 1994. Repartition de la croissance et conduite. L'Arboriculture Fruitière, 468, 20-23.
- LESPINASSE, J. M.; DELORT, F., y LAURI, P. E. 1995. Le raisonnement de la branche fruitière. In: Pomme Haute Définition, nº H.S., Fruits et Légumes et L'écho des MIN, Janvier 1995, 52-62.
- LESPINASSE, J. M., y LAURI, P. E. 1999. Intégration des nouveaux concepts de conduite dans les système Solaxe. Revue Suisse Vit. Arboric. Hortic. Vol 31(3), 167-171.

- MANGAS, J. J.; RODRÍGUEZ, R.; SUÁREZ, B.; PICINELLI, A., y DAPENA, E. 1999. Study of the phenolic profile of cider apple cultivars at maturity by multivariate techniques. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 47 (10), 4046-4052.
- MIÑARRO, M., y DAPENA, E. 2000. Control de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) con granulovirus y confusión sexual en plantaciones de manzano de Asturias. *Boletín Sanidad Vegetal Plagas*, 26(3), 305-316.
- MIÑARRO, M., Y DAPENA, E. 2004a. Inheritance of the tolerance to the rosy apple aphid of the cv. «Florina». XI Eucarpia Symposium on Fruit Breeding and Genetics. (Eds. F. Laurens y K. Evans). *Acta Horticulturae* 663, 261-264
- MIÑARRO, M., Y DAPENA, E. 2004b. Optimización del control del pulgón ceniciento del manzano con insecticidas derivados del neem. En: J. Tello (Ed.) Libro de comunicaciones del VI Congreso de la SEAE, 511-518 (Libro electrónico).
- MIÑARRO, M., Y DAPENA, E. 2005. Sustainable control of the rosy apple aphid *Dysaphis plantaginea*. *IOBC/wprs Bulletin* 28: 113-117.
- MIÑARRO, M.; HEMPTINNE, J-L., y 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 (3): 403-414.
- POUVREAU, D., y PRIMAULT, J. 1994. Lutte raisonnée en vergers cidricoles. *Pomme*, 34, 24-26.
- PRIMAULT, J. 1988. Culture de pommiers à cidre. Elements technico-economiques. ANIEC et ARDEC, 20 pp.
- PROKOPY, R. J. 2003. Two decades of bottom-up, ecologically based pest management in a small commercial apple orchard in Massachusetts. *Agric. Ecosyst. Environ.* 94: 299-309.
- WEIBEL, F., Y HÄSELI, A. 2003. Organic apple production-with emphasis on European experiences. In: D.C Ferree & I.J. Warrington (eds). *Apples: Botany, Production and Uses*. (pp. 551-583). CABI Publishing, Oxon, UK.
- WILLIAMS, R. R. 1989. Cider and juice apples: growing and processing. University of Bristol Printing Unit, 123 pp.