



Universidad de Sevilla

Departamento de Cristalografía,
Mineralogía y Química Agrícola



IFAPA Centro Las Torres-Tomejil

Alcalá del Río (Sevilla).

Tesis Doctoral

Evaluación del cultivo ecológico del ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl.) y del albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.). Crecimiento, fenología, producción y calidad.



Ciruelos en flor, Claude Monet

Doctorando: Luis Felipe Pérez Romero

Director: Dr. Antonio Daza Ortega
Tutora: Dra. Carmen Ortega de la Torre

Sevilla, 5 de junio 2015

D. Antonio Daza Ortega, Investigador Titular del Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera.

INFORMA:

Que la Tesis doctoral titulada “Evaluación del cultivo ecológico del ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl.) y del albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.). Fenología, fisiología, producción y calidad”, ha sido realizada por Luis Felipe Pérez Romero bajo su dirección, en el centro IFAPA Las Torres-Tomejil, se considera finalizada y reúne los requisitos necesarios para su exposición y defensa.

Sevilla, 5 de junio 2015

Fdo.: Antonio Daza Ortega

TÍTULO DE LA TESIS: “Evaluación del cultivo ecológico del ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl.) y del albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.). Fenología, fisiología, producción y calidad”.

DOCTORANDO: Luis Felipe Pérez Romero.

ESCRITO RAZONADO DE LA TUTORA DE LA TESIS
(Ratificando el informe favorable del director)

D^a. Carmen Ortega de la Torre, como tutora de la Tesis Doctoral de Luis Felipe Pérez Romero, corrobora el informe favorable dado por el director de la Tesis Doctoral Dr. Antonio Daza Ortega, para su exposición y defensa.

Sevilla, 5 de junio 2015

Fdo.: Dra. Carmen Ortega de la Torre

A mis padres, Facundo y Pilar

AGRADECIMIENTOS

Hace unos años asistí a la defensa de la tesis doctoral de mi hermana, por aquel entonces yo estaba preparándome la selectividad, y realizar un doctorado lo consideraba algo muy difícil, en aquel momento si miraba hacia adelante me conformaba con sacar la carrera y ya después veríamos. Pasados unos años aquí estoy, redactando los agradecimientos de mi tesis doctoral, me parece algo extraordinario, pero no imposible de conseguir, ha requerido mucho trabajo, pero con trabajo se consigue todo. Hay una cita de Pablo Ruiz Picasso que resume muy bien mi sentir con respecto al trabajo “Cuando llegue la inspiración que me encuentre trabajando”. Aunque no solo es necesario trabajo, por encima del trabajo, en mi caso, ha sido más importante la familia. La capacidad de trabajo la tengo gracias a mi padre, que ha sido un ejemplo para mí y al que cada día admiro y quiero más. Mi madre me ha enseñado lo importante que es seguir adelante, aunque las cosas no salgan como uno espera, gracias a ello y al monopatín que me regaló en sexto de EGB, he podido llegar hasta aquí. Son muchos los valores que he aprendido de mis padres y las cosas que me han aportado, pero probablemente lo más importante ha sido su apoyo incondicional en todas las decisiones (equivocadas o acertadas), que he tomado en mi vida. Muchas gracias Papá y Mamá esta tesis es mérito vuestro.

En la vida también es necesario un poco de suerte, y yo tuve la gran suerte de que Antonio Daza me seleccionara para realizar la tesis bajo su dirección, él es el gran responsable de que este trabajo haya salido adelante, tengo que darle las gracias por preocuparse en marcarme el camino e intentar que hiciera un buen currículum investigador, gracias Antonio por tu dedicación y por todo lo que me has enseñado en estos cuatro años.

A Carmen Ortega por su amabilidad y disposición siempre a facilitar todos los trámites y encargarse de que todo resultara fácil.

A mis hermanos por cuidarme, quererme y darme buenos consejos, aprovecho estos agradecimientos para pedirles perdón por los *pucheros* que hacía cuando de pequeño me dejaban en el colegio. Tengo la suerte de tener unos hermanos increíbles a los cuales admiro y quiero profundamente.

A los más pequeños de mi familia, Isabel, Felipe, Paula y Michael, que tantas sonrisas me sacan.

A los *quedeliens* (Biri, Juan *cuadri*, Patri, Gelo, Raúl y Guile), el grupo de Whatsapp y *cerveceo* que me alegra todas los días, muchas gracias por ser tan buenos amigos, me siento muy afortunado de haberos encontrado hace ya algunos años.

A Juan *sober* que no forma parte del grupo de Whatapp, por ser un rebelde tecnológico, pero si forma parte del *cerveceo* habitual de los viernes, y gracias al cual conseguí mi primer trabajo, a raíz del cual empezó todo a rodar.

Al resto de mis amigos de Sevilla, Torres, Ana, Meme, Carlos, Inma, Rocío, Vir, Palma, Ángel y Marina, cada uno de vosotros me aporta una pequeña porción de felicidad en mi día a día.

A Pepe, mi amigo desde los 3 años, a pesar de haber vivido en distintas ciudades gran parte de nuestras vidas, siempre nos hemos sentido muy cercanos, tan cerca como cuando uno vivía en el noveno y el otro en el décimo.

A mis compañeros del IFAPA: Carmen, María, Paco Arroyo, Dulce, Paco Temprano, Manoli, Rocío y Germán, por hacerme tan agradable mis cuatro años de trabajo en Las Torres.

A Maripaz, Pilar, Rocío, Ana y Laura, por los buenos momentos que pasé junto a vosotras el tiempo que trabajé en la ETSIA, quiero dar un especial agradecimiento a Maripaz y Pilar, por todos los buenos consejos que me dieron en mis comienzos en la investigación y por confiar en mí cuando mi currículum apenas tenía dos líneas.

Al INIA por conceder la financiación de mi beca FPI, gracias a la cual he podido realizar este trabajo, y aunque ningún político va a leer este párrafo, no puedo evitar hacer mi reivindicación desde aquí y decir que “Sin ciencia no hay futuro”.

Al Dr. Carlos Crisosto por acogerme es su grupo de investigación en mi segunda estancia, gracias por darme un trato excelente, haberme implicado desde el primer día en tu grupo y hacerme sentir tan bien.

A los miembros del laboratorio de Carlos Crisosto (Gayle, Carol, Cristie, Francesco y Malik), muchas gracias por vuestra amabilidad y compañerismo.

Al Dr. Manuel Agustí y su grupo (Amparo, Carmina, Carlos y Vicent), por acogerme es su laboratorio y aportarme las primeras claves sobre el “mundo” de las reservas de carbohidratos y nitrógeno.

Al Dr. Theodore DeJong por aceptarme en su grupo para realizar mi primera estancia en el extranjero, darme la oportunidad de visitar diferentes ensayos por toda California y realizar diferentes cursos que han mejorado mi formación.

A mis amigos de Sanlúcar por esos veranos inolvidables que hemos pasado, y los que nos quedan por pasar.

A todos mis amigos de Davis, que he tenido la suerte de conocer en las dos estancias que realicé, es un placer inmenso viajar y conocer a personas de otras partes del mundo que te aportan y enriquecen.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ABREVIATURAS.....	XIX
RESUMEN	XXIII
ABSTRACT.....	XXV
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. CIFRAS Y DATOS DE FRUTICULTURA.....	1
1.1.1. Frutales de hueso y de pepita	2
1.1.1.1. Frutales de pepita	2
1.1.1.2. Frutales de hueso	2
1.1.1.2.1. El ciruelo.....	3
1.1.1.2.1.1. Origen, especies y distribución mundial.....	3
1.1.1.2.1.2. El ciruelo en España y Andalucía.....	4
1.1.1.2.2. El Albaricoquero	6
1.1.1.2.2.1. Origen, especies y distribución mundial.....	6
1.1.1.2.2.2. El albaricoquero en España y Andalucía	6
1.2. LA AGRICULTURA ECOLÓGICA: INICIOS, EVOLUCIÓN Y ESTADO ACTUAL.....	8
1.2.1. Cultivo ecológico de frutales: cifras, retos y cuellos de botella.....	10
1.2.1.1. Fertilización.....	11
1.2.1.2. Manejo de la flora adventicia	13
1.2.1.3. Plagas y enfermedades	14
1.2.1.3.1. Principales plagas y sistemas de control en fruticultura ecológica.....	14
1.2.1.3.2. Enfermedades y virosis	16
1.3. RENDIMIENTOS Y CALIDAD DE LA FRUTA	19
1.4. CRECIMIENTO, FLORACIÓN Y FISIOLÓGÍA	21
1.4.1. El periodo de reposo	21
1.4.2. Floración	22
1.4.3. Crecimiento vegetativo.....	23
1.4.4. Crecimiento fructífero	24
1.5. RESERVAS DE CARBOHIDRATOS Y NITRÓGENO	24
2. OBJETIVOS.....	29
3. MATERIAL Y MÉTODOS	33
3.1. MATERIAL VEGETAL	33
3.2. LOCALIZACIÓN Y DISEÑO DE LOS ENSAYOS	36
3.3. PARÁMETROS EDAFOCLIMÁTICOS.....	38
3.4. FERTILIZACIÓN, TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS Y OTRAS LABORES REALIZADAS EN LAS PARCELAS DE ENSAYO.....	42
3.5. MEDICIÓN DEL CRECIMIENTO DEL ÁRBOL.....	45

3.6. DETERMINACIÓN DE LAS PRODUCCIONES Y ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA FRUTA.....	47
3.6.1. Crecimiento del fruto	50
3.7. DETERMINACIÓN DE LAS FASES DE FLORACIÓN Y DEFOLIACIÓN OTOÑAL E INCIDENCIA DE ROYA.....	50
3.8. ANALÍTICAS DEL SUELO Y FOLIARES.....	51
3.9. ANÁLISIS DE RESERVAS DE CARBOHIDRATOS Y NITRÓGENO EN MADERA.....	52
3.9.1. Determinación analítica de nitrógeno proteico	52
3.9.2. Determinación analítica de nitrógeno amoniacal.....	53
3.9.3. Determinación analítica de nitrógeno nítrico	53
3.9.4. Determinación del nitrógeno total.....	53
3.9.5. Determinación analítica de los azúcares solubles totales	53
3.9.6. Determinación analítica del almidón.....	53
3.10. CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE 'MARIANA 2624' EN CONDICIONES CONTROLADAS EN CÁMARA DE CULTIVO	54
3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS Y REALIZACIÓN DE GRÁFICAS	55
4. RESULTADOS.....	59
4.1. CIRUELO JAPONÉS	59
4.1.1. Fertilización y otras labores realizadas en ambas parcelas	59
4.1.2. Resultados de los análisis de suelo y foliares	60
4.1.3. Crecimiento vegetativo del árbol	75
4.1.3.1. Parámetros biométricos del árbol: TCSA, BCSA, altura, perímetro y volumen	75
4.1.3.1.1. TCSA.....	75
4.1.3.1.2. BCSA	79
4.1.3.1.3. Altura.....	80
4.1.3.1.4. Perímetro.....	81
4.1.3.1.5. Volumen	82
4.1.3.2. Crecimiento de ramos.....	83
4.1.3.3. Peso de los restos de poda	85
4.1.4. Floración	86
4.1.5. Defoliación otoñal e incidencia de la enfermedad de la roya	92
4.1.5.1. Defoliación otoñal	92
4.1.5.2. Incidencia de la enfermedad de la roya	101
4.1.6. Determinación de las reservas de carbohidratos y nitrógeno en madera	108
4.1.6.1. Almidón.....	108
4.1.6.2. Azúcares solubles totales	110
4.1.6.3. Nitrógeno proteico	112
4.1.6.4. Nitrógeno amoniacal.....	114
4.1.6.5. Nitrógeno nítrico	116
4.1.6.6. Nitrógeno total	117
4.1.7. Parámetros biométricos, cinética de defoliación y contenido de reservas en miniplantas de ciruelo 'Mariana 2624' crecidas en condiciones controladas con fertilización orgánica y mineral	118

4.1.8. Producción de Fruta	120
4.1.9. Calidad de la fruta	127
4.1.9.1. Crecimiento del fruto.....	129
4.1.9.2. Diámetro medio	134
4.1.9.3. Peso	138
4.1.9.4. Firmeza.....	141
4.1.9.5. Color	144
4.1.9.6. Sólidos solubles totales	150
4.1.9.7. Acidez.....	153
4.1.9.8. Índice de madurez	156
4.2. ALBARICOQUERO.....	159
4.2.1. Fertilización y principales labores realizadas en ambas parcelas .	159
4.2.2. Resultados de los análisis de suelo	160
4.2.3. Crecimiento vegetativo del árbol	161
4.2.3.1. TCSA	161
4.2.4. Floración	161
4.2.5. Producción y calidad de la fruta	163
4.2.5.1. Producción de fruta.....	163
4.2.5.2. Calidad de la fruta.....	164
4.2.5.2.1. Diámetro medio	164
4.2.5.2.2. Peso	165
4.2.5.2.3. Firmeza	165
4.2.5.2.4. Color.....	166
4.2.5.2.5. Sólidos solubles totales.....	167
4.2.5.2.6. Acidez	167
4.2.5.2.7. Índice de madurez.....	168
5. DISCUSIÓN	171
5.1. NUTRIENTES EN EL SUELO Y FOLIARES	172
5.2. CRECIMIENTO VEGETATIVO DEL ÁRBOL.....	174
5.3. FLORACIÓN Y DEFOLIACIÓN OTOÑAL.....	175
5.4. RESERVAS DE CARBOHIDRATOS Y NITRÓGENO EN MADERA	177
5.5. RENDIMIENTOS	180
5.6. CALIDAD DE LA FRUTA.....	182
5.6.1. Tamaño y peso del fruto.....	183
5.6.2. Firmeza	184
5.6.3. Color.....	184
5.6.4. Sólidos solubles totales.....	185
5.6.5. Acidez	186
5.6.6. Índice de madurez.....	187
5.7. CONSIDERACIONES FINALES.....	187
6. CONCLUSIONES	193
7. BIBLIOGRAFÍA	197

ANEXO 1. ESTADOS FENOLÓGICOS Y DURACIÓN DE LA FLORACIÓN PARA CADA AÑO DEL PERIODO 2007 AL 2014	221
ANEXO 2. TABLAS DE GRADO DE DEFOLIACIÓN	227
ANEXO 3. TABLAS DE SEVERIDAD DE LA ROYA	237
ANEXO 4. PUBLICACIONES GENERADAS, ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN Y ESTANCIAS REALIZADAS DURANTE EL DESARROLLO DE ESTA TESIS DOCTORAL.....	245

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Principales características de los 14 cultivares de ciruelo japonés utilizados en el estudio.....	35
Tabla 3.2. Variables agroclimáticas más relevantes registradas en el periodo de floración (1 de febrero al 15 de abril) para los años comprendidos entre 2007 y 2014.	40
Tabla 3.3. Variables agroclimáticas más relevantes registradas durante cada uno de los años del estudio (precipitación acumulada y HF), y variables agroclimáticas con mayor relevancia en el periodo de fructificación (1 de mayo al 15 de agosto) para los años comprendidos entre 2007 y 2014.	40
Tabla 3.4. Características físico-químicas en el suelo de las parcelas convencional y ecológica de ciruelos en el momento de la plantación (enero 2005).....	41
Tabla 3.5. Tratamientos fitosanitarios realizados en ambas parcelas.....	43
Tabla 4.1. Contenido anual medio de nutrientes en el estiércol aportado a la parcela ecológica en el periodo 2006-2013.	59
Tabla 4.2. Contribución bruta en materia seca y principales macronutrientes de las diferentes cubiertas vegetales utilizadas en la parcela ecológica.....	60
Tabla 4.3. Composición química del suelo en las parcelas de ciruelos en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el periodo 2005-2014.....	63
Tabla 4.4. Analítica foliar del cultivar 'Laetitia' cultivado en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2006.....	64
Tabla 4.5. Analítica foliar de los cultivares 'Laetitia', 'Golden Japan', 'Sapphire', 'Golden Japan' y 'Showtime' cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2007.....	64
Tabla 4.6. Analítica foliar de los cultivares 'Souvenir', 'Laetitia', 'Golden Japan' y 'Friar' cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2008.	65
Tabla 4.7. Analítica foliar de los cultivares 'Sapphire', 'Golden Japan' y 'Showtime' cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2009.....	65
Tabla 4.8. Analítica foliar de los cultivares 'Sapphire', 'Laetitia', 'Golden Japan' y 'Showtime' cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2010.....	66
Tabla 4.9. Analítica foliar de los cultivares 'Souvenir', 'Red Beaut', 'Friar' y 'Showtime' cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2011.....	67
Tabla 4.10. Analítica foliar de los cultivares 'Souvenir', 'Red Beaut', 'Friar' y 'Showtime' cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en tres fechas diferentes del año 2012.	68
Tabla 4.11. Analítica foliar de los cultivares 'Souvenir', 'Red Beaut', 'Friar' y 'Showtime' cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2013.	69
Tabla 4.12. Analítica foliar de los cultivares 'Souvenir', 'Red Beaut', 'Friar' y 'Showtime' cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2014.	70

Tabla 4.13. Valores de TCSA (cm ²) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2005, 2006, 2007 y 2008.....	76
Tabla 4.14. Valores de TCSA (cm ²) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2009, 2010 y 2011.....	77
Tabla 4.15. Valores de TCSA (cm ²) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012, 2013 y 2014.....	78
Tabla 4.16. Valores de TCSA (cm ²) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (en verde) y convencional (en marrón) el año 2014.....	79
Tabla 4.17. Valores de BCSA (cm ²) de cuatro cultivares de ciruelo japonés en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años 2011, 2012, 2013 y 2014.....	80
Tabla 4.18. Altura media (A) en metros de los árboles al comienzo (1) y al final (2) del ciclo y tasa de crecimiento de la altura (TCA) de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012 y 2014.....	81
Tabla 4.19. Perímetro medio (P) en metros de los árboles al comienzo (1) y al final (2) del ciclo y tasa de crecimiento del perímetro (TCP) de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012, 2013 y 2014.....	82
Tabla 4.20. Volumen (m ³) de cuatro cultivares de ciruelo japonés en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el periodo 2011-2014.....	83
Tabla 4.21. Pesos fresco y seco de ramos marcados en cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en tres momentos del ciclo de crecimiento en el año 2012.....	84
Tabla 4.22. Pesos fresco y seco de ramos marcados en cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en tres momentos del ciclo de crecimiento en el año 2014.....	85
Tabla 4.23. Peso de los restos de poda (Kg/árbol) de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años 2011, 2012, 2013, 2014 y valores acumulados en ese periodo.....	86
Tabla 4.24. Peso húmedo de las hojas (g) por rama de 80 cm de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en octubre del año 2011 y septiembre del año 2014.....	101
Tabla 4.25. Reservas de almidón (mg/g) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en diferentes fechas del periodo 2011-2014.....	109
Tabla 4.26. Reservas de azúcares solubles totales (mg/g) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en diferentes fechas del periodo 2011-2014.....	111

Tabla 4.27. Reservas de nitrógeno proteico (%) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en diferentes fechas del periodo 2011-2014.....	113
Tabla 4.28. Reservas de nitrógeno amoniacal (%) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en diferentes fechas del periodo 2011-2014.	115
Tabla 4.29. Reservas de nitrógeno nítrico (µg/g) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en diferentes fechas del periodo 2011-2014.....	116
Tabla 4.30. Reservas de nitrógeno total (%) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en diferentes fechas del periodo 2011-2014.....	118
Tabla 4.31. Grado de defoliación (GD) de miniplantas del ciruelo 'Mariana 2624' cultivadas con fertilización orgánica (AE) o mineral (AC) durante el periodo en el que se simularon condiciones de temperatura y fotoperiodo otoñales.	119
Tabla 4.32. Longitud y anchura (cm) de las miniplantas del ciruelo 'Mariana 2624' cultivadas con fertilización orgánica (AE) o mineral (AC) tras 193 días de crecimiento.	120
Tabla 4.33. Reservas de almidón, azúcares solubles totales, nitrógeno proteico, amoniacal y nítrico en miniplantas del ciruelo 'Mariana 2624' cultivadas en condiciones controladas con fertilización orgánica (AE) o mineral (AC) durante 193 días.....	120
Tabla 4.34. Producción (kg/árbol) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años 2009, 2010 y 2011.....	123
Tabla 4.35. Producción (kg/árbol) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años 2012, 2013 y 2014.....	124
Tabla 4.36. Producción acumulada (kg/árbol) y ratio AE/AC de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC).	125
Tabla 4.37. Diámetro ecuatorial (mm) del fruto de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) a lo largo de su periodo de engorde en el año 2012.	130
Tabla 4.38. Diámetro ecuatorial (mm) del fruto de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) a lo largo de su periodo de engorde en el año 2013.....	131
Tabla 4.39. Diámetro ecuatorial (mm) del fruto de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) a lo largo de su periodo de engorde en el año 2014.....	132
Tabla 4.40. Diámetro medio del fruto (mm) de siete cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años 2008 al 2014.....	136

Tabla 4.41. Diámetro medio del fruto (mm) de siete cultivares adicionales de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años 2008 al 2014.	137
Tabla 4.42. Peso de la fruta (g) de siete cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años 2008 al 2014.	139
Tabla 4.43. Peso de la fruta (g) de siete cultivares adicionales de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años 2008 al 2014.	140
Tabla 4.44. Firmeza de la fruta (kg/cm ²) de siete cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.	142
Tabla 4.45. Firmeza de la fruta (kg/cm ²) de siete cultivares adicionales de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.	143
Tabla 4.46. Valores de la coordenada a* del color de la fruta de siete cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.	146
Tabla 4.47. Valores de la coordenada a* del color de la fruta de siete cultivares adicionales de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.	147
Tabla 4.48. Valores de la coordenada b* del color de la fruta de siete cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.	148
Tabla 4.49. Valores de la coordenada b* del color de la fruta de siete cultivares adicionales de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.	149
Tabla 4.50. Contenido de sólidos solubles (°Brix) de la fruta de siete cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.	151
Tabla 4.51. Contenido de sólidos solubles (°Brix) de la fruta de siete cultivares adicionales de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.	152
Tabla 4.52. Acidez (g de ácido málico/100 ml) de la fruta de siete cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.	154
Tabla 4.53. Acidez (g de ácido málico/100 ml) de la fruta de siete cultivares adicionales de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.	155
Tabla 4.54. Índice de madurez de la fruta de siete cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.	157
Tabla 4.55. Índice de madurez de la fruta de siete cultivares adicionales de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.	158
Tabla 4.56. Contenido anual medio de nutrientes en el periodo 2009-2013 en el estiércol aportado a la parcela ecológica de albaricoquero.	159

Tabla 4.57. Contribución bruta en materia seca y macronutrientes de las diferentes cubiertas vegetales utilizadas en la parcela ecológica de albaricoquero.....	160
Tabla 4.58. Características químicas del suelo en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en la plantación de albaricoquero en el año 2012.....	160
Tabla 4.59. TCSA (cm ²) del cultivar ‘Ninfa’ de albaricoquero injertado sobre los portainjertos ‘Nemaguard’ y ‘Real Fino’ cultivado en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012 y 2013.	161
Tabla 4.60. Inicio de la floración (IF), plena floración (PF), final de la floración (FF) (días después del 1 de enero) y duración de la floración en días (DF) del cultivar ‘Ninfa’ de albaricoquero injertado sobre ‘Nemaguard’ y ‘Real Fino’ en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012 y 2013.	162
Tabla 4.61. Producción (kg/árbol y kg/ha) del cultivar ‘Ninfa’ injertado sobre los portainjertos ‘Nemaguard’ y ‘Real Fino’ cultivado en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años 2012 y 2013.	164
Tabla 4.62. Diámetro medio de la fruta (mm) del cultivar ‘Ninfa’ de albaricoquero injertado sobre los portainjertos ‘Nemaguard’ y ‘Real Fino’ cultivado en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012 y 2013.	164
Tabla 4.63. Peso de la fruta (g) del cultivar ‘Ninfa’ de albaricoquero, injertado sobre los portainjertos ‘Nemaguard’ y ‘Real Fino’ cultivado en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012 y 2013....	165
Tabla 4.64. Firmeza del fruto (kg/cm ²) del cultivar ‘Ninfa’ de albaricoquero, injertado sobre los portainjertos ‘Nemaguard’ y ‘Real Fino’ cultivado en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012 y 2013.	166
Tabla 4.65. Coordenadas CIELAB de color a* y b* del fruto del cultivar ‘Ninfa’ de albaricoquero, injertado en los portainjertos ‘Nemaguard’ y ‘Real Fino’ cultivado en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012 y 2013.	166
Tabla 4.66. Contenido de sólidos solubles del fruto (°Brix) del cultivar ‘Ninfa’ de albaricoquero, injertado sobre los portainjertos ‘Nemaguard’ y ‘Real Fino’ cultivado en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012 y 2013.	167
Tabla 4.67. Acidez del fruto (g de ácido málico/100 ml) del cultivar ‘Ninfa’ de albaricoquero injertado sobre los portainjertos ‘Nemaguard’ y ‘Real Fino’ cultivado en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012 y 2013.	167
Tabla 4.68. Índice de madurez del fruto del cultivar ‘Ninfa’ de albaricoquero injertado sobre los portainjertos ‘Nemaguard’ y ‘Real Fino’ cultivado en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012 y 2013.	168
Tabla 5.1. Cultivares de ciruelo japonés recomendados para su cultivo en manejo ecológico en el valle del Guadalquivir.....	188
Tabla A1.1. Inicio de floración (IF), plena floración (PF) y final de floración (FF) de siete cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años del periodo 2007 a 2014.....	223

Tabla A1.2. Inicio de floración (IF), plena floración (PF) y final de la floración (FF) de siete cultivares adicionales de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años del periodo 2007 al 2014.....	224
Tabla A1.3. Duración de la floración (días) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2007 al 2014, valor medio de los ocho años (Media) y diferencia de la duración de la floración del tratamiento convencional y el ecológico (C-E).	225
Tabla A2.1. Cinética de defoliación (0 a 5) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2008.....	229
Tabla A2.2. Cinética de defoliación (0 a 5) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2009.....	230
Tabla A2.3. Cinética de defoliación (0 a 5) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2010.....	231
Tabla A2.4. Cinética de defoliación (0 a 5) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2011.....	232
Tabla A2.5. Cinética de defoliación (0 a 5) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2012.....	233
Tabla A2.6. Cinética de defoliación (0 a 5) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2013.....	234
Tabla A2.7. Cinética de defoliación (0 a 5) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2014.....	235
Tabla A3.1. Severidad de la enfermedad de la roya (0 a 5) en 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2009.....	239
Tabla A3.2. Severidad de la enfermedad de la roya (0 a 5) en 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2010.....	240
Tabla A3.3. Severidad de la enfermedad de la roya (0 a 5) en 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2010.....	241
Tabla A3.4. Severidad de la enfermedad de la roya (0 a 5) en 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2011.....	241
Tabla A3.5. Severidad de la enfermedad de la roya (0 a 5) en 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2012.....	242
Tabla A3.6. Severidad de la enfermedad de la roya (0 a 5) en 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2013.....	243

Tabla A3.7. Severidad de la enfermedad de la roya (0 a 5) en 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2014.....	244
---	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Distribución de la superficie de frutales en España (MAGRAMA, 2014).....	1
Figura 1.2. Distribución de la superficie de frutales en Andalucía (CAPYDR, 2014).	2
Figura 1.3. a) Superficie en miles de hectáreas y b) producción en miles de toneladas de los frutales de hueso en España (MAGRAMA, 2014).	3
Figura 1.4. Evolución de la superficie de ciruelo (línea negra) y la producción de ciruelas (línea gris) en España (MAGRAMA, 2014).	4
Figura 1.5. Producción de ciruelas en España en el año 2012 por Comunidades Autónomas (MAGRAMA, 2014).....	5
Figura 1.6. Evolución de la superficie de albaricoquero (línea negra) y la producción de albaricoques (línea gris) en España (MAGRAMA, 2014).	7
Figura 1.7. Producción de albaricoques en España en el año 2012 por Comunidades Autónomas (MAGRAMA, 2014).....	7
Figura 1.8. Países con mayor superficie de AE en el mundo (IFOAM, 2014).	9
Figura 1.9. Porcentajes de superficie de AE en España por Comunidades Autónomas (MAGRAMA, 2014).....	10
Figura 1.10. Porcentaje de superficie de cultivo de frutales en AE en Andalucía (MAGRAMA, 2014).....	11
Figura 1.11. a) Cubierta vegetal de veza y avena plantada en el ensayo de ciruelo en la finca experimental Las Torres. b) Nódulos formados en raíces de planta de haba.	12
Figura 1.12. a) Malla sintética usada para impedir que emerjan las plantas arvenses. b) Desbrozadora mecánica manual para eliminar las arvenses en la línea de cultivo.....	14
Figura 1.13. a) Larva de la mosca mediterránea de la fruta y daño provocado sobre ciruela. b) Larva de gusano cabezudo y daño provocado sobre raíces de albaricoque.....	15
Figura 1.14. a) Hojas de ciruelo atacadas por pulgón ceroso [<i>Hyalopterus pruni</i> (Geoffroy)]. b) Daño provocado por el piojo de San José, <i>Quadraspidiotus perniciosus</i> (Comstock), sobre una ciruela del cultivar 'Red Beaut'.....	16
Figura 1.15. a) Larva de Anarsia y daño interno provocado en platerina. b) Agallas en yemas provocadas por <i>Acalitus phloeocoptes</i> (Nalepa) sobre ramos de ciruelo.	16
Figura 1.16. a) Ataque de roya en hoja de ciruelo. b) Daños provocados sobre rama de ciruelo por ataque de <i>Monilinia</i> sp. c) Ciruela momificada por ataque de <i>Monilinia</i> sp.	17
Figura 1.17. a) Hojas de ciruelo con lesiones de cribado. b) Hojas de melocotonero con lepra.	18
Figura 1.18. a) Hoja de albaricoque con oidio. b) Albaricoques deformados por el virus de la sharka.....	19
Figura 1.19. Curva de crecimiento doble sigmoidea de la fruta de hueso.....	24

Figura 3.1. Cultivares de ciruelo japonés, a) ‘Larry-Ann’, b) ‘Fortune’, c) ‘Souvenir’, d) ‘Songold’, e) ‘Sapphire’, f) ‘Red Beaut’, g) ‘Laetitia’, h) ‘Blackamber’, i) ‘Primetime’, j) ‘Santa Rosa’, k) ‘Angeleno’, l) ‘Golden Japan’, m) ‘Friar’, n) ‘Showtime’ y ñ) cultivar de albaricoquero ‘Ninfa’.....	34
Figura 3.2. Vista aérea de la finca Las Torres con las parcelas de ciruelo: parcela ecológica (PE) y parcela convencional (PC).....	36
Figura 3.3. Croquis del diseño del ensayo de los 14 cultivares de ciruelo.	37
Figura 3.4. Croquis del diseño del ensayo de albaricoquero.....	37
Figura 3.5. Diagrama ombrotérmico para cada uno de los años del periodo 2007-2014.	39
Figura 3.6. Riego por gravedad en una de las parcelas del ensayo.....	44
Figura 3.7. Tractor con grada de discos labrando en la calle.....	45
Figura 3.8. a) Medida de la altura, A1, en el cultivar ‘Showtime’. b) Medida del perímetro, P1, en el cultivar ‘Friar’.	46
Figura 3.9. Peso de los restos de poda con balanza digital.	47
Figura 3.10. Ramo de un año marcado con pintura a 15 cm del ápice (a) para cortarlo (b) y pesarlo (c) tras un periodo de crecimiento.	47
Figura 3.11. a) Medida de los diámetros ØE, ØP y ØS con calibre digital. b) Medida del peso de la fruta con balanza de precisión. c) Medida de la firmeza con penetrómetro.	49
Figura 3.12. a) Medida del color con colorímetro. b) Medida de los SSC con refractómetro digital.	49
Figura 3.13. Medición del diámetro ecuatorial en ciruela del cultivar ‘Friar’.....	50
Figura 3.14. a) Ramas tomadas al azar para el análisis de reservas. b) Ramas troceadas en pequeñas porciones. c) Muestra molida.	52
Figura 3.15. a) Planta con el sustrato originario del vivero (derecha) y planta lavada con la raíz desnuda preparada para plantar (izquierda). b) Bandejas con plantas en cámara de cultivo.	55
Figura 4.1. Representación gráfica de la evolución de los macro y microelementos en hojas del cultivar ‘Souvenir’ cultivado en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el periodo 2011-14. El área sombreada corresponde al rango de valores considerados adecuados.....	71
Figura 4.2. Representación gráfica de la evolución de los macro y microelementos en hojas del cultivar ‘Red Beaut’ cultivado en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el periodo 2011-14. El área sombreada corresponde al rango de valores considerados adecuados.....	72
Figura 4.3. Representación gráfica de la evolución de los macro y microelementos en hojas del cultivar ‘Friar’ cultivado en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el periodo 2011-14. El área sombreada corresponde al rango de valores considerados adecuados.....	73
Figura 4.4. Representación gráfica de la evolución de los macro y microelementos en hojas del cultivar ‘Showtime’ cultivado en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el periodo 2011-14. El área sombreada corresponde al rango de valores considerados adecuados.....	74

Figura 4.5. Cronograma de floración de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2007. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración y el símbolo incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.	87
Figura 4.6. Cronograma de floración de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2008. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración y el símbolo incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.	88
Figura 4.7. Cronograma de floración de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2009. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración y el símbolo incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.	88
Figura 4.8. Cronograma de floración de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2010. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración y el símbolo incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.	89
Figura 4.9. Cronograma de floración de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2011. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración y el símbolo incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.	89
Figura 4.10. Cronograma de floración de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2012. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración y el símbolo incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.	90
Figura 4.11. Cronograma de floración de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2013. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración y el símbolo incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.	90
Figura 4.12. Cronograma de floración de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2014. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración y el símbolo incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.	91
Figura 4.13. Cronograma de floración de la media de los 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en los años 2007 al 2014. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración y el símbolo incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.	91
Figura 4.14. Cinética de defoliación de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2008. GD: grado de defoliación.	94

Figura 4.15. Cinética de defoliación de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2009. GD: grado de defoliación.....	95
Figura 4.16. Cinética de defoliación de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2010. GD: grado de defoliación.....	96
Figura 4.17. Cinética de defoliación de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2011. GD: grado de defoliación.....	97
Figura 4.18. Cinética de defoliación de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2012. GD: grado de defoliación.....	98
Figura 4.19. Cinética de defoliación de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2013. GD: grado de defoliación.....	99
Figura 4.20. Cinética de defoliación de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2014. GD: grado de defoliación.....	100
Figura 4.21. Hojas obtenidas de desfoliar manualmente ramas del cultivar 'Friar' en manejo en AC (izquierda) y en manejo en AE (derecha) en el año 2011.....	101
Figura 4.22. Severidad de la roya sobre la superficie foliar de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2009.....	103
Figura 4.23. Severidad de la roya sobre la superficie foliar de 4 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2010.....	104
Figura 4.24. Severidad de la roya sobre la superficie foliar de 4 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2011.....	104
Figura 4.25. Severidad de la roya sobre la superficie foliar de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2012.....	105
Figura 4.26. Severidad de la roya sobre la superficie foliar de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2013.....	106
Figura 4.27. Severidad de la roya sobre la superficie foliar de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2014.....	107
Figura 4.28. Evolución de las reservas de almidón (mg/g) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón).	110
Figura 4.29. Evolución de las reservas de azúcares solubles totales (mg/g) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón).....	112
Figura 4.30. Evolución de las reservas de nitrógeno proteico (%) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón).....	114

Figura 4.31. Evolución de las reservas de nitrógeno amoniacal (%) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón).....	115
Figura 4.32. Evolución de las reservas de nitrógeno nítrico ($\mu\text{g/g}$) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón).....	117
Figura 4.33. Representación gráfica de la cinética de defoliación de miniplantas del ciruelo 'Mariana 2624' cultivadas con fertilización orgánica (línea verde) o mineral (línea marrón) durante el periodo en el que se simularon condiciones de temperatura y fotoperiodo otoñales. GD: grado de defoliación.	119
Figura 4.34. Aspecto general de las miniplantas con fertilización orgánica (izquierda) y mineral (derecha) 44 días después de establecer las condiciones otoñales.	119
Figura 4.35. Producción (kg/ha) de ocho cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años del periodo 2009-2014 y producción media.....	126
Figura 4.36. Producción (kg/ha) de seis cultivares de ciruelo japonés adicionales cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años del periodo 2009-2014 y producción media.	127
Figura 3.37. Calendario de recolección en las parcelas del ensayo de los cultivares de ciruelo japonés incluidos en el estudio.	128
Figura 4.38. Evolución del diámetro ecuatorial de la fruta ($\emptyset E$, mm) de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2012.....	133
Figura 4.39. Evolución del diámetro ecuatorial de la fruta ($\emptyset E$, mm) de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2013.....	133
Figura 4.40. Evolución del diámetro ecuatorial de la fruta ($\emptyset E$, mm) de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2014.....	134
Figura 4.41. Cambio en los valores de las tres coordenadas de color en diferentes cultivares de ciruelas ^a (Daza <i>et al.</i> , 2012a).....	144
Figura 4.42. Cronograma de floración del cultivar 'Ninfa' de albaricoquero injertado sobre los portainjertos 'Nemaguard' (Nem) y 'Real Fino' (RF) cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2012. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración; el asterisco incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.....	162
Figura 4.43. Cronograma de floración del cultivar 'Ninfa' de albaricoquero injertado sobre los portainjertos 'Nemaguard' (Nem) y 'Real Fino' (RF) cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2013. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración; el asterisco incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.....	163

Figura 5.1. a) Condiciones agroclimáticas registradas en la zona del estudio durante los meses de febrero a abril de 2013. La humedad relativa y la temperatura son las medias diarias. b) Cronograma de floración de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2013. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración. 182

ABREVIATURAS

a	altura
AC	Agricultura convencional
AE	Agricultura ecológica
ARC	Consejo de Investigación Agrícola (del inglés Agricultural Research Council Infruitec-Nietvoorbi)
AOAC	Asociación Oficial de Análisis Químico (del inglés Association of Official Analytical Chemists)
A1	Altura del árbol al principio del ciclo vegetativo
A2	Altura del árbol al final del ciclo vegetativo
a.C.	Antes de Cristo
BCSA	Área de la sección transversal de las ramas principales (del inglés cross-section area of the branch)
CAPYDR	Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural de Andalucía.
CCAA	Comunidades Autónomas
CE	Conductividad eléctrica
cm	centímetro
d	Defoliado
d.C.	Después de Cristo
DF	Duración de la floración
dif. sig.	diferencia significativa
DNS	Ácido 3,5-dinitrosalicílico
DTPA	Ácido dietilen triamino pentaacético
ETo	Evapotranspiración de referencia
EUFIC	Consejo Europeo de Información sobre Alimentación (del inglés The European Food Information Council)
FAOSTAT	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (del inglés Food and Agriculture Organization of the United Nations)
FEPEX	Federación Española de Asociaciones de Productores Exportadores de Frutas, Hortalizas, Flores y Plantas Vivas
FF	Final de la floración
g	gramo
GD	Grado de defoliación

h	hora
ha	Hectárea
HF	Horas-frío
IF	Inicio de la floración
IFAPA	Instituto de Investigación y Formación Agraria, Pesquera y Alimentaria
IFOAM	Federación Internacional de Movimientos Ecológicos (del inglés International Federation of Organic Agriculture Movements)
IM	Índice de madurez
IOPI	Organización Internacional para la Información de plantas (del inglés International Organization for Plant Information)
kg	kilogramo
kg/cm²	kilogramo/centímetros cuadrados
kg/ha	kilogramo/hectárea
km	kilómetro
l	litro
l/ha	litro/hectárea
LSD	Diferencia mínima significativa (del inglés Least significant difference)
M	Molar
m	metro
m²	metro cuadrado
m³	metro cúbico
MAGRAMA	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
meq	miliequivalente
mg	Miligramo
ml	mililitro
mm	milímetro
MO	Materia orgánica
m/s	metros/segundo
N	Normal
Nem	Nemaguard
nd	no determinada
nm	nanómetro

p	Grado de significación
p. e.	por ejemplo
P1	Perímetro del árbol al principio del ciclo vegetativo
P2	Perímetro del árbol al final del ciclo vegetativo
PA	Producción acumulada
PC	Parcela convencional
PE	Parcela ecológica
PF	Plena floración
PPV	Plum Pox Virus
p/v	peso/volumen
RF	Real Fino
rpm	revoluciones por minuto
Sb	Superficie de la base
SECH	Sociedad Española de Ciencias Hortícolas
SSC	Concentración de sólidos solubles (del inglés soluble solids concentration)
t	tonelada
T^a	Temperatura
TCA	Tasa de crecimiento de la altura del árbol
TCP	Tasa de crecimiento del perímetro del árbol
TCSA	Área de la sección transversal de tronco (del inglés cross-section area of the trunk)
UF	Unidades frío
USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (del inglés United States Department of Agriculture)
V	Volumen
μl	Microlitro
μS/cm	Microsiemens/centímetro
°C	Grados centígrados
%	Porcentaje
ØE	Diámetro ecuatorial
ØM	Diámetro medio
ØP	Diámetro polar
ØS	Diámetro de sutura

RESUMEN

La agricultura ecológica ha tenido un gran desarrollo en los últimos años aunque todavía representa un porcentaje bajo con respecto a la superficie total cultivada en el mundo. España es el quinto país del mundo en superficie y Andalucía la Comunidad Autónoma con mayor número de hectáreas de España. No obstante, el desarrollo de la fruticultura ecológica es aún escaso, debido a los problemas derivados del adecuado control fitosanitario, unos rendimientos inferiores y un sistema de comercialización menos desarrollado. En el año 2005 en el IFAPA Las Torres-Tomejil se inició una nueva línea de investigación en fruticultura ecológica. Ese año se realizó la plantación de 14 cultivares de ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl.), y posteriormente en 2009 se plantó un cultivar de albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.) injertado sobre dos portainjertos diferentes. Esta Tesis Doctoral aborda el estudio comparado, ecológico *versus* convencional, de estos dos frutales, centrándose en diferentes aspectos: fertilización, crecimiento vegetativo, floración, defoliación otoñal y su relación con la enfermedad de la roya, contenido en reservas de carbohidratos y nitrogenadas, producción y calidad de la fruta. Los resultados obtenidos han mostrado que el contenido de nutrientes en el suelo y en hojas fue adecuado y similar en los dos tipos de manejo. En ambas especies frutales se ha visto que el crecimiento vegetativo fue superior en los árboles manejados en agricultura convencional. El inicio de la floración sufrió un retraso y la duración de la floración fue algo menor en los árboles sometidos a manejo ecológico. Los árboles en manejo ecológico defoliaron antes, y ello estuvo directamente correlacionado con la severidad de la enfermedad de la roya, mayor en manejo en agricultura ecológica, aunque pueden estar implicados otros aspectos. Los análisis de reservas han mostrado niveles similares en ambos sistemas de manejo. La producción fue en torno a un 25 % superior en el manejo en agricultura convencional. No hubo grandes diferencias en los parámetros de calidad de la fruta, aunque es de reseñar que el calibre de la fruta convencional fue superior, mientras que el contenido en azúcar y la firmeza de la pulpa fueron ligeramente superiores en la fruta producida en manejo ecológico. En cuanto al estudio del comportamiento del albaricoquero 'Ninfa' injertado sobre dos portainjertos, se ha comprobado que en las condiciones ensayadas el portainjerto de melocotonero 'Nemaguard' ha sido más eficaz que el franco de albaricoquero 'Real Fino', ya que ha posibilitado árboles de mayor vigor y producción. La producción de la parcela ecológica ha sido inferior que la de la parcela convencional con ambos portainjertos. Los resultados obtenidos han sido de utilidad para determinar los cultivares de ciruelo que se estiman más idóneos para su cultivo ecológico en la zona de estudio.

ABSTRACT

Organic farming has had a great development in recent years but still represents a small portion compared to the total cultivated area in the world. Spain is the fifth country in the world in organic cultivated areas and Andalusia is the region with more surface area in organic farming in Spain. However, the development of organic fruit production is still limited mainly due to the problems of an adequate phytosanitary control, lower yields and a marketing system less developed. In 2005 at the IFAPA Las Torres-Tomejil a new line of research started in fruit organic agriculture. Fourteen Japanese plum cultivars (*Prunus salicina* Lindl.) were planted in 2005, and an apricot cultivar (*Prunus armeniaca* L.) grafted on two different rootstocks was planted in 2009. This work aims to approach the study of organic management compared to conventional management, in both fruit tree species, focusing on different aspects: fertilization, vegetative growth, flowering, autumn defoliation and its relationship with leaf rust disease, carbohydrate and nitrogen reserves, and yield and fruit quality. The results have shown that the nutrient content in soil and leaves was adequate and similar in both types of management. Tree vegetative growth in conventional management was higher in both fruit species. In organic management flowering bloom was delayed and the duration of flowering was lower. In addition, autumn defoliation happened before in tree organic management and was correlated with rust leaf although other aspects might be also involved. Reserve content was similar in both types of management. Yields were 25% higher in conventional management. Quality fruit parameters were similar between both managements, although fruit size was higher in conventional management and fruit sugar and firmness were slightly higher in organic management. Results obtained from the two rootstocks studied in apricots, indicated that 'Nemaguard' rootstock was better than 'Real Fino' since the trees showed higher vegetative growth and yield. Yields were lower in organic plots with both rootstocks. The results have been useful in determining plum cultivars that are considered more suitable for organic farming in the study area.

INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. CIFRAS Y DATOS DE FRUTICULTURA

Las frutas constituyen un componente muy importante en la alimentación humana por su riqueza en minerales, hidratos de carbono, fibras y vitaminas. La producción mundial de fruta en el año 2012 fue de 636,5 millones de toneladas, siendo el quinto producto agroalimentario, detrás de caña de azúcar, maíz, arroz y trigo. China, India y Brasil fueron los tres grandes productores de fruta. España está posicionada como noveno país del mundo en producción y el sexto en superficie (FAOSTAT, 2014).

La fruticultura es un sector agrario fundamental en España, con un valor económico que ronda los 7.000 millones de euros (MAGRAMA, 2014). Además, destaca también por su valor social, ya que es un cultivo que requiere mucha mano de obra tanto en los apartados de producción como de confección de la fruta, aspecto de gran importancia en diferentes regiones de España. El sector frutícola español es netamente exportador, con una tendencia creciente en los últimos 10 años. El 91 % del volumen de fruta exportado en 2012 tuvo como destino países de la Unión Europea y el 9 % restante se exportó a países extracomunitarios (FEPEX, 2014). Dentro de los países comunitarios, los principales países importadores de fruta española fueron Alemania, Francia Reino Unido e Italia.

La superficie dedicada a frutales en España, excluyendo olivar, viñedo y frutos secos, representó un 4,51 % de la superficie total dedicada a la agricultura en el año 2012. Dentro de este grupo de frutales, los cítricos representan el grupo más importante, seguido por los frutales de hueso y pepita (Figura 1.1) (MAGRAMA, 2014). El melocotonero ocupa un 38,9 % de la superficie de los no cítricos, siendo la especie con mayor relevancia, seguido por manzano (15,8%), cerezo (15,8 %), peral (11,7 %), albaricoquero (10,3 %) y ciruelo (7,4 %).

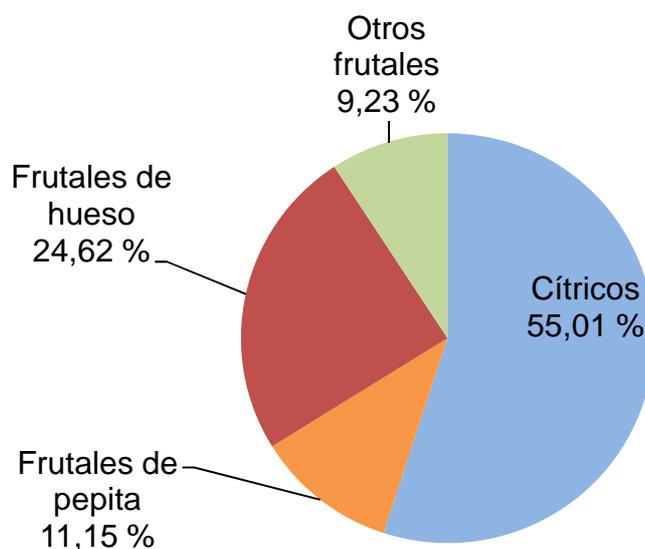


Figura 1.1. Distribución de la superficie de frutales en España (MAGRAMA, 2014).

Andalucía es una Comunidad Autónoma con gran importancia en fruticultura, siendo la que mayor superficie posee en olivar, almendro, membrillo, chirimoyo, aguacate, frambueso y chumbera, la segunda en naranja, mandarino, pomelo, ciruelo, níspero, nogal y granado y la tercera en limonero, higuera, castaño y pistacho (MAGRAMA, 2014).

La distribución de superficie de frutales en Andalucía, excluidos olivar, viñedo y frutos secos, se muestra en la Figura 1.2 (CAPYDR, 2014).

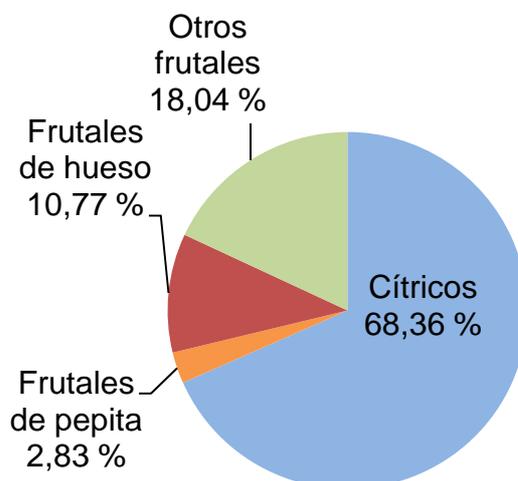


Figura 1.2. Distribución de la superficie de frutales en Andalucía (CAPYDR, 2014).

1.1.1. Frutales de hueso y de pepita

Los frutales de hueso y los de pepita representan aproximadamente un 35 % de superficie frutícola cultivada en España y un 13,60 % de la cultivada en Andalucía, excluyendo olivar, viñedo y frutos secos. Su distribución por el territorio nacional es diferente, ya que mientras los frutales de hueso abarcan una gran amplitud geográfica que engloba desde zonas cálidas a otras más frías (Andalucía, Comunidad Valenciana, Murcia, Extremadura, Aragón y Cataluña), los frutales de pepita se distribuyen principalmente por zonas frías del norte de España, como las Comunidades Autónomas de Cataluña, Galicia, Asturias y Aragón (García, 2014).

1.1.1.1. Frutales de pepita

Los frutales de pepita pertenecen a la familia Rosaceae, subfamilia Pomoideae. Las principales especies cultivadas son el manzano (*Malus domestica* Borkh) y el peral (*Pyrus communis* L.) (Phipps *et al.*, 1990). La superficie de cultivo de frutales de pepita ha disminuido de forma importante en los últimos años en España. En el año 2012 la superficie dedicada a manzano era 30.800 ha, y la dedicada a peral 25.500 ha (MAGRAMA, 2014).

1.1.1.2. Frutales de hueso

Los frutales de hueso pertenecen a la familia Rosaceae, subfamilia Prunoideae, género *Prunus* (Rehder, 1940). Las principales especies cultivadas

son el melocotonero [*Prunus persica* (L.) Batsch], del que se distinguen cuatro formas botánicas, melocotón [*Prunus persica* (L.) Batsch var. *persica*], nectarina de hueso libre [*Prunus persica* (L.) Batsch var. *nectarina* (Aiton)], nectarina de hueso adherente [*Prunus persica* (L.) Batsch var. *nucipersica* (Borkh.) Schneider] y paraguayo [*Prunus persica* (L.) Batsch var. *platycarpa* L.H. Bailey] (IOPI, 2014), el cerezo (*Prunus avium* L.), el albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.) y el ciruelo, del que se cultivan principalmente dos especies, el ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl.) y el ciruelo europeo (*Prunus domestica* L.).

A diferencia de los frutales de pepita, la superficie de frutales de hueso se ha incrementado en los últimos años en España. El principal cultivo por superficie y producción lo componen melocotoneros, nectarinas y paraguayos; el cerezo es el segundo frutal de hueso en superficie pero no en producción, seguido del albaricoquero y el ciruelo (MAGRAMA, 2014). La distribución de superficie y producción se muestra en la Figura 1.3.

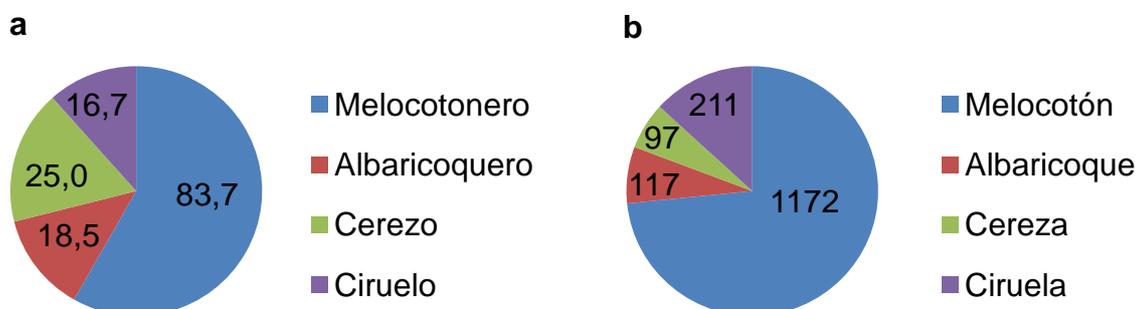


Figura 1.3. a) Superficie en miles de hectáreas y b) producción en miles de toneladas de los frutales de hueso en España (MAGRAMA, 2014).

1.1.1.2.1. El ciruelo

1.1.1.2.1.1. Origen, especies y distribución mundial

Existen entre 19 y 40 especies diferentes de ciruelo, dependiendo de la clasificación que se use (Hedrick, 1911; Rehder, 1940; Blazek, 2007), originarios de Europa, Asia y América. De todas ellas, solo dos tienen importancia agrícola: el ciruelo europeo (*Prunus domestica* L.) y el ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl.). Estas dos especies se cultivan en áreas diferentes, según sus requerimientos de frío invernal, en las zonas más frías el ciruelo europeo y en las más cálidas el ciruelo japonés (Topp *et al.*, 2012).

El origen del ciruelo japonés parece estar en China, en la cuenca del río Yangtze, donde podría haberse cultivado desde el año 300 a.C. (Yoshida, 1987) y desde finales del siglo XIX el ciruelo japonés es ampliamente cultivado en diferentes zonas de clima templado de todo el mundo (Faust y Surányi, 1999). El origen del ciruelo europeo parece que se produjo en Asia Menor (Crane y Lawrence, 1.956) y existen evidencias de haberse cultivado en diferentes países de Europa desde el siglo I d.C. (Okie y Ramming, 1999).

La producción mundial de ciruelas en el año 2012 fue aproximadamente de once millones de toneladas (FAOSTAT, 2014), concentrándose principalmente en tres continentes: Asia (68,20 %), Europa (21,30 %) y América (7,30 %). Los principales países productores de ciruela en el mundo son China, Rumania, Serbia, Chile y Turquía (FAOSTAT, 2014).

1.1.1.2.1.2. El ciruelo en España y Andalucía

España ocupó en el año 2012 el décimo lugar a nivel mundial y el tercero en la Unión Europea en producción de ciruelas (FAOSTAT, 2014), con una cifra de 210.726 t (MAGRAMA, 2014). En la última década la superficie española de ciruelo ha descendido, mientras que la producción ha sufrido algunas fluctuaciones importantes en los años 2004, 2005 y 2006, manteniéndose estable a partir de 2007 (Figura 1.4).

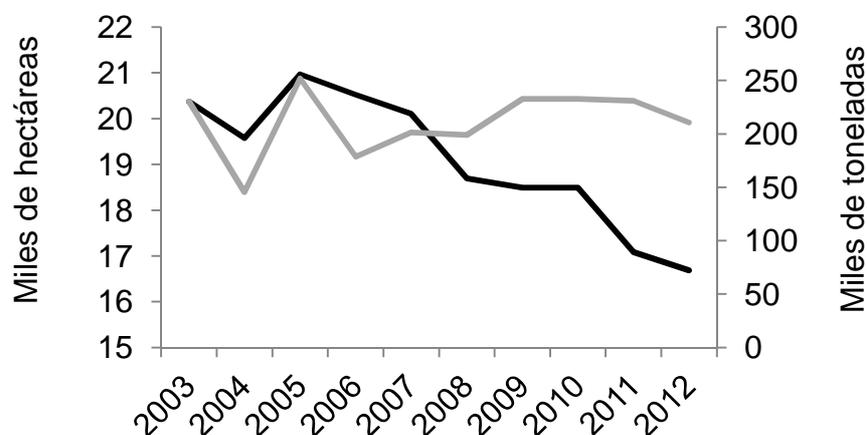


Figura 1.4. Evolución de la superficie de ciruelo (línea negra) y la producción de ciruelas (línea gris) en España (MAGRAMA, 2014).

Actualmente en España, aproximadamente el 70 % de la superficie cultivada de ciruelo son cultivares de la especie *Prunus salicina* Lindl. y el 30 % restante de la especie *Prunus domestica* L. (MAGRAMA, 2014).

Por comunidades autónomas, Extremadura encabezó la producción nacional (107.000 t en 3.500 ha), seguida de Andalucía (37.300 t en 2.900 ha) y en tercera posición la Región de Murcia (26.400 t en 1.900 ha). Entre las tres comunidades aglutinaron el 81 % de la producción nacional en el año 2012 (Figura 1.5) (MAGRAMA, 2014).

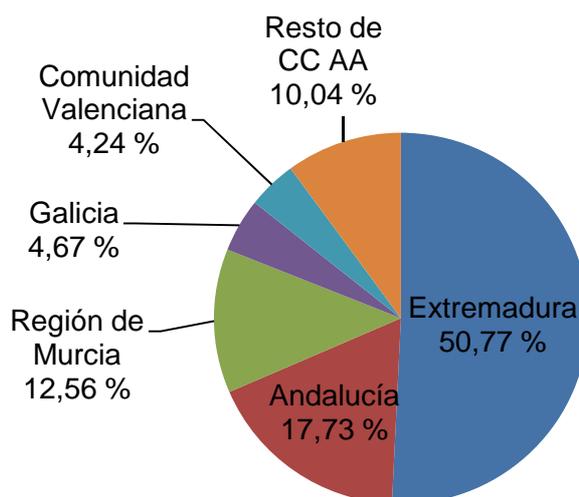


Figura 1.5. Producción de ciruelas en España en el año 2012 por Comunidades Autónomas (MAGRAMA, 2014).

La mejora del ciruelo japonés se inició a finales del siglo XIX en California, por parte del mejorador Luther Burbank, partiendo de material llevado desde Japón. De esa época es el cultivar ‘Santa Rosa’ (1907), que se sigue cultivando en la actualidad. En el siglo XX hubo importantes programas de obtención varietal en Estados Unidos y en Sudáfrica, de donde proceden la mayoría de los cultivares comercializados actualmente. Los cultivares predominantes en ciruelo japonés hace unos años eran ‘Red Beaut’, Golden Japan’ y ‘Santa Rosa’, pero en los últimos años la importante renovación varietal hace que exista un amplio plantel de cultivares (Hartmann y Neumüller, 2009), entre los que destacan ‘Angeleno’, ‘Black Diamond’, ‘Fortune’, ‘Larry-Ann’, ‘Red Beaut’, ‘Songold’, ‘Golden Globe’, ‘Laetitia’ y ‘Songold’, entre otros.

En los últimos años se han iniciado nuevos programas de mejora en varios países, Australia, Brasil, Estados Unidos, Francia, Israel y España, entre otros, lo que hace que en la actualidad estén surgiendo muchos cultivares nuevos.

Los problemas principales que tiene el cultivo del ciruelo en España son la sensibilidad de muchos cultivares al virus de la sharka, la autoincompatibilidad floral y la falta de calidad de la fruta en los cultivares precoces de mayo y junio. En solventar estas carencias tiene puestas sus miras el programa de mejora genética del ciruelo japonés, iniciado en el CEBAS-CSIC y el IMIDA de la Comunidad de Murcia (Ruíz *et al.*, 2011).

Por otro lado, los cultivares de ciruelo europeo con mayor importancia son ‘Reina Claudia Verde’, ‘Reina Claudia de Babay’, ‘Stanley’ y ‘President’ (MAGRAMA, 2014).

Una característica positiva del ciruelo es su buena afinidad con un grupo importante de portainjertos: selecciones de ciruelo, almendros, melocotoneros y diferentes híbridos de estas especies, lo que le confiere buena versatilidad y adaptabilidad para el cultivo en diferentes tipos de suelo, altitud, etc. (Cobianchi *et al.*, 1989).

Andalucía es una Comunidad Autónoma con una larga tradición en el cultivo del ciruelo y probablemente con buenas opciones de futuro, especialmente con los nuevos cultivares precoces que vayan surgiendo, ya que Extremadura ejerce una gran competencia con cultivares medios y tardíos, al

ser una zona donde las producciones son muy elevadas y, además, los costes laborales suelen ser inferiores.

1.1.1.2.2. El Albaricoquero

1.1.1.2.2.1. Origen, especies y distribución mundial

El origen del albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.) parece estar en Asia central y China (Faust *et al.*, 1998; Zohary y Hopf, 2001). Su expansión hacia el oeste comenzó en el siglo IV a.C, a través de las rutas comerciales abiertas por Alejandro Magno (Layne *et al.*, 1996). En Europa fue introducido por dos caminos diferentes: en el siglo I a.C. los romanos lo introducen por Grecia e Italia (Zohary y Hopf, 2001) y en el siglo VII los árabes lo introducen en España. En los siglos XV y XVI se expandió por América y Sudáfrica, y posteriormente en los siglos XVIII y XIX fue introducido en Australia y Nueva Zelanda (Badenes *et al.*, 2006).

La producción mundial de albaricoques en el año 2012 estuvo en torno a los cuatro millones de toneladas, concentrándose principalmente en tres continentes: Asia (59,8 %), Europa (22,1 %) y África (15,3 %) (FAOSTAT, 2014). Los principales países productores de albaricoque del mundo son Turquía, Irán, Uzbekistán, Argelia e Italia.

1.1.1.2.2.2. El albaricoquero en España y Andalucía

En el año 2012 España ocupó el noveno lugar a nivel mundial y el tercero de la Unión Europea en producción de albaricoques (FAOSTAT, 2014), con una cifra de 117.200 t (MAGRAMA, 2014). La superficie dedicada a su cultivo ha venido descendiendo en la última década, aunque hubo un repunte en los años 2008 y 2009. La producción de albaricoques en los últimos 10 años en España ha sido oscilante, con un máximo de producción en el año 2006, sucesivas caídas de la producción a partir de ese año, y ligeros repuntes en los años 2008 y 2012 (Figura 1.6).

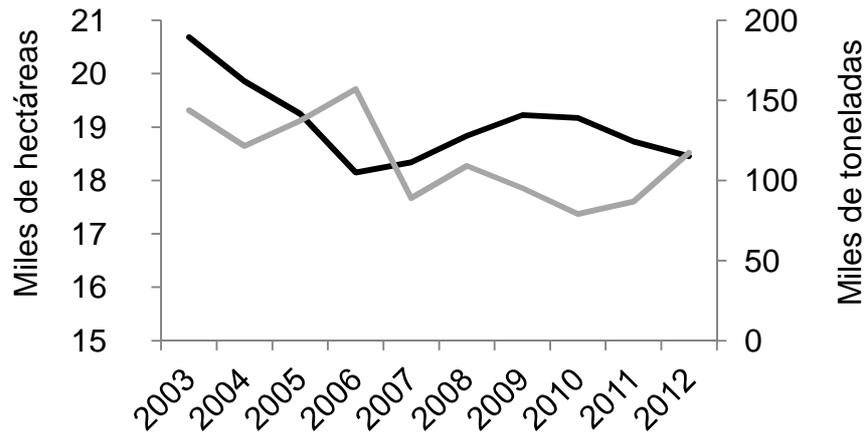


Figura 1.6. Evolución de la superficie de albaricoquero (línea negra) y la producción de albaricoques (línea gris) en España (MAGRAMA, 2014).

La producción española actual ronda las 87.000 t, concentrada sobre todo en las comunidades de Murcia (68,86 %) y Aragón (10,19 %). Existen también producciones importantes en la Comunidad Valenciana y Cataluña, y en el resto de comunidades su producción es muy baja, o casi testimonial, (Figura 1.7) (MAGRAMA, 2014). Sigue siendo un cultivo no excedentario en la Unión Europea, con posibilidades interesantes de expansión futuras.

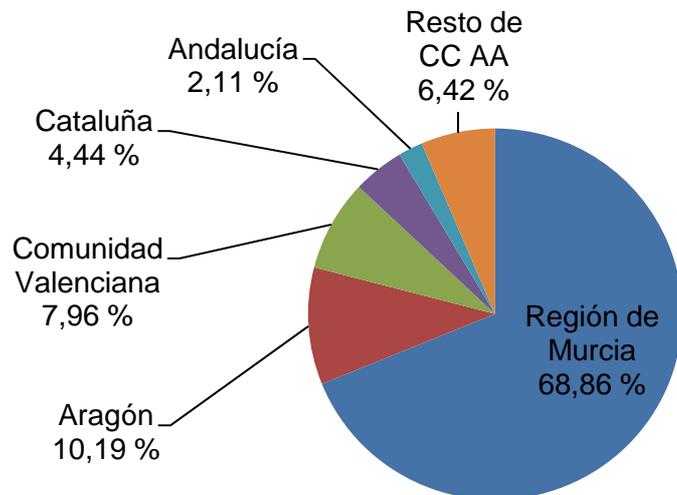


Figura 1.7. Producción de albaricoques en España en el año 2012 por Comunidades Autónomas (MAGRAMA, 2014).

En España existen dos limitaciones importantes para la expansión del cultivo: por un lado, la enfermedad de la sharka, ocasionada por el virus Plum pox virus (PPV), que ha obligado a arrancar más de un millón de árboles afectados (Martínez-Calvo *et al.*, 2004) y, en segundo lugar, las grandes oscilaciones o problemas productivos que presentan la mayoría de los cultivares cuando se trasladan de unas regiones a otras (Layne *et al.*, 1996). Se va conociendo que muchos de estos problemas productivos derivan de fenómenos de autoincompatibilidad y otros aspectos de la biología floral de esta especie, que además son muy sensibles a las condiciones climáticas

(Burgos *et al.*, 2004; Rodrigo y Hormaza, 2005). En consecuencia, esto ha hecho que la producción mayoritaria derive de muy pocos cultivares, entre las que destacan 'Búlida' (zona de Murcia) y 'Canino' (Valencia). Además, existe una tercera dificultad y es que el mercado europeo, principal receptor del albaricoque de España, demanda sobre todo albaricoques de piel roja y carne amarilla, menos abundantes en el panorama nacional (Egea y Ruíz, 2014).

Desde hace años se vienen desarrollando programas de mejora en el IVIA de la Comunidad Valenciana y en el CEBAS-CSIC de la Comunidad de Murcia, pero queda todavía un largo camino por recorrer en la innovación varietal del albaricoquero. De cualquier forma, tras estos programas de obtención varietal, los cultivares tradicionales cultivados ('Búlida', 'Canino', 'Currot', 'Moniqui', etc.) han ido dando paso a nuevos cultivares como 'Mogador', 'Colorao', 'Moixent', 'Dama Taronja' y 'Dama Rosa' (Badenes y Martín Calvo, 2014; García Brunton *et al.*, 2014).

Aunque el espectro de portainjertos para albaricoquero no es tan amplio como para el ciruelo, existen evidencias del buen funcionamiento de algunos ciruelos como 'Mirabolano 29C' y 'Puebla de Soto', francos de albaricoquero como 'Real Fino' y 'Moniqui' y el melocotonero 'Nemaguard' (Herrero, 1970; Felipe, 1989; Torrents, 1995).

En Andalucía, como se ha indicado, el cultivo del albaricoquero es casi testimonial. De hecho, podría afirmarse que no existe casi ningún cultivar que actualmente pueda considerarse más o menos implantado con éxito. Las características del mismo deberían ser: resistencia a la sharka, cierta estabilidad productiva y calidad gustativa. Es importante el reto que tiene la comunidad en relación con esta especie frutal.

1.2. LA AGRICULTURA ECOLÓGICA: INICIOS, EVOLUCIÓN Y ESTADO ACTUAL

El término agricultura ecológica (AE) aparece por primera vez en el año 1940, en el libro publicado por el agrónomo Lord Northbourne, titulado "Look to the land". En esa década aparecen en el mundo las primeras asociaciones dedicadas al estudio y promoción de la AE (Barker, 2010). En Estados Unidos, Jerome I. Rodale en el año 1942 publica la revista "Organic Farming and Gardening", dando difusión a este tipo de agricultura en su país. Durante los años siguientes la AE se va extendiendo por otros países, aunque no es hasta los años 60 del siglo pasado cuando realmente adquiere un auge importante en Europa y Estados Unidos (Soto y Muschler, 2001).

Hasta fechas relativamente recientes no aparece una definición universalmente aceptada para la AE, entendiéndose como AE aquella que "se basa en el uso de la rotación de cultivos, las cubiertas vegetales y el compost, y se excluyen el uso de medios químicos para el control de plagas y enfermedades y el uso de fertilizantes manufacturados" (Barker, 2010). En Europa, el primer reglamento que regulaba la AE fue aprobado en el año 1991 (Reglamento (CEE) 2092/91); en los años sucesivos sufrió varias modificaciones, hasta la entrada en vigor en 2009 de los Reglamentos (CE) 834/2007 y 889/2008, que lo sustituyeron.

En el mundo se cultivan en AE aproximadamente 37,2 millones de hectáreas repartidas por 162 países. Esta cifra representa sólo un 0,9 % de la superficie total cultivada en el mundo. Australia es el país con mayor superficie

en AE en el mundo, seguido por Argentina, Estados Unidos, Brasil y España (Figura 1.8) (IFOAM, 2014). A nivel europeo, España con una superficie de 1.610.129 ha. es el país con mayor superficie en AE (MAGRAMA, 2014), seguido por Italia y Alemania.

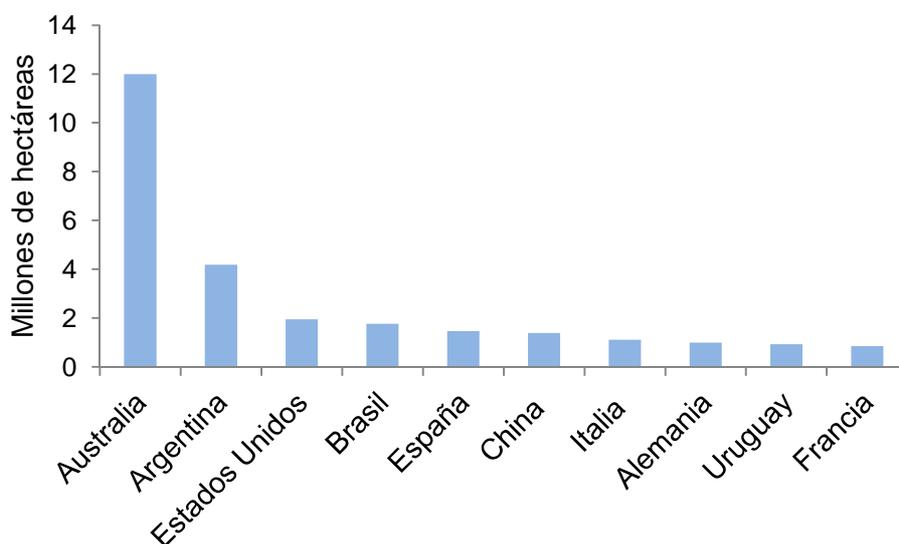


Figura 1.8. Países con mayor superficie de AE en el mundo (IFOAM, 2014).

La superficie dedicada a AE en España ha experimentado un importante incremento en los últimos años, llegando a triplicarse en la última década.

La distribución de superficie de los cultivos más importantes en AE, excluida la superficie dedicada a pasto, praderas, forraje, bosques y recolección silvestre, es la que sigue: cereales (25,04 %), olivar (23,72 %), barbecho y abono verde (14,29 %) y frutos secos (13,64 %). La superficie dedicada a frutales representa un 0,7 % del total (MAGRAMA, 2014).

Andalucía es la primera Comunidad Autónoma, con un 50,10 % del total de la superficie española en AE, seguida de Castilla-La Mancha con un 18,04 % y Cataluña con un 5,71 % (Figura 1.9).

Un aspecto muy importante a reseñar de la AE es su repercusión social, siendo generadora de un importante número de puestos de trabajos asociados a la certificación, transformación y comercialización de sus productos. Según el MAGRAMA, el número de operadores (productores, elaboradores y comercializadores) en AE en España en el año 2013 fue de 34.370, de los cuales 10.081 pertenecían a Andalucía. En ese año existían a nivel nacional 3.894 industrias vinculadas a la AE, de las que 1.001 se localizaban en Andalucía.

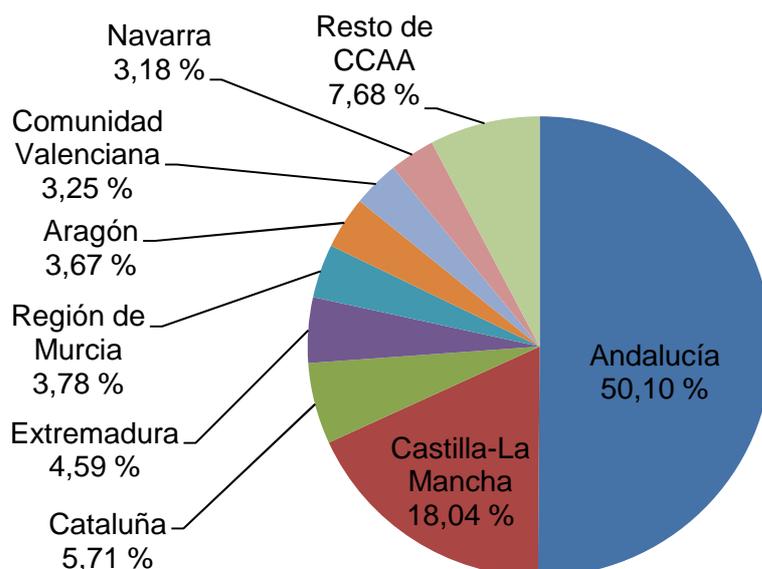


Figura 1.9. Porcentajes de superficie de AE en España por Comunidades Autónomas (MAGRAMA, 2014).

1.2.1. Cultivo ecológico de frutales: cifras, retos y cuellos de botella

En España, según datos del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente para el año 2013, el total de superficie dedicada a la fruticultura ecológica era de 10.849 ha, una cifra muy pequeña si se compara con la superficie total dedicada a frutales en el territorio nacional, aproximadamente 1.300.000 ha si se incluyen frutos secos y cítricos. Andalucía representó aproximadamente un 43 % de esta superficie, con un total de 4.639 ha. La superficie dedicada a frutales de hueso y pepita en manejo ecológico en España en el año 2.013 fue de 4.517 ha, lo que viene a suponer apenas un 3 % de la superficie total dedicada a dichos frutales. Andalucía fue la Comunidad Autónoma con mayor superficie dedicada a frutales de hueso y pepita en manejo ecológico, con 914 ha (Figura 1.10), seguida por Extremadura (655 ha) y la Comunidad Valenciana (617 ha) (MAGRAMA, 2014).

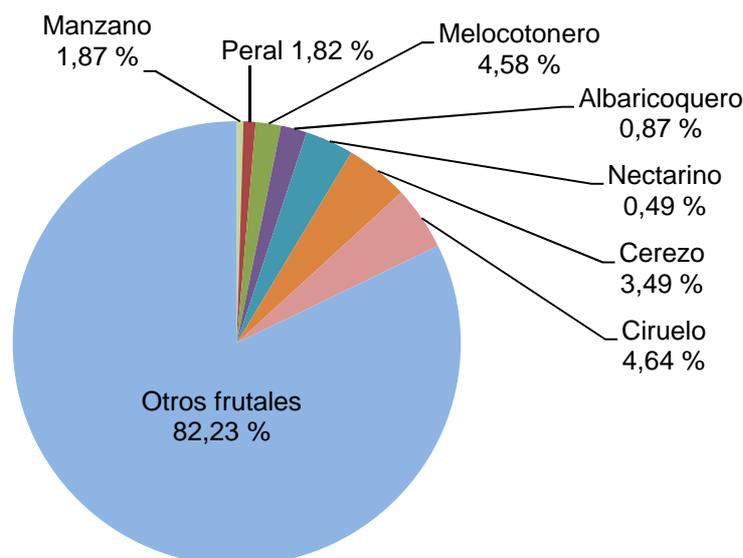


Figura 1.10. Porcentaje de superficie de cultivo de frutales en AE en Andalucía (MAGRAMA, 2014).

La AE se caracteriza por aplicar una serie de estrategias y técnicas de cultivo que pueden diferir de las usadas en una agricultura convencional. Estas técnicas persiguen cumplir con los principios básicos de la AE, recogidos en el Reglamento (CE) 834/2007. A continuación se refieren algunos de los aspectos más diferenciados, analizados sobre todo desde la óptica del cultivo ecológico de frutales.

1.2.1.1. Fertilización

La fertilización en AE está basada esencialmente en la materia orgánica, mediante la aplicación de compost de origen animal o vegetal y la utilización de cubiertas vegetales para su enterrado como abono verde; en ocasiones está permitido el uso de algunas fuentes minerales de nutrientes, no obtenidas por síntesis, como la roca fosfórica y los quelatos (González y Pomares, 2008).

La materia orgánica se descompone mediante la mineralización en formas iónicas solubles y asimilables, sobre todo NH_4^+ , NO_3^- , H_2PO_4^- , SO_4^{2-} y Ca^{2+} , proceso llevado a cabo por los microorganismos presentes en el suelo (Pauli, 1967), los cuales son esenciales para la estabilidad y el funcionamiento de los ecosistemas naturales y agrosistemas (Kennedy y Smith, 1995; Alkorta *et al.*, 2003), garantizando los ciclos de nutrientes y la descomposición del material vegetal (Mc Gill *et al.*, 1986; Barea, 1998). El contenido en materia orgánica de un suelo representa la fuente dominante de nutrición microbiana, de forma que los suelos nutridos orgánicamente suelen contener una mayor población microbiana activa que los suelos abonados con fertilizantes minerales (Powlson *et al.*, 1987; Gunapala y Scow, 1998). La materia orgánica, además de aportar los nutrientes necesarios a la planta mediante la mineralización, mejora las propiedades del suelo y atenúa los procesos erosivos (Zebarth *et al.*, 1999; Ikemura, *et al.*, 2008).

Las dos formas más generales de abonar orgánicamente un suelo es mediante la incorporación de estiércol o compost de origen animal o vegetal y a

través de la siembra y enterrado de cubiertas vegetales, generalmente conteniendo leguminosas.

El compostaje es un proceso de descomposición biológica y estabilización de la materia orgánica llevado a cabo por distintos organismos durante una serie de etapas que dependen en gran medida de las condiciones de temperatura, pH y humedad. El compost maduro suele ser un producto estable y libre de patógenos y semillas de adventicias (Ahn *et al.*, 2009). Un aspecto muy importante en el manejo del compost es el control de la relación C/N, ya que la incorporación al suelo de un compost con un alto valor de la relación C/N podría provocar la inmovilización del nitrógeno disponible en el suelo, debido al consumo que se produce por los microorganismos que descomponen la materia orgánica (Arrieché, 2008; Barker, 2010). Los compost de origen animal tienen una menor relación C/N que los de origen vegetal, lo que implica que tienen un mayor contenido en nitrógeno, permitiendo una menor inmovilización de nutrientes en el suelo y una mineralización más rápida (Arrieché, 2008).

Las cubiertas vegetales usadas como abonos verdes pueden ser espontáneas o sembradas (Figura 1.11. a) (Alonso y Arcos, 2008). Lo más adecuado en nuestra latitud es realizar su siembra en otoño y enterrarlas a finales de invierno o principios de primavera, antes de que se genere una competencia por el agua y los nutrientes disponibles para el cultivo (Guzmán y Alonso, 2008b). Son varias las especies vegetales que se suelen usar como abono verde: avena (*Avena sativa* L.), centeno (*Secale cereale* L.), colza (*Brassica napus* L.), veza (*Vicia sativa* L.), haba (*Vicia faba* L.), etc. Las especies de la familia Leguminosae o Fabaceae son de especial interés, por el aporte extra de nitrógeno que realizan al suelo gracias al proceso de fijación biológica de nitrógeno atmosférico que llevan a cabo mediante la simbiosis con las bacterias del suelo del género *Rhizobium* (Figura 1.11. b) (Perret *et al.*, 2000; Oke y Long, 1999).

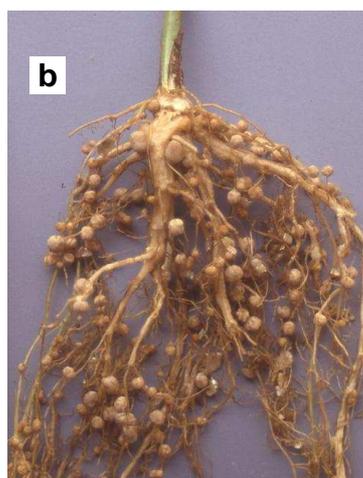


Figura 1.11. a) Cubierta vegetal de veza y avena plantada en el ensayo de ciruelo en la finca experimental Las Torres. b) Nódulos formados en raíces de planta de haba.

1.2.1.2. Manejo de la flora adventicia

El principal problema derivado de la aparición de adventicias o arvenses en una plantación frutal consiste en la competencia por el agua y los nutrientes, pudiendo ocasionarse una disminución en el rendimiento del cultivo (Zimdahl, 1993; Brown y Glenn, 1999; Weibel y Häseli, 2003). Esto es especialmente así en zonas con prolongados periodos sin lluvias como ocurre en el sur de España. La presencia de hierba durante el otoño e invierno representa pocos problemas en el sentido indicado y, por el contrario, conlleva ventajas como la protección del suelo frente a la erosión (Guzmán y Alonso, 2008a). Cuando el árbol sale del reposo invernal al final del invierno o principios de la primavera, dependiendo de la precocidad del cultivar, y posteriormente durante todo el periodo de actividad vegetativa, es cuando se debe actuar sobre las adventicias para que no compitan con el cultivo por los recursos. Esto es especialmente necesario cuando se trata de plantaciones jóvenes, con un crecimiento muy activo y que en varios aspectos tienen mayor fragilidad que las plantaciones adultas.

La primera estrategia para combatir las adventicias podría consistir en impedir que emerjan, por ejemplo usando un acolchado en la línea de los árboles, acolchado que puede ser orgánico (con paja, restos de poda o corteza de árboles) o artificial (malla sintética) (Figura 1.12. a). Se han obtenido buenos resultados en algunos ensayos preliminares de este tipo (Dapena *et al.*, 2008), aunque también se ha observado un aumento de la temperatura, que provoca una rápida mineralización de la materia orgánica (Daugaard, 2008; Julian *et al.*, 2012). No obstante, la malla no impediría que las adventicias emerjan en la calle, y para su eliminación se puede optar por la escarda manual, método laborioso y caro (Olmstead *et al.*, 2012) o por un mínimo laboreo superficial, de forma mecánica, labrando con una grada de discos, haciendo uso de esta técnica únicamente en los momentos críticos necesarios y evitando el excesivo laboreo por sus efectos negativos sobre los seres vivos del suelo (Kuntz *et al.*, 2013) o los procesos erosivos (Follet y Schimel, 1989; Havlin *et al.*, 1990; Unger, 1991; Christensen *et al.*, 1994). En caso de no usarse malla en la línea de árboles, la vegetación espontánea se eliminaría con desbrozadoras mecánicas manuales o acopladas al tractor (Figura 1.12. b). Aunque existen productos naturales que pueden usarse como herbicidas en agricultura ecológica como el hidroxifosfato natural o el ácido cítrico, su uso en plantaciones de frutales es casi nulo.



Figura 1.12. a) Malla sintética usada para impedir que emerjan las plantas arvenses. b) Desbrozadora mecánica manual para eliminar las arvenses en la línea de cultivo.

1.2.1.3. Plagas y enfermedades

La imposibilidad de utilizar plaguicidas de síntesis química en AE constituye uno de los cuellos de botella más importantes para el desarrollo de la fruticultura ecológica, hándicap especialmente relevante por el hecho de que son numerosas las plagas y enfermedades que afectan a los frutales de hueso en las zonas de clima templado como España. A continuación se detallan las principales plagas y enfermedades que tienen una incidencia importante en los frutales de hueso y que afectan, por tanto, al ciruelo y al albaricoquero.

1.2.1.3.1. Principales plagas y sistemas de control en fruticultura ecológica

La mosca mediterránea de la fruta, *Ceratitis capitata* Wiedeman, es quizá en la actualidad la plaga que mayores problemas presenta para la fruticultura ecológica (García-Mari, 2003). El daño es producido por la larva, que se alimenta de la pulpa de la fruta (Figura 1.13. a). Afecta a numerosos frutales, incluidos los frutales de pepita, los cítricos y los frutales de hueso (Cunningham *et al.*, 1978; Rodríguez y Perera, 2008). Se combate mediante trampeo masivo con atrayentes sexuales y alimenticios, siendo ésta una estrategia útil, que posibilita la reducción de forma importante de las poblaciones de mosca (Navarro-Llopis *et al.*, 2008). También está actualmente autorizado en fruticultura ecológica el uso de Spinosad, mezcla de dos compuestos del tipo de los macrólidos producidos por el microorganismo del suelo *Saccharopolyspora spinosa*, y que se aplica como cebo mediante parcheo o bandas. En estudios realizados por nuestro grupo de trabajo en parcelas en cultivo ecológico de ciruelo se ha comprobado que en general estos métodos de control suelen bastar para cultivares de ciruelo tempranos y medios, pero resultan insuficientes para los tardíos, que maduran en los meses de agosto y septiembre, cuando las poblaciones de mosca son muy elevadas (Fair *et al.*, 2012; Arroyo *et al.*, 2013b).

El gusano cabezudo, *Capnodis tenebrionis* (Linnaeus), es otra plaga con importancia en los frutales de hueso, extendida principalmente por Levante, Baleares y Andalucía (Domínguez, 1976). Aunque los adultos comen hojas y

peciolos, el daño más importante lo provocan las larvas al alimentarse de las raíces (Figura 1.13. b) (Cobos *et al.*, 2011). Actualmente se combate mediante lucha biológica, aplicando varias especies de nematodos entomopatógenos pertenecientes al género *Steinernema* (García del Pino y Morton, 2005; Morton y García del Pino, 2008). La aplicación de riego por gravedad es una medida que puede contener en parte el desarrollo de esta plaga, al provocarse el ahogamiento de las larvas en el suelo.

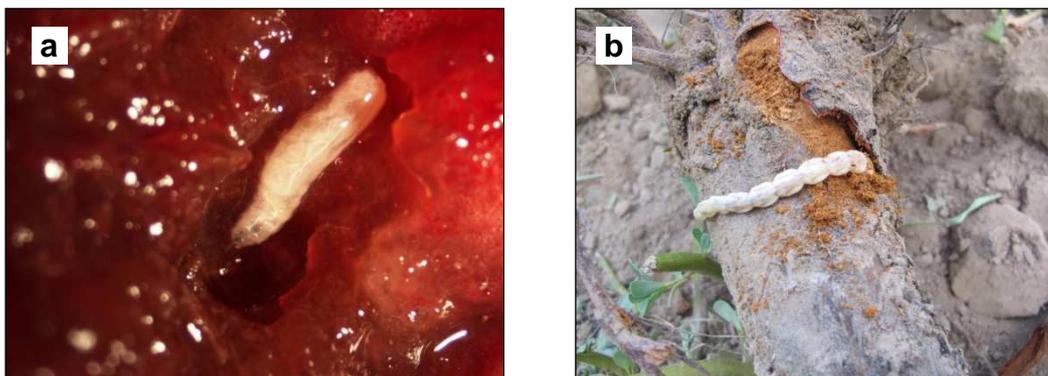


Figura 1.13. a) Larva de la mosca mediterránea de la fruta y daño provocado sobre ciruela. b) Larva de gusano cabezudo y daño provocado sobre raíces de albaricoque.

Existen varias especies de pulgones que atacan a los frutales de hueso entre las que destacan *Brachycaudus helichrysi* (Kaltenbach), *Hyalopterus pruni* (Geoffroy) y *Myzus persicae* (Sulzer). Los pulgones provocan tanto daños directos sobre las hojas y brotes (Figura 1.14. a), al clavar su pico chupador para alimentarse de la savia, como indirectos, segregando melazas que atraen a otros patógenos como el hongo de la negrilla, *Cladosporium* sp., e incluso siendo vectores de transmisión de algunas virosis muy peligrosas como el virus de la sharka (PPV, de *Plum Pox Virus*), especialmente grave en albaricoquero (Alvarado *et al.*, 2004; Cambra *et al.*, 2006). Se combaten en AE mediante la aplicación de jabones potásicos y piretrinas naturales (García-Galavís *et al.*, 2009; Arroyo *et al.*, 2013c).

El piojo de San José, *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock), es una cochinilla que se adhiere a las ramas y se alimenta de la savia, provocando deformaciones y seca de las mismas; puede adherirse también a los frutos (Figura 1.14. b), disminuyendo su valor comercial (Mataix *et al.*, 2003; Alvarado *et al.*, 2004). El extracto de neem aplicado en febrero, un poco antes de la floración, viene resultando bastante efectivo para el control de esta plaga en frutales en cultivo ecológico (Arroyo *et al.*, 2013c).

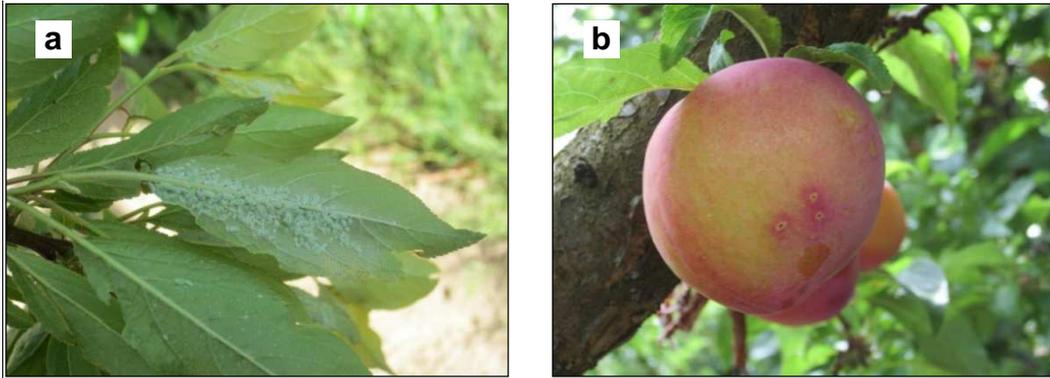


Figura 1.14. a) Hojas de ciruelo atacadas por pulgón ceroso [*Hyalopterus pruni* (Geoffroy)]. b) Daño provocado por el piojo de San José, *Quadraspidiotus perniciosus* (Comstock), sobre una ciruela del cultivar 'Red Beaut'.

La Anarsia, *Anarsia lineatella* (Zeller), es una polilla cuyas larvas se alimentan de la fruta (Figura 1.15. a), haciéndola inservible para su comercialización. Su control se realiza mediante trampeo masivo con atrayentes sexuales y mediante la técnica de confusión sexual (De la Cruz *et al.*, 2005).

El agallador de las yemas, *Acalitus phloeocoptes* (Nalepa), es un ácaro eriófito que provoca abultamientos en la base de las yemas (Figura 1.15. b), pudiendo provocar la caída de las mismas, la pérdida de flores, amarillos y clorosis de hojas. Tiene una incidencia alta sobre ciruelo (Durán *et al.*, 2006, Arroyo *et al.*, 2013c). Se controla preventivamente mediante tratamiento con azufre, fungicida autorizado en fruticultura ecológica (Arroyo *et al.*, 2013c).

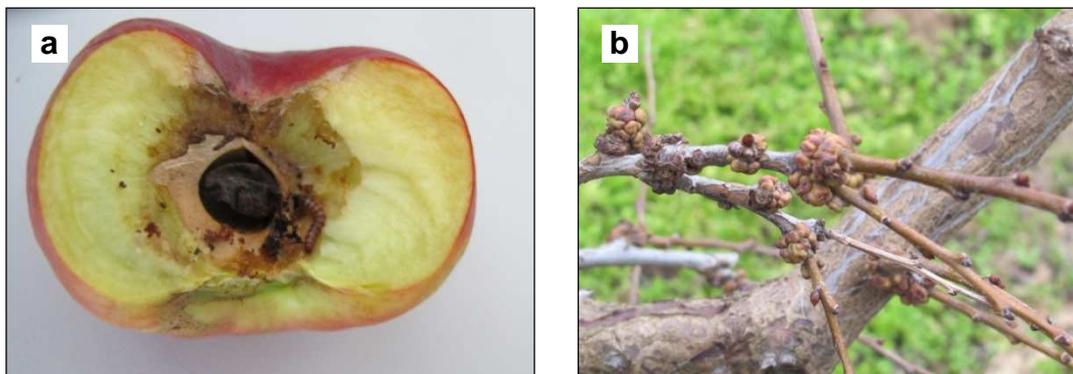


Figura 1.15. a) Larva de Anarsia y daño interno provocado en platerina. b) Agallas en yemas provocadas por *Acalitus phloeocoptes* (Nalepa) sobre ramos de ciruelo.

1.2.1.3.2. Enfermedades y virosis

Los árboles frutales son frecuentemente afectados por varios patógenos fúngicos o bacterianos provocándoles enfermedades, algunas de las cuales son de difícil control en manejo ecológico.

Entre las enfermedades fúngicas que presentan mayor incidencia se encuentra la roya, producida por el hongo uredinal *Tranzschelia pruni-spinosae* Pers. Dietel (Dunegan, 1938). Afecta a diversas especies de frutales como

albaricoquero, almendro, ciruelo, melocotonero y raras veces a cerezo (Diekmann y Putter, 1996). En las condiciones de cultivo de la mitad sur de España, los primeros ataques del hongo ocurren sobre los cultivares más susceptibles a finales de junio, apareciendo manchas amarillo-marrón en el haz de la hoja, provocadas por la acumulación de uredosporas en el envés (Figura 1.16. a), y la enfermedad continúa progresando hasta la caída de hojas en otoño (Daza *et al.*, 2010; Arroyo *et al.*, 2014). Esta enfermedad se ha intentado controlar en fruticultura ecológica con aplicaciones de azufre, cola de caballo o extracto de ajo, siendo su eficacia de control baja (Daza *et al.*, 2012b; Pérez-Romero *et al.*, 2014b). Los cultivares muy susceptibles llegan a sufrir una importante defoliación prematura (García-Galavís *et al.*, 2009; Daza *et al.*, 2010).

La Moniliosis, podredumbre marrón o momificado de los frutos, es una de las enfermedades más peligrosas que afecta a los frutales de hueso y se han descrito tres especies causantes, *Monilinia laxa*, *Monilinia fructigena* y *Monilinia fruticola* (Ogawa *et al.*, 1995; Cox *et al.*, 2011; Arroyo *et al.*, 2012c). *Monilinia* sp. provoca daños sobre flores, ramas (Figura 1.16. b) y frutos que se momifican y quedan unidos a las ramas durante varios meses (Figura 1.16. c). El daño más importante se produce en poscosecha, ya que las infecciones latentes del hongo pueden desarrollarse en frutos ya recolectados y almacenados (Zuñiga *et al.*, 2011), provocando grandes pérdidas económicas. Se deben de retirar y destruir los frutos momificados, ramas y flores afectadas como medidas de prevención que eviten un mayor desarrollo de la enfermedad en la siguiente campaña (Alvarado *et al.*, 2004). Los tratamientos con cobre y/o azufre no constituyen adecuados sistemas de control de la enfermedad en AE (Arroyo *et al.*, 2014). Se han probado en AE con cierto éxito sistemas de control como el uso de agua caliente (Spadoni *et al.*, 2014) y, más recientemente, la aplicación de calor mediante microondas (Sisquella, 2014). No obstante, el control de esta enfermedad en AE constituye aún un reto que hay que afrontar con mayor intensidad.

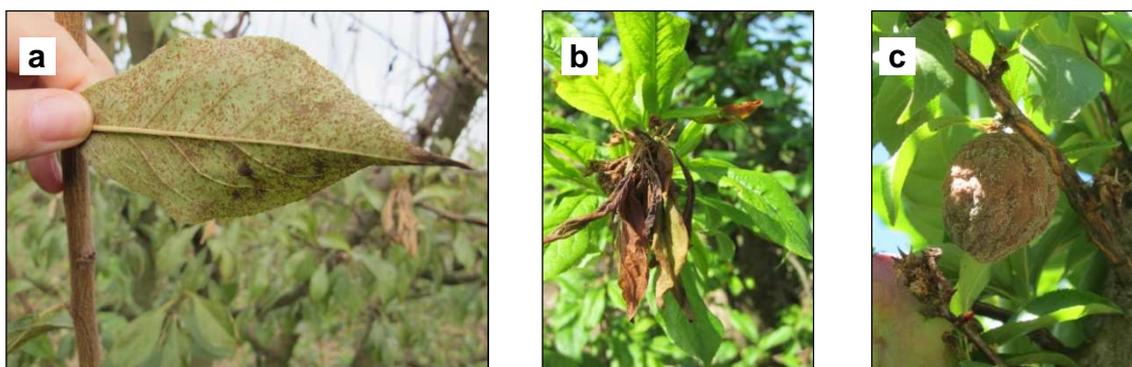


Figura 1.16. a) Ataque de roya en hoja de ciruelo. b) Daños provocados sobre rama de ciruelo por ataque de *Monilinia* sp. c) Ciruela momificada por ataque de *Monilinia* sp.

La enfermedad del cribado o perdigonada está provocada por el hongo *Wilsonomyces carpophilus* (Lév.) Adaskaveg, Ogawa y Butler, y afecta a numerosas especies del género *Prunus*. Las lesiones que provoca en hojas son pequeñas manchas marrones redondeadas (Figura 1.17. a), que terminan

necrosándose y desprendiéndose de la hoja. Sobre los frutos, aunque menos frecuente, aparecen las mismas manchas de color marrón devaluando la fruta (Alvarado *et al.*, 2004; Arroyo *et al.*, 2012b). Previsiblemente, el tratamiento otoñal con cobre, fungicida autorizado en fruticultura ecológica, puede actuar contra este patógeno (Arroyo *et al.*, 2014).

La lepra o abolladura es una enfermedad producida por el hongo *Taphrina deformans* (Berk.) Tul. en melocotoneros y por *Taphrina pruni* Tul. en ciruelos, generalmente sólo en los cultivares europeos (Alvarado *et al.*, 2004). Los primeros síntomas aparecen en primavera en las hojas (Figura 1.17. b), que se deforman y arrugan, para más adelante terminar cayéndose, ocasionando una merma sobre el desarrollo del árbol y la producción. La enfermedad también afecta a ramos y brotes (Broome, 2012). En AE se aborda el control de esta enfermedad con aplicaciones de cobre o azufre, pero los resultados son poco satisfactorios de momento. Algunos resultados preliminares de ensayos realizados en el IFAPA Las Torres-Tomejil sugieren que las aplicaciones de polisulfuro de calcio podrían reducir su severidad.

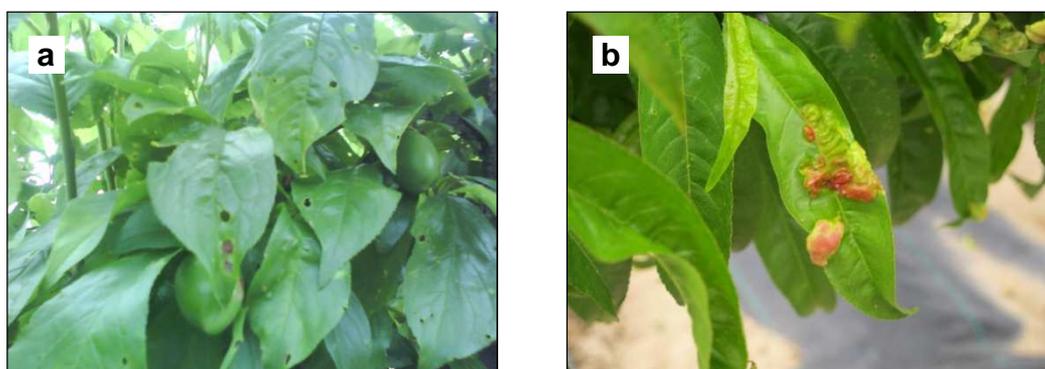


Figura 1.17. a) Hojas de ciruelo con lesiones de cribado. b) Hojas de melocotonero con lepra.

El oidio o cenizo es una enfermedad provocada por el hongo *Sphaerotheca pannosa* (Wallr.: Fr.), que afecta a varias especies de frutales de hueso como albaricoquero, cerezo, melocotonero y ciruelo. La enfermedad se desarrolla en primavera y otoño, siendo su incidencia prácticamente nula en verano (Arroyo *et al.*, 2014); afecta a hojas (Figura 1.18. a), brotes y frutos, causándoles distorsiones, decoloraciones y lesiones necróticas (Keil y Wilson, 1961; Grove, 1995; Reuveni y Reuveni, 1998). En AE se realiza un control preventivo de esta enfermedad mediante tratamientos con azufre mojable (Arroyo *et al.*, 2012a).

Las bacteriosis que afectan a los frutales (Fuego bacteriano causado por *Erwinia amylovora*, chancros y marchiteces provocados por *Pseudomonas* spp. y tumores vegetales causados por *Agrobacterium tumefaciens*) no suelen ocasionar problemas serios en las plantaciones de Andalucía, a menos que se trate de terrenos con un grado de infestación grande y el cultivo esté establecido sobre un pie muy sensible como es el caso del híbrido GF 677. La formación de tumores se suele tratar preventivamente con la bacteria antagonista *Agrobacterium radiobacter* K-84 (López *et al.*, 1989).

Las enfermedades causadas por nematodos formadores de agallas (*Meloidogyne* spp.) o lesiones (*Pratylenchus* spp.) causan grandes problemas

en algunos tipos de suelo sobre portainjertos sensibles. Existen varias virosis que afectan a los frutales como el PDV (Prunus dwarf virus), el PNRSV (Prunus necrotic ringspot virus) o el PLV (Plum line virus), pero es el PPV (Plum pox virus), conocido como la sharka, la virosis más grave en frutales de hueso, con gran incidencia en albaricoquero, melocotonero y ciruelo, y muy extendida por el Levante español (Rubio *et al.*, 2009). Los síntomas de la sharka se pueden apreciar en forma de anillos cloróticos, decoloraciones generales o deformaciones en las hojas y frutos (Figura 1.18. b), haciendo en muchas ocasiones inviable la comercialización de la fruta. No existen tratamientos eficaces contra las virosis, siendo los únicos métodos de control los preventivos o la utilización de material vegetal resistente (Cambra *et al.*, 2002).



Figura 1.18. a) Hoja de albaricoque con oidio. b) Albaricoques deformados por el virus de la sharka.

1.3. RENDIMIENTOS Y CALIDAD DE LA FRUTA

El rendimiento en cualquier actividad agraria es un componente de suma importancia. A raíz de la “Revolución verde”, en la década de los 50 del siglo pasado, las producciones agrícolas se incrementaron exponencialmente como consecuencia del uso de nuevas variedades de semillas más productivas y la utilización masiva de fertilizantes químicos y plaguicidas (Sebby, 2010). En los últimos años se han incrementado sustancialmente los costes productivos agrarios, mano de obra, agua, energía, etc.; además, la creciente competitividad interna y externa obligan a ajustar mucho los precios de venta al público. En consecuencia, hoy día generalmente son necesarias unas buenas producciones para rentabilizar una explotación agraria.

Se han realizado diferentes estudios y revisiones que generalmente muestran que las producciones de los sistemas ecológicos son aproximadamente un 20 % inferiores a las de los sistemas de agricultura convencional, aunque se observan grandes desviaciones y diferencias entre grupos de cultivo y regiones (de Ponti *et al.*, 2012). Por ejemplo, en el sector de los frutales, se han indicado rendimientos menores en producción ecológica para albaricoquero (Milosevic *et al.*, 2013) y manzano (do Amarante *et al.*, 2008; Roussos y Gasparatos, 2009). Estos resultados plantean cuestiones y retos de diversa índole. Por una parte, se debe analizar si los precios de los productos ecológicos gozan siempre de un valor superior a los de los productos convencionales como para posibilitar la rentabilidad de los mismos. Por otra parte, será necesario establecer líneas de investigación y experimentación que

persigan incrementar los rendimientos en los cultivos en manejo ecológico.

Uno de los aspectos que podría justificar mejores precios de los productos ecológicos sería una calidad superior de los mismos. La calidad de los alimentos es un concepto abierto que abarca un amplio rango de características, tales como propiedades sensoriales, componentes químicos, valores nutritivos, valor económico y ausencia de defectos (Abbott, 1999). En los últimos años la calidad en el sector agroalimentario ha ido adquiriendo una relevancia cada vez mayor, en gran parte debido al creciente interés de los consumidores por unos alimentos más sanos, seguros y obtenidos de una forma respetuosa con el medio ambiente (Stockdale *et al.*, 2001; El-Hage Scialabba y Hattam, 2002).

Existen aspectos de la calidad relacionados con su apariencia como pueden ser el tamaño y el peso, la forma o el color (Dapena y Blázquez, 2009; Crisosto, 1994; Barrett *et al.*, 2010). Otros aspectos están más relacionados con el sabor como pueden ser la concentración de sólidos solubles o la acidez. Los principales azúcares presentes en la ciruela son glucosa, fructosa, sacarosa y sorbitol (Wrolstad y Shallenberger, 1981; Wilford *et al.*, 1997; Usenik *et al.*, 2008), y en albaricoque, sacarosa, glucosa, fructosa, maltosa, sorbitol y rafinosa (Witherspoon y Jackson, 1995). Los ácidos málico y cítrico son los principales ácidos presentes en la fruta de hueso (Kader y Mitchell, 1989; Crisosto, 1994), hallándose también en menor concentración otros ácidos como tartárico, fumárico y succínico. En el caso de la ciruela y el albaricoque el ácido málico es el predominante (Akin *et al.*, 2008; Singh *et al.*, 2009). La relación sólidos solubles/acidez es un índice de madurez muy usado para seguir la maduración del fruto y determinar el momento óptimo de recolección, y es un indicador que se correlaciona bien con la aceptación que muestran los consumidores (Crisosto, 1994). En el sabor de una fruta, además de los azúcares, intervienen sales, ácidos, compuestos amargos (alcaloides o flavonoides) y sustancias volátiles (Salunkhe y Do, 1976; Dirinck *et al.*, 1989; Song y Forney, 2008). Otros aspectos de la calidad, como la firmeza de la fruta o la ausencia de defectos y enfermedades, tienen que ver con el comportamiento en la poscosecha y la adecuación para la manipulación, inherente a su comercialización (Chen, 1996; Abott, 1999).

En los últimos años ha aumentado el interés de la población por la seguridad alimentaria, la salud y el medioambiente; en consecuencia, se ha prestado un especial interés a la calidad funcional de los alimentos. Se consideran alimentos funcionales aquéllos que contienen componentes biológicamente activos, que ofrecen beneficios para la salud y reducen el riesgo de sufrir enfermedades (EUFIC, 2014). En este sentido, la calidad funcional de un alimento constituye también un carácter fundamental. La fruta es considerada un alimento funcional, ya que en su composición encontramos algunos componentes considerados biológicamente activos como los polifenoles, carotenoides y vitaminas (González-Aguilar *et al.*, 2008). La calidad de la fruta puede variar dependiendo del cultivar (Tricon *et al.*, 2009; Jänes *et al.*, 2010), del portainjerto (Daza *et al.*, 2008; Font i Forcada *et al.*, 2012), de las prácticas culturales, pluviometría y rango de temperaturas (Van Leeuwen *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2008), del tipo de suelo (Rato *et al.*, 2008), de su estado de madurez en el momento de la recolección (Crisosto *et al.*, 1995; Drake *et al.*, 2002), de la densidad de plantación (Singh *et al.*, 2004) y del tipo de manejo,

ecológico, integrado o convencional (Peck *et al.*, 2006; Roussos y Gasparatos, 2009; Bertazza *et al.*, 2010).

La calidad nutricional asociada a los alimentos procedentes de AE comparada con los alimentos procedentes de AC ha generado mucha discusión en los últimos años; así, en algunos trabajos se pone de manifiesto una mejor calidad de los productos ecológicos (Worthington, 2001), mientras que en otros estudios no se han hallado diferencias relevantes entre los alimentos ecológicos y los convencionales (Dangour *et al.*, 2009). Otra importante consideración que concierne a la calidad de un alimento es el contenido de residuos de pesticidas, nitratos y metales pesados que puede contener un alimento. En este aspecto también se encuentran en la bibliografía diversos trabajos de investigación que muestran resultados no siempre coincidentes (Malmauret *et al.*, 2002; Mansour *et al.*, 2009; Niggli, 2009).

1.4. CRECIMIENTO, FLORACIÓN Y FISIOLÓGÍA

De una forma resumida, en los frutales de zonas templadas se pueden diferenciar dos macrofases en el ciclo anual del cultivo: el periodo de reposo y el periodo de actividad vegetativa (Melgarejo, 2000; Agustí 2004).

1.4.1. El periodo de reposo

El periodo de reposo o latencia de los frutales comienza en otoño y finaliza al final del invierno o principios de primavera, con el comienzo de la actividad vegetativa; esencialmente el reposo es una respuesta biológica que permite a las plantas superar satisfactoriamente las condiciones desfavorables del invierno (Saure, 1985). La principal característica de esta etapa del ciclo, es la ausencia de crecimiento y actividad aparente, aunque la respiración continúa de forma poco intensa (Melgarejo, 1996; Agustí, 2004).

El factor determinante que produce la salida del reposo es la acumulación de una cierta cantidad de frío (Lang, 1996), denominándose necesidades de frío al tiempo necesario a bajas temperaturas para romper el reposo. La cantidad de frío necesaria para romper la latencia varía entre diferentes especies frutales (Westwood, 1993) y cultivares (Tabuenca, 1967). Se han desarrollado múltiples modelos para estimar las necesidades de frío de los árboles frutales. Chandler *et al.* (1937) y Lamb (1948) definieron como rango óptimo para acumulación de frío el comprendido entre 0 y 7,2 °C. El concepto de horas-frío (HF) se definió más adelante como el número de horas necesarias por debajo de 7 °C para romper el reposo invernal. Aunque el modelo anterior sigue siendo ampliamente utilizado, en los últimos años se han desarrollado diversos modelos para diferentes climas (Richardson *et al.*, 1974; Gilreath y Buchanan, 1981; Shaltout y Unrath 1983). Así, en climas templados y subtropicales se viene aplicando mucho el llamado modelo dinámico. En esencia, este modelo lo que hace es tener en cuenta el posible efecto negativo que las temperaturas altas durante el día puede ejercer sobre el frío acumulado en las horas más frías. Se plantea que las porciones de frío se acumulan en dos pasos, en el primero se define un precursor térmicamente lábil, que puede ser reversible por efecto de las altas temperaturas, o bien en caso contrario ser transferido y acumularse ya como porción de frío irreversible (Erez *et al.*, 1988).

Se han desarrollado fórmulas matemáticas para la aplicación de este método, que se consideran muy adecuadas para el cálculo de las horas frío en zonas de temperaturas suaves (Mario Ortiz, PLANASA, comunicación personal, 2015).

Los inviernos con temperaturas cálidas tienen una incidencia negativa en los árboles frutales, especialmente negativa en las especies del género *Prunus*, muy susceptibles a la falta de acumulación de frío (Faust *et al.*, 1997; Faust, 2000). Este problema ha sido constatado en plantaciones con cultivares extranjeros de frutales de hueso realizadas en zonas del sur de España (Gil-Albert, 1989b). Algunos efectos negativos descritos como consecuencia de inviernos con temperaturas cálidas son retraso en la brotación de las yemas, brotación irregular y caída de yemas (Gil-Albert, 1986; Melgarejo, 2000).

1.4.2. Floración

Las flores del ciruelo presentan cinco pétalos de color blanco libres entre sí y 5 sépalos. Son flores hermafroditas, con un androceo formado por entre 20 y 30 estambres y un gineceo unicarpelar con dos óvulos (Sterling, 1964; Okie y Weinberger, 1996; Agustí, 2004), siendo necesario la fecundación de al menos uno para que se produzca el cuajado, debido a la imposibilidad del género *Prunus* de producir frutos partenocárpicos (Sedgley y Griffin, 1989; Hartmann y Neumüller, 2009). Las flores suelen presentar una incompatibilidad de tipo gametofítica, necesitándose de una polinización cruzada entre diferentes cultivares compatibles (De Nettancourt, 2001).

Las flores del albaricoquero, con algunas excepciones, son pentámeras, blancas o rosadas, hermafroditas, con un androceo formado por entre 25 y 30 estambres y un gineceo unicarpelar con dos óvulos (Agustí, 2004). Las flores son generalmente autocompatibles, aunque existen cultivares autoincompatibles (Burgos *et al.*, 2004). La floración y cuajado del albaricoquero suele ser muy errática, presentando grandes variaciones entre años, cultivares y localizaciones (Layne *et al.*, 1996) siendo, pues, una especie muy susceptible a problemas durante la polinización (Gallotta *et al.*, 2014). Aparte de la existencia de cultivares autoincompatibles (Burgos *et al.*, 2004), hay otros aspectos que también causan problemas en la floración y el cuajado de esta especie como son la existencia de flores que morfológicamente son hermafroditas pero fisiológicamente son masculinas (Viti y Monteleone, 1991; Guerriero y Bartolini, 1995) o la presencia de altos porcentajes de pistilos abortados (Legave, *et al.*, 2006a). La polinización de las dos especies es entomófila, realizándola principalmente abejas y abejorros.

La inducción y diferenciación floral son previas a la floración. La inducción floral es un proceso de cambios en el meristemo apical de la yema que la determinan como yema de flor (Gil-Albert, 1989a; Agustí, 2004). Existen varias hipótesis para explicar la inducción floral. Según Sachs (1977), puede desencadenarse por una alteración en la distribución de los nutrientes en el meristemo apical. Luckwill (1974) apunta a un cambio en el equilibrio hormonal. Schwabe (1987) relaciona la inducción floral con un debilitamiento temporal de la dominancia apical. En las condiciones climáticas mediterráneas, la inducción floral del ciruelo ocurre en los meses de mayo y junio. Los cambios histológicos y morfológicos del meristemo que se desarrollan posteriormente son conocidos como diferenciación floral. Las yemas diferenciadas pasan el invierno en reposo, manifestando sólo un crecimiento lento (Buban y Faust, 1982; Luna,

1991). Como se ha referido, la brotación de las yemas ocurre una vez se han cubierto las necesidades de frío y se produce una elevación de las temperaturas (Melgarejo, 1996; Albuquerque *et al.*, 2007). La brotación puede verse alterada por factores climáticos; las temperaturas invernales cálidas y las heladas provocan caídas de yemas (Lang, 1987; Rodrigo, 2000; Rodrigo y Herrero, 2002), la humedad relativa alta y las lluvias reducen la dehiscencia de las anteras (Gradziel y Weinbaum, 1999). Adicionalmente se pueden citar otros factores no climáticos, que pueden condicionar la floración, tales como la orientación de las ramas (Robbie *et al.*, 1993), la edad del árbol o rama (Robbie y Atkinson, 1994) y la fertilización (Williams, 1965). La combinación de estos factores tiene como resultado variaciones en la época de floración para diferentes años, cultivares y zonas (Hartmann y Neumüller, 2009).

La fenología se define como el “estudio de las relaciones entre las condiciones climáticas y fenómenos biológicos periódicos, como la floración de las plantas” (SECH, 1999). Existen diferentes escalas para medir la fenología; Baggiolini (1952) desarrolló una escala alfabética para los frutales de hueso. La escala BBCH (Meier *et al.*, 1994), escala numérica, usa dos números para describir el estado fenológico de la planta.

1.4.3. Crecimiento vegetativo

El crecimiento vegetativo se desarrolla en el periodo comprendido entre final de invierno o principios de la primavera y el otoño, estación en la que finaliza con la caída de las hojas en árboles caducifolios, como es el caso del género *Prunus* (Melgarejo, 2000). El inicio de la actividad en el árbol tiene lugar en las raíces y no es perceptible hasta que comienza el desarrollo foliar (Atkinson, 1980; Atkinson y Wilson, 1980; Beckman, 1984).

Las yemas vegetativas, también llamadas de madera, son el primordio de las hojas y brotes, brotes que se desarrollan hasta el final del ciclo, se lignifican y convierten en ramos (Coletto, 1989; Guerra y Guerra, 2009).

Para la mayoría de especies que se desarrollan en zonas templadas existen dos periodos significativos de crecimiento, uno con mayor importancia en primavera y otro en otoño (Coletto, 1989).

El crecimiento de las ramas y el tronco se desarrolla a lo largo del periodo vegetativo y finaliza con el comienzo de la caída de las hojas (Flore y Layne, 1996). En la bibliografía se encuentran diferentes trabajos que describen múltiples factores que condicionan este crecimiento: las condiciones climáticas (temperatura, luz, pluviometría y humedad) (Legave *et al.*, 2006b), los nutrientes y el agua (Coletto, 1989), la carga de fruta del árbol (Blanco *et al.*, 1995; Inglese *et al.*, 2001), el tipo de portainjerto (Kappel, 2003), el grado de afectación de las plagas y enfermedades (Flore y Layne, 1996) y el tipo de manejo agronómico (Roussos y Gasparatos, 2009).

Las bajas temperaturas otoñales marcan el inicio de la caída de las hojas de los árboles, éstas dejan de producir clorofila a la vez que comienzan a producir antocianinas (Pallardi, 2007). Los factores que determinan el comienzo de la defoliación otoñal de los árboles son la temperatura, la radiación solar, el fotoperiodo y la humedad (Westwood, 1993). El ataque de plagas y enfermedades también puede precipitar la caída de hojas (García-Galavis *et al.*, 2009; Bubici *et al.*, 2010).

1.4.4. Crecimiento fructífero

La ciruela y el albaricoque son frutos simples del tipo drupa que se desarrollan a partir de un único ovario, formado por un endocarpo lignificado y un mesocarpo y exocarpo carnosos (Brady, 1993; Agustí, 2004; Jiang y Song, 2010).

Tras la fecundación del ovario, el fruto comienza su desarrollo. Un porcentaje alto de los frutos cuajados caen antes de llegar a la madurez (Coletto, 1989). La cinética de crecimiento de los frutos de hueso es una curva doble sigmoidea (Figura 1.19), en la que se diferencian tres fases: una fase inicial (fase I): con un crecimiento rápido del ovario, nucela y tegumentos de la semilla y lento del embrión y endospermo, seguido por una fase de engrosamiento celular (fase II), caracterizada por producirse la lignificación del hueso y un crecimiento rápido del embrión y endospermo y sin apenas incremento de tamaño del ovario y, por último, una fase III en la cual el fruto crece de forma rápida, hasta la maduración (Kozlowski, 1971).

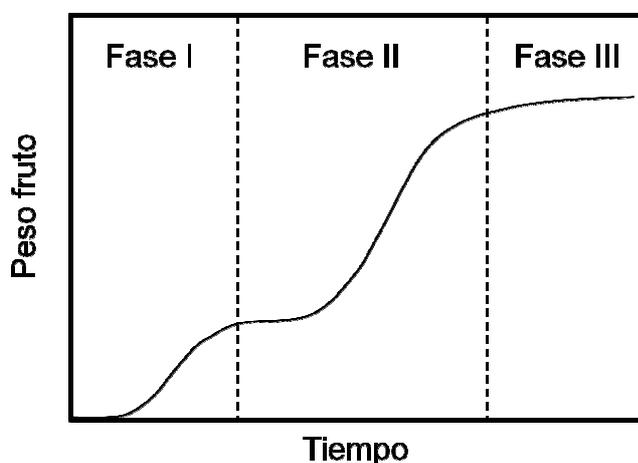


Figura 1.19. Curva de crecimiento doble sigmoidea de la fruta de hueso.

Se han descritos diversos factores que condicionan el crecimiento del fruto, destacando sobre todo la disponibilidad o no de agua y nutrientes. Otros factores son el número de frutos, disminuyendo el tamaño final del fruto a mayor carga de fruta en el árbol (Blanco *et al.*, 1995), el número de hojas por fruto, disminuyendo el tamaño en proporción directa a la disminución de la ratio hojas/frutos (Casierra-Posada *et al.*, 2007), la temperatura, disminuyendo el tamaño del fruto con temperaturas bajas. También se puede citar con una menor incidencia sobre el crecimiento del fruto los factores hormonales, aunque en ciruela, las giberelinas fueron relacionadas con la expansión celular (Coletto, 1989; Agustí, 2004).

1.5. RESERVAS DE CARBOHIDRATOS Y NITRÓGENO

Las reservas de los árboles frutales están constituidas principalmente por carbohidratos, los más importantes cuantitativamente, y los compuestos nitrogenados (Tromp, 1983). Las reservas de carbohidratos a su vez se componen de azúcares solubles y almidón. Las reservas nitrogenadas se

encuentran principalmente en forma de aminoácidos y proteínas (Titus y Kang, 1982; Oliveira y Priestley, 1988; Cheng *et al.*, 2004).

Los árboles frutales de hoja caduca almacenan reservas de carbohidratos y nitrógeno durante todo el ciclo, que son movilizadas y utilizadas al año siguiente, en la salida del reposo, con el comienzo del crecimiento vegetativo (Bi *et al.*, 2004). Estas reservas son de vital importancia en árboles de hoja caduca como el ciruelo o el albaricoquero, en los que la floración tiene lugar antes que el desarrollo vegetativo (Westwood, 1993).

Los carbohidratos son la principal fuente de energía responsable de los cambios metabólicos que se producen durante el periodo de reposo y conducen a la floración y la brotación de primavera (Flore y Layne, 1996), siendo también de especial importancia cuando tienen lugar condiciones adversas tales como defoliación por ataque de plagas y enfermedades o heladas tempranas que provocan la caída de hojas (Kozlowski, 1992). Las reservas nitrogenadas también tienen una especial importancia en la brotación, crecimiento vegetativo y desarrollo de los frutos (Millard, 1996).

El contenido de carbohidratos y nitrógeno varía entre las diferentes partes del árbol y a lo largo del ciclo. Los carbohidratos se almacenan en una amplia gama de tejidos y órganos: hojas, brotes, ramas, tallos, raíces, semillas y frutos (Pallardi, 2007), alcanzan su nivel máximo en el momento de la abscisión de las hojas, y van disminuyendo en primavera, antes de la brotación de las yemas; después de llegar a un mínimo, la mayoría de tejidos comienzan de nuevo a acumular reservas (Loescher *et al.*, 1990). Generalmente, la concentración de carbohidratos es superior en las raíces que en otros tejidos u órganos (Loescher *et al.*, 1990), aunque la cantidad total de reservas es superior en la parte aérea, ya que las ramas, ramos, tallos y hojas representan un mayor peso seco que las raíces (Pallardi, 2007). Las reservas nitrogenadas también están en mayor concentración en las raíces (Hillcottingham y Lloydjones, 1975).

La distribución de los asimilados entre las diferentes partes del árbol está muy influenciada por la acción de “sumidero” de las mismas. Diversos autores han estudiado los sumideros vegetativos y reproductivos, determinando que los momentos de máximas necesidades de éstos se encuentran separados en el espacio y el tiempo a lo largo del ciclo anual (Gifford y Evans, 1981; Patrick, 1988; Ho *et al.*, 1989). Según el modelo desarrollado por Landsberg en 1980, los carbohidratos se distribuyen entre los diferentes órganos del árbol en función de esta capacidad de sumidero, siendo el orden de mayor a menor el siguiente: frutos, brotes, hojas y raíces. Según este modelo, una cosecha alta tiene como efecto un menor desarrollo vegetativo y radicular, observándose un menor número de hojas, ramos más cortos y menor incremento de la sección circular del tronco (Gucci *et al.*, 1991; Kappel 1991).

Se ha observado la importancia de mantener las hojas después de la cosecha de los frutos, así como el efecto negativo que una defoliación prematura tiene sobre la acumulación de reservas, disminuyéndolas (Oliveira y Priestley, 1988). En este sentido, se ha indicado que la defoliación prematura originada por el ataque de algunas enfermedades disminuye el contenido en reservas de algunos frutales (Alves *et al.*, 2008).

Otros factores que pueden afectar al contenido de reservas en el árbol son la temperatura (Raese *et al.*, 1978; Ichiki y Yamaya, 1982), el estrés hídrico (Bradford y Hsiao, 1982), el exceso de fertilizantes nitrogenados, ya que la

asimilación de nitrógeno requiere del consumo de carbohidratos (Choi *et al.*, 2012a), y la carga de fruta, por ser un importante sumidero de las reservas (Ryugo y Davis, 1959; Roper *et al.*, 1988).

OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

El objetivo global de esta Tesis Doctoral es realizar un estudio holístico del cultivo de 14 cultivares de ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl.) y de un cultivar de albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.), en dos tipos de manejo agronómico ecológico y convencional. Este objetivo global incluye los siguientes objetivos específicos:

1. Evaluación de la fertilización y principales labores realizadas.
2. Evaluación de diferentes parámetros relacionados con el crecimiento vegetativo.
3. Estudio del periodo de la floración.
4. Evaluación de la severidad de la enfermedad de la roya (*Tranzschelia pruni-spinosae* Pers. Dietel) y la defoliación otoñal en los 14 cultivares de ciruelo japonés.
5. Determinación de las reservas de carbohidratos y de nitrógeno en dos cultivares de ciruelo japonés susceptibles a la enfermedad de la roya, 'Friar' y 'Showtime', y dos tolerantes, 'Red Beaut' y 'Souvenir'.
6. Evaluación de la producción y diferentes parámetros de calidad de la fruta.

MATERIAL Y MÉTODOS

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. MATERIAL VEGETAL

En los estudios de ciruelo se han utilizado 14 cultivares de ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindell) injertados sobre el portainjerto 'Mariana GF 8-1' (*Prunus cerasifera* X *Prunus munsoniana*). Los diferentes cultivares se muestran en la Figura 3.1 de la a) a la n) y algunas de sus características se relacionan en la Tabla 3.1. Además se han incluido como polinizadores los cultivares 'Pissardii' (*Prunus cerasifera* var. *pissardii*) y *Prunus salicina* Lindell cv. 'Methley'.

En el ensayo de albaricoquero se ha utilizado *Prunus armeniaca* L. cv 'Ninfa' injertado sobre dos portainjertos, el melocotonero 'Nemaguard' [*Prunus persica* (L.) Batsch] y el franco de albaricoquero 'Real Fino' (*Prunus armeniaca* L.). El cultivar 'Ninfa' se obtuvo en 1981 en el programa de la Universidad de Bolonia, Italia, de un cruce entre los cultivares 'Ouardi' x 'Tiryntos' (Figura 3.1 ñ). Se caracteriza por ser un árbol de vigor medio-bajo, porte abierto, floración y maduración temprana y la fruta tiene un color de piel amarillo claro y rojo difuminado y la pulpa es amarilla clara (Viveros Provedo, 2014).

Los ciruelos se plantaron a raíz desnuda en el año 2005 y los albaricoqueros también a raíz desnuda en 2009, siendo el marco de plantación en ambos ensayos de 5 x 3,75 m.



Figura 3.1. Cultivares de ciruelo japonés, a) 'Larry-Ann', b) 'Fortune', c) 'Souvenir', d) 'Songold', e) 'Sapphire', f) 'Red Beaut', g) 'Laetitia', h) 'Blackamber', i) 'Primetime', j) 'Santa Rosa', k) 'Angeleno', l) 'Golden Japan', m) 'Friar', n) 'Showtime' y ñ) cultivar de albaricoquero 'Ninfa'.

Tabla 3.1. Principales características de los 14 cultivares de ciruelo japonés utilizados en el estudio.

Cultivar	Vigor	Porte	Color de piel	Color de la pulpa	Semana de maduración	Fuente o Referencia
'Larry-Ann'	Poco vigoroso	Vertical	Rojo oscuro	Amarillo	31-32	Sudáfrica, 1995
'Fortune'	Vigor medio	Semiabierto	Rojo	Amarillo	29-30	USDA, 1971, Ramming y Tanner (1993)
'Souvenir'	Vigoroso	Abierto	Rojo oscuro	Amarillo-anaranjado	26-27	Sudáfrica, 1993, ARC
'Songold'	Vigoroso	Semiabierto	Amarillo verdoso	Amarillo	33-34	Sudáfrica 1970, ARC
'Sapphire'	Vigor medio	Semiabierto	Negro púrpura	Amarillo crema	25-26	Sudáfrica, 1992, ARC
'Red Beaut'	Muy vigoroso	Abierto	Rojo oscuro	Amarillo	21-22	EEUU, 1985, ARC
'Laetitia'	Vigor medio	Semiabierto	Rojo	Naranja	33-34	Sudáfrica, 1985, ARC
'Blackamber'	Vigor medio	Semiabierto	Negro	Amarillo crema	26-27	EEUU, 1980, Ramming y Tanner (1981)
'Primetime'	Vigor medio	Vertical	Rojo purpura	Amarillo rojizo	29-30	EEUU Patente PP09022, 1993
'Santa Rosa'	Vigor medio	Vertical	Rojo	Amarillo rojizo	25-26	EEUU, Obtentor L. Burbank, 1907
'Angeleno'	Muy vigoroso	Abierto	Negro purpura	Amarillo ámbar	36-37	EEUU, 1995
'Golden Japan'	Muy vigoroso	Abierto	Amarillo	Amarillo	25-26	Duval (1999)
'Friar'	Vigor medio	Vertical	Negro violáceo	Ámbar	31-32	EEUU, 1968 Weinberger (1975)
'Showtime'	Poco vigoroso	Semiabierto	Rojo oscuro	Amarillo	25-26	EEUU Patente PP08037, 1992

Fuente: www.viveros-orero.com, 2014. ARC: Agricultural Research Council Infruitec-Nietvoorbij, South Africa. USDA: United States Department of Agriculture.

3.2. LOCALIZACIÓN Y DISEÑO DE LOS ENSAYOS

El estudio sobre ciruelo se realizó en el periodo comprendido entre los años 2007-2014 en dos parcelas experimentales similares, una en manejo ecológico y otra en convencional, situadas en la finca Las Torres, perteneciente al IFAPA Centro “Las Torres-Tomejil”, en el término municipal de Alcalá del Río (37° 30' 48" N; 5° 57' 46" W), a unos 19 km al norte de Sevilla. Cada parcela tenía una superficie aproximada de 5.500 m², y estaban separadas 200 m para evitar interferencias por posibles derivas de tratamientos fitosanitarios (Figura 3.2).



Figura 3.2. Vista aérea de la finca Las Torres con las parcelas de ciruelo: parcela ecológica (PE) y parcela convencional (PC).

El ensayo de ambas parcelas se planteó con un diseño aleatorio de tres repeticiones, constando cada repetición de seis árboles de cada cultivar. Es decir, existieron un total de 18 árboles por cultivar y tratamiento (Figura 3.3).

Las dos parcelas del cultivar ‘Ninfa’ de albaricoquero también se distribuyeron en tres repeticiones de bloques de seis árboles sobre los dos portainjertos (Figura 3.4). Los estudios sobre albaricoquero se han realizado en el periodo 2012-2013.

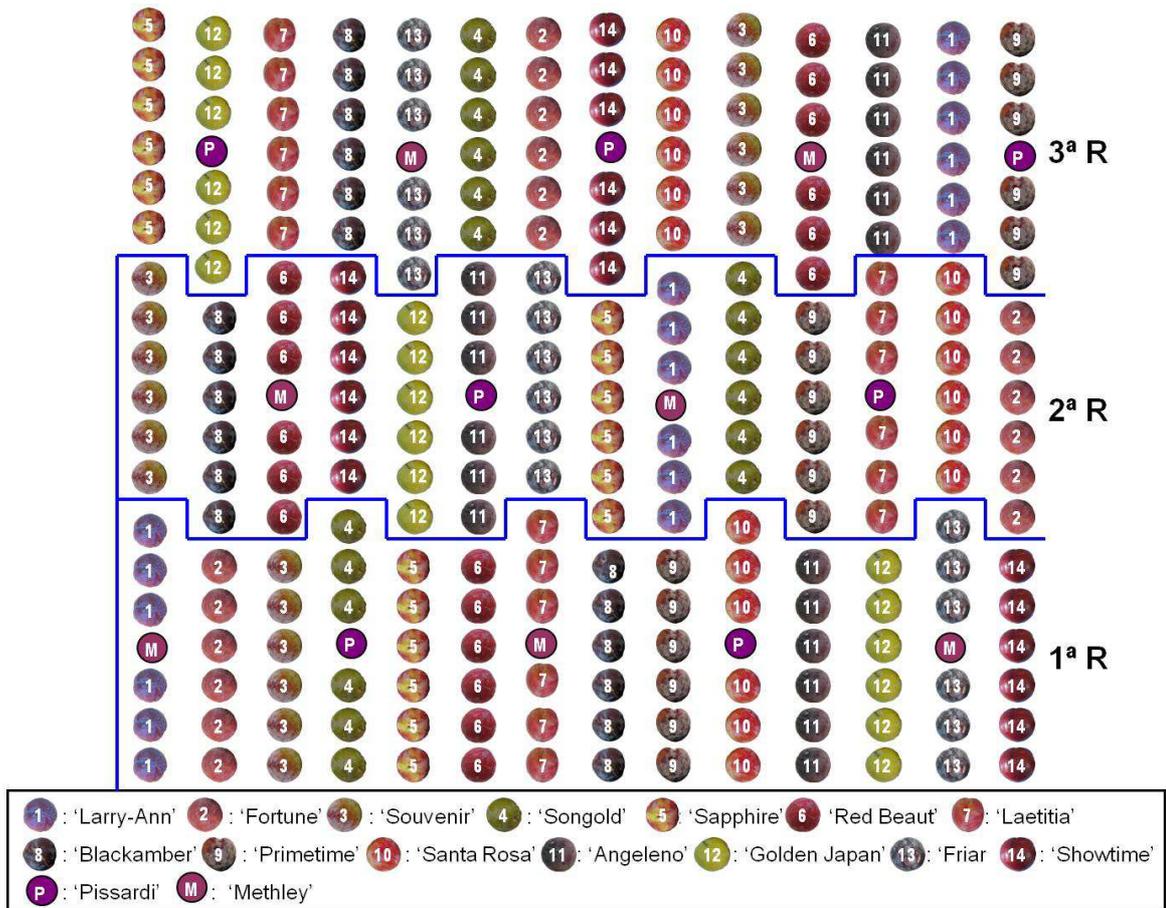


Figura 3.3. Croquis del diseño del ensayo de los 14 cultivares de ciruelo.

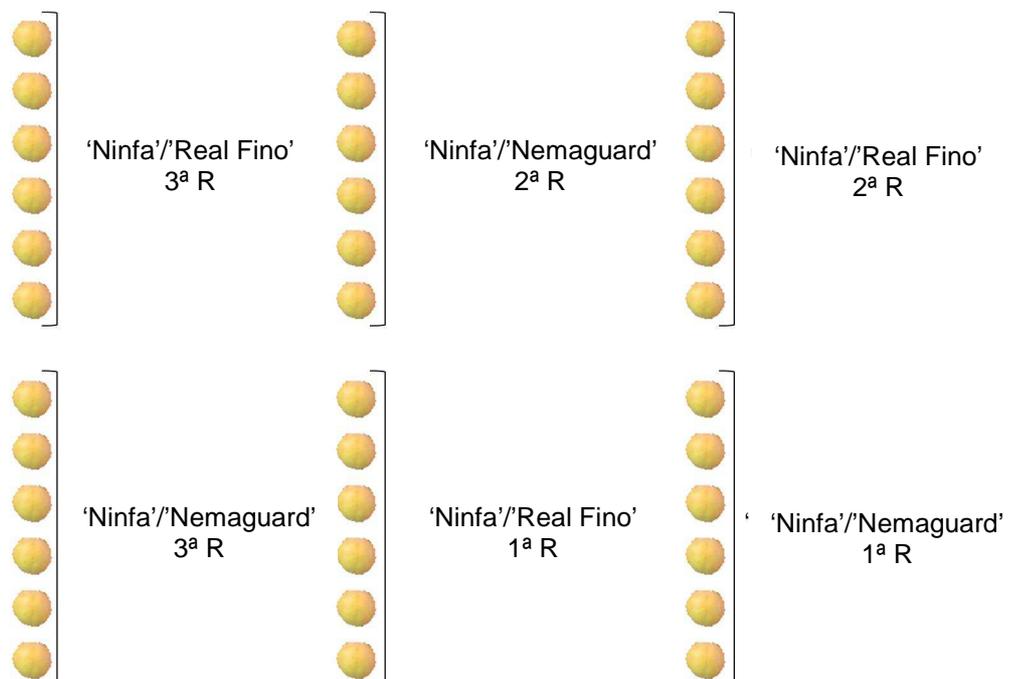


Figura 3.4. Croquis del diseño del ensayo de albaricoquero.

3.3. PARÁMETROS EDAFOCLIMÁTICOS

El clima de la zona se puede clasificar como mediterráneo tipo C, acorde con el sistema de clasificación de Köppen (Peel *et al.*, 2007), caracterizado por inviernos suaves y veranos con temperaturas cálidas. Tienen lugar lluvias estacionales, principalmente en otoño e invierno y un periodo seco en verano, tal y como se puede observar en el diagrama ombrotérmico de Gaussen elaborado para los años del estudio (Bagnouls y Gaussen, 1957) (Figura 3.5). La precipitación media anual del periodo 2003-2013 fue de 468 mm. En la Tabla 3.2 se incluyen las variables agroclimáticas más relevantes en el periodo de floración, comprendido entre el 1 de febrero y el 15 de abril. En la Tabla 3.3 se incluyen variables agroclimáticas relevantes durante cada uno de los años del estudio (precipitación acumulada y HF), y variables agroclimáticas del periodo 1 de mayo al 15 de agosto, que pueden tener incidencia sobre la calidad y la producción de la fruta (temperatura media y humedad relativa media del aire). Los datos se registraron en la estación meteorológica de la finca "Las Torres". Las HF incluidas en la Tabla 3.3 se calcularon contando las horas en las cuales la temperatura permanecía por debajo de 7 °C en el periodo comprendido entre el 1 de noviembre de un año y el 15 de febrero del año siguiente.

El suelo está clasificado como Xerofluvent (Soil Survey Staff, 1999), con una textura franca. Las características físico-químicas del suelo en ambas parcelas fueron similares en el momento de la plantación del ensayo de ciruelos (enero 2005) (Tabla 3.4).

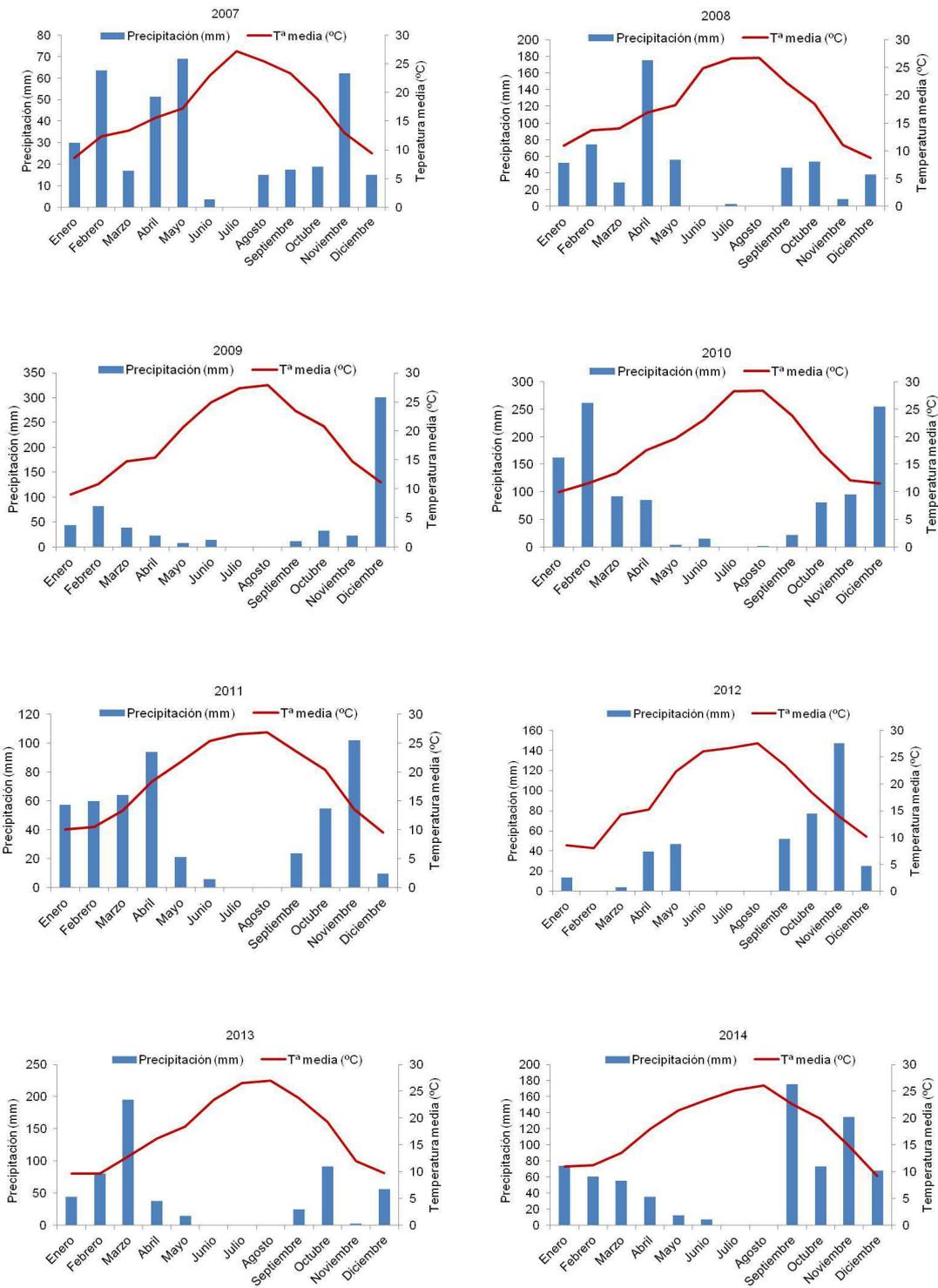


Figura 3.5. Diagrama ombrotérmico para cada uno de los años del periodo 2007-2014.

Tabla 3.2. Variables agroclimáticas más relevantes registradas en el periodo de floración (1 de febrero al 15 de abril) para los años comprendidos entre 2007 y 2014.

Variable	Año							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Temperatura media (°C)	12,98	14,34	13,27	13,26	13,58	11,84	12,02	13,51
Humedad relativa media (%)	68,81	63,32	64,70	70,71	76,84	59,94	82,34	77,01
Velocidad del viento media (m/s)	1,26	1,54	1,55	1,72	1,23	1,42	1,48	1,45
Precipitación acumulada (mm)	120,00	227,8	120,80	359,00	129,00	32,50	310,60	128,20
Días de lluvia	36	21	25	42	37	14	45	33

Tabla 3.3. Variables agroclimáticas más relevantes registradas durante cada uno de los años del estudio (precipitación acumulada y HF), y variables agroclimáticas con mayor relevancia en el periodo de fructificación (1 de mayo al 15 de agosto) para los años comprendidos entre 2007 y 2014.

Variable	Año							
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Precipitación (mm) (1 enero-31 diciembre)	362,60	536,40	573,80	1071,80	491,80	406,10	547,80	697,00
HF (h) (1 noviembre-15 febrero)	617	495	749	404	494	849	672	520
Temperatura media (°C) (1 mayo-15 agosto)	23,51	23,81	24,72	24,45	25,02	25,37	23,45	23,69
Humedad relativa del aire (%) (1 mayo-15 agosto)	51,35	50,07	47,31	50,14	57,50	49,41	54,90	57,03

Tabla 3.4. Características físico-químicas en el suelo de las parcelas convencional y ecológica de ciruelos en el momento de la plantación (enero 2005).

Manejo	MO	pH	CE	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	B
Ecológico	1,10	8,6	272	482	9,30	0,68	10,44	1,84	0,71	7,28	10,04	0,52	1,06
Convencional	1,30	8,6	276	507	5,50	0,72	9,39	1,97	0,66	6,64	7,96	0,80	0,96

MO: materia orgánica. CE: Conductividad eléctrica. Las unidades están expresadas en: % (MO), mS/cm (CE), mg/kg (N, P, Fe, Mn, Zn, B) y meq/100 g (K, Ca, Mg, Na)

3.4. FERTILIZACIÓN, TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS Y OTRAS LABORES REALIZADAS EN LAS PARCELAS DE ENSAYO

La fertilización en la parcela convencional estuvo basada en productos químicos de síntesis. Se siguió el mismo programa de fertilización cada año del estudio, basado en la aplicación de un fertilizante complejo NPK (11-11-11, 600 kg/ha) en febrero, nitrato amónico (500 kg/ha) en abril y sulfato potásico (500 kg/ha) a finales de mayo o junio.

La fertilización de la parcela ecológica ha consistido esencialmente en la aplicación de estiércol de origen animal (2,5-3 kg/m²/año) y la siembra y enterrado de diferentes cubiertas vegetales conteniendo leguminosas. Excepcionalmente, el año 2010, se aplicó compost de origen vegetal. En algunos momentos puntuales se han aplicado también abonos foliares constituidos por extractos de algas o por semillas del árbol de Neem (*Azadirachta indica*). Cada año se realizó un análisis de la composición del estiércol o el compost vegetal aportado, así como de las cubiertas vegetales, para determinar su contenido en macro y microelementos.

El control fitosanitario de la parcela ecológica estuvo basado en la aplicación de tratamientos de origen natural autorizados en el Reglamento (CE) N° 889/2008. El control de plagas y enfermedades en la parcela convencional se realizó con productos químicos de síntesis autorizados por el MAGRAMA en su registro de productos fitosanitarios. Los diferentes productos utilizados en ambos tipos de manejo para combatir las diferentes plagas y enfermedades se relacionan en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5. Tratamientos fitosanitarios realizados en ambas parcelas.

Fecha	Producto usado		Plaga
	Ecológico	Convencional	
Febrero	Extracto de neem	Pyriproxyfen	Piojo de San José
Abril-junio	Jabón potásico y piretrinas	Imidacloprid	Pulgones
Junio-agosto	Trampeo con atrayente sexual y alimentario	Lambda cyhalotrin	Mosca de la fruta
Abril-julio	Trampeo feromonas		Anarsia
Abril-julio	Azufre	Azufre	Araña roja y <i>acalitus phloeocoptes</i>
	Ecológico	Convencional	Enfermedad
Abril-julio	Azufre	Azufre, mancozeb, difenoconazol	Oidio
Julio-septiembre	Azufre	Mancozeb, ciproconazol	Roya y <i>monilinia</i> sp.
Diciembre	Cobre	Cobre	Hongos y bacterias

En la parcela ecológica se ha realizado cada año un trampeo masivo para combatir las plagas de la mosca mediterránea de la fruta (*Ceratitis capitata* Wiedeman) y de Anarsia (*Anarsia lineatella* Zeller). Para la mosca se ha usado el atrayente comercial Econex-Trypack 4 (78 mosqueros/ha), que contiene tres atrayentes alimenticios (acetato amónico, trimetil amina y putrescina) y Econex Súper (36 mosqueros/ha) que, además del atrayente alimenticio, incorpora un atrayente sexual para machos. Además, en cada mosquero se incorporaron también 2 g de lambda-cyhalotrin para acelerar la muerte de las capturas. Los mosqueros con los dos tipos de atrayentes sumaron un total de 114 mosqueros/ha y estuvieron colocados en la parcela desde mediados de mayo hasta mediados de septiembre. Para Anarsia se utilizaron trampas Econex Triangular (28 trampas/ha), que contienen un atrayente sexual y una lámina adhesiva a la cual quedan adheridas las polillas.

El riego se realizó por gravedad, mediante dos surcos paralelos a la línea de árboles (Figura 3.6). Los riegos se realizaron entre mayo y septiembre, aplicándose entre 6 y 11 riegos por campaña y parcela, en función de la climatología del año y de las necesidades del cultivo. El volumen de agua por riego fue de 350.000 l/ha.



Figura 3.6. Riego por gravedad en una de las parcelas del ensayo.

El laboreo en ambas parcelas ha sido similar y ha consistido generalmente en tres pases superficiales con grada de disco (Figura 3.7). El control de arvenses en las parcelas, cuando alcanzaban un porte elevado, se ha llevado a cabo mediante un laboreo superficial con las grada de disco, y la hierba entre la línea de árboles se ha controlado mediante desbrozadora manual (parcela ecológica) o mediante la aplicación de herbicidas (parcela convencional). Los herbicidas utilizados fueron glufosinato amónico, glifosato y oxifluorfen, aplicados a las concentraciones recomendadas.

Cada año, entre diciembre y enero, se ha realizado una poda de invierno, con formación en forma de vaso, similar en ambas parcelas teniendo especial cuidado de que los árboles tuvieran un tamaño y estructura similares en los dos tipos de manejo. Generalmente, en verano también se ha realizado un aclaro interior de brotes y chupones, sobre todo en los cultivares más vigorosos.

En el periodo de floración se colocaron dos colmenas en cada parcela para facilitar la polinización. Además, previamente se tuvo especial cuidado de desbrozar y enterrar la cubierta vegetal para que sus flores no actuaran de sumidero polínico competitivo para las abejas.

Todos los años se ha realizado un aclareo de fruta en los cultivares que lo han necesitado, realizándose mediante entresacado manual o golpeando suavemente las ramas con un trozo de goma.



Figura 3.7. Tractor con grada de discos labrando en la calle.

3.5. MEDICIÓN DEL CRECIMIENTO DEL ÁRBOL

Se han analizado siete parámetros relacionados con el crecimiento vegetativo del árbol: altura, perímetro de la copa, volumen formado por los brazos principales, área de la sección transversal del tronco (TCSA), área de la sección transversal de las ramas principales (BCSA), peso de los restos de poda y crecimiento de los ramos. El TCSA fue el único parámetro que se midió en los 14 cultivares de ciruelo japonés estudiados, los otros seis parámetros únicamente se midieron en cuatro cultivares ‘Souvenir’, ‘Red Beaut’, ‘Friar’ y ‘Showtime’. En el cultivar ‘Ninfa’ de albaricoquero, solo se midió el parámetro TCSA.

La altura se consideró como la longitud existente entre la base del árbol y la parte más alta de la copa. Este dato se registró en los años 2011, 2012, 2013 y 2014 y para su medida se utilizó un listón de madera calibrado (Figura 3.8.a). Se midieron los tres primeros árboles de cada una de las tres repeticiones en ambos tipos de manejo, tomándose dos medidas por año, una en el mes de enero, al principio del ciclo (después de haberse realizado la poda) (A1) y otra en el mes de septiembre, al final del ciclo de crecimiento vegetativo (A2). La tasa de crecimiento en altura (TCA), se obtuvo como la diferencia entre A2 y A1. En el año 2013 no se pudieron determinar los parámetros A2 y TCA, debido a que los árboles fueron rebajados en altura mecánicamente con un apero de discos acoplado al tractor, con anterioridad a la fecha en la que se realiza la medición de A2.

El perímetro exterior de la copa se consideró como aquel que estaba formado por las ramas principales de la copa del árbol. Se registró en los años 2011, 2012, 2013 y 2014, tomándose la medida con una cinta métrica a una altura de 1,5 m sobre el suelo (Figura 3.8.b). Se midieron los tres primeros árboles de cada repetición en los dos tipos de manejo, tomándose dos medidas por año, una en el mes de enero, al principio del ciclo (tras la poda) (P1) y otra en el mes de septiembre, al final del ciclo de crecimiento vegetativo (P2). La tasa de crecimiento del perímetro, (TCP), se obtuvo como la diferencia entre P2 y P1.

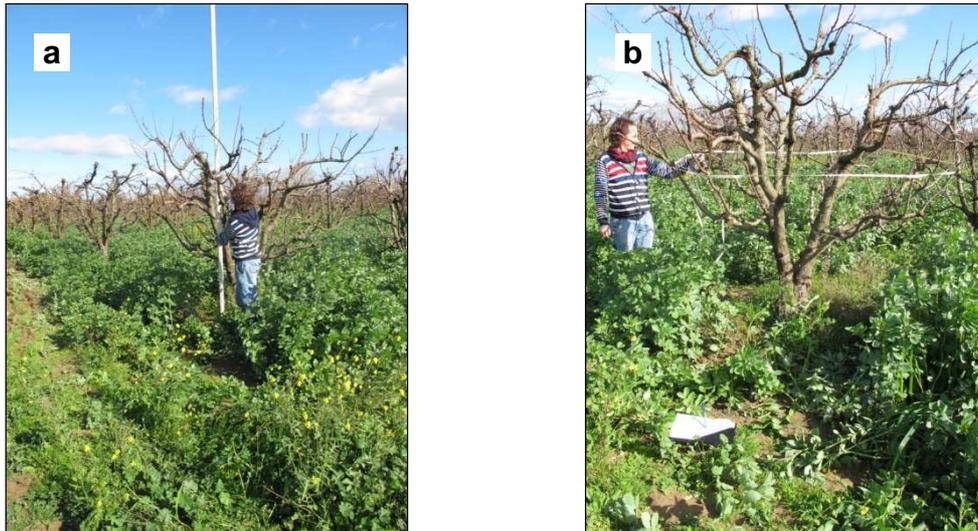


Figura 3.8. a) Medida de la altura, A1, en el cultivar ‘Showtime’. b) Medida del perímetro, P1, en el cultivar ‘Friar’.

Para calcular el volumen que formaban los brazos principales del árbol se estimó que dado que la gran mayoría de árboles tenían cuatro brazos principales, siendo el volumen que más se aproximaba al que formaban estos brazos el correspondiente a una pirámide de base cuadrada. El volumen se calculó a partir del perímetro exterior (ya medido con anterioridad) y la longitud de uno de los brazos principales. Debido a que cuando se realizó la poda no era factible conseguir que todos los brazos tuvieran la misma longitud, se midió la longitud del brazo más representativo de los cuatro, es decir, se descartaron el más corto y el más largo. A partir del valor del perímetro se calcularon el lado y la diagonal del cuadrado circunscrito en el círculo para poder calcular la altura de la pirámide. Una vez obtenidas la altura de la pirámide (a) y la superficie de la base (Sb) se calculó en volumen (V) con la fórmula siguiente:

$$V = \frac{Sb * a}{3}$$

El TCSA se calculó midiendo cada año en el mes de noviembre el perímetro del tronco con una cinta métrica 30 cm por encima del punto de injerto (Layne, 1994; Lepsis y Blanke, 2006). Se tomaron los datos de los años 2005 a 2014 en ciruelo y de 2012 y 2013 en albaricoquero.

Los valores de BCSA se calcularon a partir del perímetro de los brazos principales del árbol, midiendo con una cinta métrica sus diámetros en noviembre, 20 cm por encima del punto de inserción de los brazos con la cruz. Los valores de este parámetro se registraron en los años 2011, 2012, 2013 y 2014.

Los restos de la poda de invierno generados por los seis árboles de cada una de las tres repeticiones se pesaron con una balanza digital (Figura 3.9). Se pesaron los restos de poda los años 2011, 2012, 2013 y 2014 y los valores acumulados se calcularon sumando los restos de poda generados en los cuatro años.



Figura 3.9. Peso de los restos de poda con balanza digital.

En los años 2012 y 2014 se ha estimado también el crecimiento vegetativo registrando el crecimiento de ramos definidos. Se eligieron 18 ramos de similares características, con un diámetro medio aproximado de 3,5 mm, que fueron marcados con pintura a unos 15 cm del ápice y se les colocó una etiqueta identificativa cuando el árbol aún se encontraba en reposo (Figura 3.10). En tres fechas diferentes a lo largo del ciclo de crecimiento vegetativo se cortaron y se determinó su peso fresco y seco.



Figura 3.10. Ramo de un año marcado con pintura a 15 cm del ápice (a) para cortarlo (b) y pesarlo (c) tras un periodo de crecimiento.

3.6. DETERMINACIÓN DE LAS PRODUCCIONES Y ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD DE LA FRUTA

Se ha determinado la producción y se han analizado los parámetros de calidad de la fruta durante el periodo comprendido entre 2009 y 2014 en ciruelo y los años 2012 y 2013 en albaricoquero.

La producción se determinó pesando la totalidad de fruta producida por cada cultivar en cada uno de los dos tratamientos. Los datos se presentan en kg/árbol y kg/ha. Para lo segundo se asumió una densidad de plantación de

666 árboles/ha para los cultivares menos vigorosos de ciruelo ('Larry-Ann', 'Sapphire', 'Friar' y 'Showtime') y 570 árboles/ha para los cultivares más vigorosos de ciruelo ('Fortune', 'Souvenir', 'Songold', 'Red Beaut', 'Laetitia', 'Blackamber', 'Primetime', 'Santa Rosa', 'Angeleno' y 'Golden Japan') y el cultivar de albaricoque 'Ninfa'. La producción total acumulada en ciruelo se calculó sumando la producción obtenida en los seis años. Aunque en el año 2008 ya hubo cierta producción de fruta, los datos obtenidos en ese año no se han incluido en los resultados, debido a que hubo árboles que apenas produjeron fruta, resultando, por tanto, poco consistentes para poder sacar unas conclusiones relevantes.

Para los análisis de calidad se recolectaron aproximadamente 5 kg de fruta de cada cultivar, repetición y tratamiento. De cada lote se tomaron 6 frutos al azar, resultando un total de 18 piezas de fruta por cultivar y tratamiento para la realización de todas las determinaciones de los parámetros de calidad. La fruta tomada para el análisis de calidad fue recolectada en madurez comercial, en la misma fecha para los dos tipos de manejo, a una altura de entre 1 y 2 m de los cuatro puntos cardinales para evitar el efecto que la posición de la fruta pudiera tener sobre los parámetros de calidad medidos en la fruta (Taylor *et al.*, 1993). A continuación se recolectó el resto de la fruta para cuantificar la producción final. Se analizó la fruta de los años 2009-2014 para el ciruelo japonés y 2012 y 2013 para el albaricoquero. Las fechas de recolección se indican en Resultados.

Se han medido los siguientes parámetros de calidad:

- Diámetro ecuatorial ($\emptyset E$)
- Diámetro polar ($\emptyset P$)
- Diámetro de sutura ($\emptyset S$)
- Diámetro medio ($\emptyset M$)
- Peso del fruto
- Firmeza
- Color (coordenadas L^* , a^* y b^*)
- Sólidos solubles totales (SSC)
- Acidez
- Índice de madurez (IM)

Primero se realizaron las medidas no destructivas por este orden: $\emptyset E$, $\emptyset P$, $\emptyset S$, $\emptyset M$, color y peso del fruto. A continuación se realizaron las medidas de carácter destructivo, por este orden: firmeza, SSC, acidez e índice de madurez. A continuación se detalla el proceso seguido para medir cada uno de los parámetros:

$\emptyset E$, $\emptyset P$ y $\emptyset S$: Siguiendo la terminología usada por Caillavet y Souty (1950), se midieron tres diámetros de la fruta, $\emptyset E$, $\emptyset P$ y $\emptyset S$, utilizando un calibre digital Mitutoyo CD-15CR (Figura 3.11. a). El diámetro medio ($\emptyset M$) se definió como:

$$\emptyset M = \frac{\emptyset E + \emptyset P + \emptyset S}{3}$$

Peso del fruto: El peso (g) se determinó con una balanza de precisión Mettler PJ6000 (Figura 3.11. b).

Firmeza: Este parámetro se midió sobre la pulpa o mesocarpo de la fruta una vez eliminado el exocarpo, con un penetrómetro 53205 TR di Turoni & C. Snc (Figura 3.11. c). El resultado se expresó en kg/cm^2 .

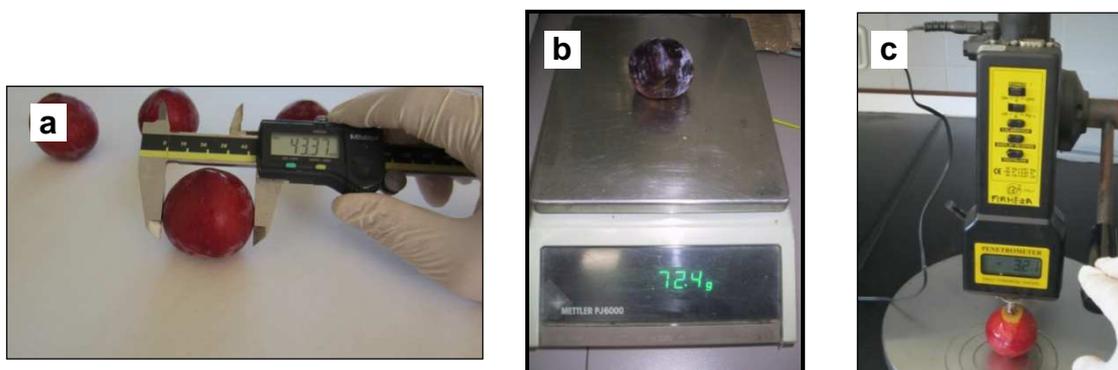


Figura 3.11. a) Medida de los diámetros $\varnothing E$, $\varnothing P$ y $\varnothing S$ con calibre digital. b) Medida del peso de la fruta con balanza de precisión. c) Medida de la firmeza con penetrómetro.

Color: Las coordenadas de color CIE 1976 L^* , a^* y b^* se determinaron con un colorímetro Minolta CR-300 sobre una zona del fruto con un color homogéneo y representativo (Figura 3.12. a).

Azúcar: La SSC del jugo de la fruta se determinó con un refractómetro digital ATAGO PR-101 (Figura 3.12. b) y el valor se expresa en grados Brix ($^{\circ}\text{Brix}$).

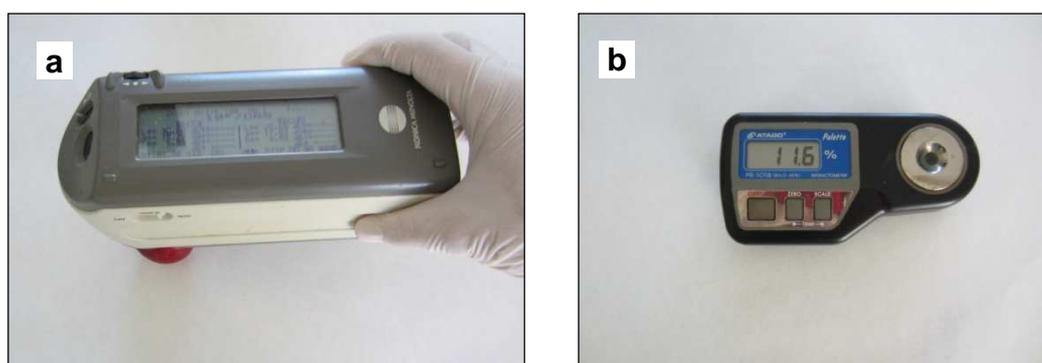


Figura 3.12. a) Medida del color con colorímetro. b) Medida de los SSC con refractómetro digital.

Acidez: Para cada cultivar y tratamiento, la determinación de la acidez se realizó sobre tres lotes de seis ciruelas o albaricoques, correspondientes a las tres repeticiones del ensayo. Los frutos se pelaron, trocearon y se trituroó la pulpa en una batidora. Las muestras de pulpa batida se centrifugaron a 7000 rpm, durante 20 minutos a una temperatura de 5°C . De la fase líquida se extrajeron 5 ml y se diluyeron en 45 ml de agua destilada. Se realizó una

titulación con NaOH 0,1 N sobre los 50 ml hasta alcanzarse un pH de 8,1 (AOAC, 1984). La acidez se calculó mediante la fórmula siguiente:

$$\text{Acidez} = \frac{(\text{NaOH}(\text{ml}) * 0,0067) * 100}{5}$$

Los valores se expresaron en g de ácido málico por 100 ml, por ser el mayoritario en ciruelas y albaricoques (Akin *et al.*, 2008; Singh *et al.*, 2009).

IM: El IM se determinó mediante la siguiente relación:

$$\text{IM} = \frac{\text{SSC}}{\text{Acidez}}$$

3.6.1. Crecimiento del fruto

Se determinó la cinética de engorde del fruto de los cultivares de ciruelo ‘Souvenir’, ‘Red Beaut’, ‘Friar’ y ‘Showtime’ en ambos tipos de manejo en los años 2012, 2013 y 2014 (Figura 3.13). Se midió el diámetro ecuatorial del fruto una vez por semana a partir del estado fenológico 72 (fruto cuajado) (Meier *et al.*, 1994), hasta alcanzar la madurez comercial (estado fenológico 87). Cada medida se realizó sobre 50 frutos tomados al azar de entre los seis árboles de la primera repetición, utilizando un calibre digital Mitutoyo CD-15CR.



Figura 3.13. Medición del diámetro ecuatorial en ciruela del cultivar ‘Friar’.

3.7. DETERMINACIÓN DE LAS FASES DE FLORACIÓN Y DEFOLIACIÓN OTOÑAL E INCIDENCIA DE ROYA

La floración se estudió ocho años consecutivos (2007-2014) en ciruelo y dos años consecutivos, 2012 y 2013, en albaricoquero. Se realizaron dos muestreos semanales, los martes y viernes, en nueve árboles por cultivar y tratamiento (tres árboles alternos de cada una de las tres repeticiones). Se registraron las fechas correspondientes a los siguientes estados fenológicos: inicio de floración (estado fenológico 60), plena floración (estado fenológico 65)

y fin de la floración (estado fenológico 69). Se determinó el número de días que duró la floración como la diferencia entre el final y el inicio de la floración. Con los datos registrados se elaboró un cronograma de floración anual del conjunto de los cultivares estudiados.

La defoliación se evaluó en los 14 cultivares de ciruelo durante el periodo 2008-2014, registrándose el grado de defoliación (GD) de los árboles una vez por semana desde septiembre a diciembre. El GD se estableció como una escala de 0 a 5, donde 0 es el 0 % de hojas caídas; 1, 20 % de hojas caídas; 2, 40 % de hojas caídas; 3, 60 % de hojas caídas; 4, 80 % de hojas caídas; 5, árbol completamente defoliado. En dos ocasiones puntuales en los años 2011 y 2014 se estimó también el grado de defoliación pesando la totalidad de las hojas contenidas en 9 ramas de 80 cm de longitud, tomadas de cuatro cultivares 'Souvenir', 'Red Beaut', 'Friar' y 'Showtime', en una fecha determinada y en los dos tipos de manejo agronómico.

Se realizó una determinación de la incidencia de la enfermedad de la roya en los 14 cultivares de ciruelo, en los mismos años en que se evaluó la defoliación. Para ello, se anotó el grado de afectación de la superficie foliar una vez por semana, desde principios de agosto a finales de diciembre, acorde con una escala numérica del 0 al 5, donde, 0: ausencia de enfermedad, 1: 1-20 % de superficie foliar afectada, 2: 21-40 % de superficie foliar afectada, 3: 41-60 % de superficie foliar afectada, 4: 61-80 % de superficie foliar afectada, 5: 81-100 % de superficie foliar afectada.

3.8. ANALÍTICAS DEL SUELO Y FOLIARES

En los sucesivos años del estudio se han realizado diferentes análisis de suelo y foliares.

Para los análisis de suelo se tomó una muestra de suelo por cada repetición y tratamiento, de forma que cada muestra fue un composite de 6 submuestras tomadas en distintos puntos de la repetición a una profundidad de entre 10 y 30 cm. Previo a los análisis, las muestras se desecaron, tamizaron a 2 mm y almacenaron en recipientes de plástico. Los componentes del suelo analizados fueron: materia orgánica (MO), pH, conductividad eléctrica (CE), N, P, K, Mg, Fe, Mn, Zn y B. La materia orgánica se determinó siguiendo el protocolo recogido en MAPA (1994). El pH y la CE se determinaron en el sobrenadante del extracto (suelo:agua) 1:2,5. El contenido total de N se determinó mediante una digestión Kjeldahl (MAPA, 1994). El P se midió usando el protocolo descrito por Olsen *et al.* (1954). El K y Mg se midieron realizando extracciones con solución 1N de acetato amónico (MAPA, 1994). El Zn, Fe y Mn se determinó usando como extractante 0,05 M de ácido dietilen triamino pentaacético (DTPA) + 0,01 M CaCl₂ + 0,1 M trietanolamina, ajustando a un pH de 7,30 (Lindsay y Norvell, 1978).

Durante los años del estudio se realizaron también análisis foliares de determinados cultivares, siendo los más estudiados 'Souvenir', 'Red Beaut', 'Friar' y 'Showtime'. Se tomó una muestra por tratamiento y cultivar, compuesta de hojas de los seis árboles de la primera repetición. Una vez tomadas las muestras, se dejaron en una estufa durante 48 horas para eliminar la humedad. Los compuestos analizados fueron: N, P, K, Ca, Mg, B, Fe, Cu, Zn y Mn. La determinación se realizó siguiendo la metodología oficial de análisis, recogida en Madrid *et al.*, (1996). El contenido de N se determinó mediante una

digestión Kjeldahl, el P se determinó mediante espectrofotometría de UV, el Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn se midieron mediante la lectura por absorción atómica, el K se determinó por fotometría de llama y el B se determinó mediante espectrofotometría de UV-Visible.

3.9. ANÁLISIS DE RESERVAS DE CARBOHIDRATOS Y NITRÓGENO EN MADERA

Se han realizado análisis de reservas de carbohidratos y de nitrógeno en madera de los cultivares 'Souvenir', 'Red Beaut', 'Friar' y 'Showtime', durante los años 2011, 2012, 2013 y 2014. Se tomaron muestras en dos momentos del ciclo de cultivo, en reposo (diciembre-enero) y en crecimiento vegetativo (mayo-junio).

De cada tipo de manejo y cultivar y de los seis árboles de cada una de las tres repeticiones se cogieron 20 ramos al azar de un grosor aproximado de entre 4 y 5 mm (Figura 3.14 a). Los ramos se secaron en estufa durante 48 horas a 60 °C, se trocearon en pequeñas porciones (Figura 3.14 b) y posteriormente se molieron en un molino Thomas Model 4 Wiley® Mill (Figura 3.14 c). Se analizaron el nitrógeno en sus formas proteica, nítrica y amoniacal, los azúcares solubles totales y el almidón. En ciertas ocasiones se analizaron también las reservas en muestras de raíces.



Figura 3.14. a) Ramos tomadas al azar para el análisis de reservas. b) Ramos troceadas en pequeñas porciones. c) Muestra molida.

3.9.1. Determinación analítica de nitrógeno proteico

Se realizó mediante una digestión, con la que se pretende convertir el nitrógeno en amonio, para ello se pesó 0,5 g de la muestra que previamente se había molido y secado, se colocó en un tubo de digestión y se le adicionó una pastilla de catalizador Kjeldahl [sulfato de potasio (93,75%) y sulfato de cobre (II) pentahidratado (6,25%)] y 20 ml de ácido sulfúrico al 96 %. Una vez realizada la digestión, se enrasó hasta un volumen final de 50 ml con agua desionizada, se añadió 1 ml de reactivo Nessler [Hidróxido de potasio y Potasio tetrayodomercuriato (II)] y a los 10 minutos se midió la absorbancia a 425 nm. La concentración de las muestras se obtiene comparando con los valores de una recta patrón calibrada con una solución a diferentes concentraciones. Las unidades se expresaron en tanto por ciento.

3.9.2. Determinación analítica de nitrógeno amoniacal

La determinación se basó en el método descrito por Bremner (1965). Se colocaron 1,5 g de la muestra analizada (P) en un matraz de digestión con 200 ml de agua y 2 g de MgO. Se destilaron 100 ml y se recogieron en un vaso de precipitado, se añadieron 15 ml de H₂SO₄ a 0,5 N y unas gotas de rojo de metilo. Se valoró el exceso de H₂SO₄ con NaOH a 0,5 N (A). Se hizo un blanco sin muestra (B) y se calculó el porcentaje de nitrógeno amoniacal mediante la siguiente relación:

$$\% \text{ Nitrógeno} = \frac{(B - A) \cdot 0,7}{P}$$

Las unidades se expresaron en tanto por ciento.

3.9.3. Determinación analítica de nitrógeno nítrico

El método para la cuantificación del nitrógeno nítrico es el mismo que el descrito para la determinación analítica del nitrógeno amoniacal (Bremner, 1965), exceptuando que se usó 2 g de aleación de Devarda en vez de MgO para reducir el nítrico a amonio. La aleación de Devarda contenía un 50 % de cobre, 45 % de aluminio y 5 % de Zinc. Para obtener la cantidad de nitrógeno nítrico, al resultado obtenido se le resta la cantidad obtenida como nitrógeno amoniacal. Las unidades se expresaron en µg/g.

3.9.4. Determinación del nitrógeno total

El nitrógeno total refleja la suma de las tres fracciones de nitrógeno, proteico, amoniacal y nítrico. Las unidades se expresaron en %.

3.9.5. Determinación analítica de los azúcares solubles totales

Se realiza una extracción con etanol:agua (60:40) durante 30 minutos a 80 °C, y se lleva a un volumen final de 5 ml. Se empleó el método DNS, que usa ácido 3,5-dinitrosalicílico (Miller, 1959). Se preparó una recta de calibrado con una solución patrón de glucosa al 1 % p/v, a concentraciones de 0, 0,1, 0,2, 0,3, 0,4 y 0,5 %. Se mezclaron 100 µl de muestra (o muestra patrón de calibrado), 100 µl de agua destilada y 100 µl de reactivo DNS. Las muestras se pusieron en un termobloque a 100 °C durante 15 minutos. Transcurridos los 15 minutos se tomaron 100 µl a los que se le añadió 900 µl de agua destilada, y se miden en un espectrofotómetro a 540 nm. Las unidades se expresaron en mg/g.

3.9.6. Determinación analítica del almidón

En primer lugar se somete la muestra a una digestión ácida para hidrolizar el almidón. Para ello se añadieron a la muestra 100 µl de HCl 6 N, se calentó en un termobloque durante 15 minutos a 95 °C y se neutralizó con 600

µl de NaOH 1 N. Una vez realizados estos pasos el resto del proceso es el mismo que el descrito en el punto anterior para la determinación analítica de azúcares solubles totales. Para calcular la cantidad de almidón, al resultado obtenido al final del proceso se le resta el resultado obtenido de la determinación de azúcares solubles totales. Las unidades se expresaron en mg/g.

3.10. CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE 'MARIANA 2624' EN CONDICIONES CONTROLADAS EN CÁMARA DE CULTIVO

Se utilizaron plántulas pequeñas de unos 6-8 cm de altura del portainjerto 'Mariana 2624' (*Prunus cerasifera Ehrh x Prunus munsoniana W. Wight & Hedrick*), amablemente cedidas por la empresa Agromillora Catalana. Previamente se lavó el sistema radical de las miniplantas, un total de 68, dejándolas a raíz desnuda (Figura 3.15 a) y posteriormente se trasplantaron, 34 plantitas en cada una, en dos bandejas de alveolos de 270 ml. Una de las bandejas contuvo como sustrato una mezcla 50:50 de perlita y vermiculita y la otra una mezcla 50:50 de turba y fibra de coco. La bandeja conteniendo fibra de coco y turba se regó con agua destilada, y la de perlita más vermiculita con una solución nutritiva de Hoagland (Taiz y Zeiger, 1998), preparada a las concentraciones siguientes (g/l): KNO₃ (101,10), Ca(NO₃)₂·4H₂O (236,16), NH₄H₂PO₄ (115,08), MgSO₄·7H₂O (246,49), KCl (1,86), H₃BO₃ (0,77), MnSO₄·H₂O (0,17), ZnSO₄·7H₂O (0,29), CuSO₄·5H₂O (0,06), H₂MoO₄ (0,04) y NaFeDTPA (30). Con la fibra de coco y la turba, se pretendió reproducir un sistema de fertilización orgánica, como el usado en AE, y con la mezcla de vermiculita y perlita más la fertilización mineral, un sistema de fertilización como el usado en AC. Las condiciones de crecimiento utilizadas se describen a continuación.

La plantación se realizó el día 25-10-2013 y las bandejas se colocaron en una cámara de cultivo Sanyo Versatile environmental test chamber MLR-351H (Figura 3.15 b). Durante los primeros 96 días se simularon unas condiciones similares a las registradas en primavera en el valle del Guadalquivir, con 12 horas de luz a 26 °C y 12 horas de oscuridad a 20 °C y una humedad del 55 %. Transcurrida esta primera fase, el día 29-01-2014, se cambiaron las condiciones de la cámara de cultivo, para simular el tránsito de la primavera al otoño, reduciendo las horas de luz y disminuyendo la temperatura, programándose un ciclo con ocho horas de luz a 22 °C y 16 horas de oscuridad a 14 °C y una humedad del 65 %. Transcurridos 14 días se volvieron a cambiar las condiciones de la cámara de cultivo, iniciando un ciclo de siete horas de luz a 15 °C y 17 horas de oscuridad a 6 °C. Transcurridos 44 días desde el anterior cambio, se disminuyó en 1 °C la temperatura mínima, quedando ésta en 5 °C y se añadió una hora más de oscuridad, resultando un día de 18 horas de oscuridad y 6 de luz. Las últimas condiciones se mantuvieron hasta que las plantas defoliaron casi en su totalidad.

Entre el 27-02-2014 y el 18-04-2014, periodo en el que se simularon condiciones de temperatura y fotoperiodo otoñal, se evaluó la cinética de defoliación en ocho plantas por tratamiento, anotando el grado de defoliación en ocho fechas diferentes.

El 06-05-2014, al final del ciclo, cuando las plantas se encontraban completamente defoliadas, se extrajeron de la bandeja de alveolos 24 plantas

por tratamiento, se eliminó el sustrato dejando el sistema radicular limpio y se midieron la anchura, dos centímetros por encima del sistema radicular, y la longitud. Una vez tomados los parámetros de crecimiento, se constituyeron tres grupos de ocho plantas por tratamiento, se trocearon y molieron en su totalidad y se realizó el análisis de reservas de carbohidratos y nitrógeno.



Figura 3.15. a) Planta con el sustrato originario del vivero (derecha) y planta lavada con la raíz desnuda preparada para plantar (izquierda). b) Bandejas con plantas en cámara de cultivo.

3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS Y REALIZACIÓN DE GRÁFICAS

Los datos se analizaron con el programa informático Statistix software (versión 9.0; NH Analytical Software, USA). Para cada parámetro se realizó un análisis de la varianza con comparación y separación de medias mediante el Test LSD ($p \leq 0,05$). Las gráficas se realizaron con la hoja de cálculo Microsoft Office Excel 2007.

RESULTADOS

4. RESULTADOS

4.1. CIRUELO JAPONÉS

4.1.1. Fertilización y otras labores realizadas en ambas parcelas

Las principales labores realizadas en ambas parcelas, ecológica y convencional, han tenido que ver con la fertilización, el tipo de laboreo, el riego, la poda, el control de plagas y enfermedades y el manejo de la vegetación espontánea. En el apartado de Material y Métodos se exponen las acciones fundamentales llevadas a cabo. En general, el laboreo, la poda y el riego han sido prácticamente similares en ambos tipos de manejo, sin embargo, la fertilización, el control fitosanitario y el manejo de adventicias fueron diferentes en ambas parcelas.

La fertilización en la parcela convencional se basó en la aplicación de abonos químicos de síntesis tal y como se mencionó en Material y Métodos, mientras que la parcela ecológica se fertilizó con compost de origen animal, preferentemente, o vegetal, un solo año, combinado con la siembra y enterrado de cubiertas vegetales, siempre conteniendo leguminosas. Se realizó un análisis químico del estiércol animal y del compost vegetal aportado en los diferentes años. En la Tabla 4.1 se presentan el contenido medio de nutrientes contenido en el compost.

Tabla 4.1. Contenido anual medio de nutrientes en el estiércol aportado a la parcela ecológica en el periodo 2006-2013.

Elemento	mg/kg	kg/ha
N	5.474	136
P	1.626	41
K	10.262	256
Ca	23.927	598
Mg	2.149	54
Na	2.712	68
B	9,10	0,23
Fe	2.126	53
Cu	13,59	0,34
Zn	34,78	0,87
Mn	92,56	2,31

Cálculo basado en la aplicación de 25.000 kg de compost/ha/año

Las cubiertas vegetales también se analizaron anualmente. La Tabla 4.2 muestra los valores brutos de materia seca y de N, P y K aportados por las

diferentes cubiertas vegetales incorporadas en la parcela ecológica desde el año 2004, en el que se sembró, antes de la plantación, una cubierta de soja.

Tabla 4.2. Contribución bruta en materia seca y principales macronutrientes de las diferentes cubiertas vegetales utilizadas en la parcela ecológica.

Cubierta	Siembra	Enterrado	kg/ha			
			Materia seca	N	P	K
Soja	Mayo 2004	Agosto 2004	10.600	320	34	206
Haba	Octubre 2005	Marzo 2006	6.320	180	14	185
Colza + Veza	Diciembre 2006	Abril 2007	2.500	70	8	75
Espontánea		Marzo 2008	2.913	56	9	75
Veza + Avena	Octubre 2008	Marzo 2009	8.320	180	19	220
Haba	Octubre 2009	Marzo 2010	10.353	225	24	274
Veza + Avena	Octubre 2010	Marzo 2011	4.100	140	12	120
Haba	Noviembre 2011	Febrero 2012	nd	nd	nd	nd
Veza + Avena	Octubre 2012	Marzo 2013	2.850	83	12	108
Haba	Octubre 2013	Enero 2014	6.164	232	17	293

nd: no determinada

El otro bloque importante de acciones diferentes en ambos tipos de tratamientos es el que compete al control fitosanitario frente a las diferentes plagas y enfermedades. Aunque el estudio pormenorizado de estos aspectos no ha sido un objetivo directo en el desarrollo de esta tesis doctoral, sí se ha colaborado en algunos de los estudios llevados a cabo en este campo. Los tratamientos más frecuentes en ambas parcelas se han reseñado en Material y Métodos y algunos de los datos y conclusiones relevantes se comentarán brevemente en el apartado de Discusión.

4.1.2. Resultados de los análisis de suelo y foliares

Los resultados de las analíticas del suelo en el periodo 2007-2014 y en el inicio de la plantación, año 2005, se presentan en la Tabla 4.3. Se observa que la MO aparece siempre con niveles superiores en el tratamiento ecológico, generalmente próximos a un 2 % o superiores, mientras que en el tratamiento convencional su concentración permaneció en niveles en torno al 1% o ligeramente superiores, valores muy similares a los del inicio de la plantación. La relación C/N ha estado casi siempre en valores más o menos aceptables a excepción de 2008 y 2012, muy elevada en la parcela ecológica, y en 2013, excesivamente baja en la parcela convencional. Con respecto al macroelemento más importante, el nitrógeno, se aprecia que en general sus niveles fueron adecuados en ambos sistemas, pero casi siempre ligeramente superiores en el suelo sometido a manejo ecológico. También los niveles de fósforo fueron siempre ligeramente superiores en el suelo en manejo ecológico, si bien en ambos sistemas de manejo los niveles detectados han estado siempre por debajo de los considerados adecuados. Los niveles de potasio han sido similares y generalmente adecuados en ambos suelos y los de magnesio han resultado algo más elevados, y un poco por encima de los valores

considerados adecuados, en el suelo en manejo ecológico. En general los niveles de sodio han sido similares y más o menos adecuados, no deduciéndose, por tanto, riesgo de salinización. Con relación a los microelementos, se observan valores similares de hierro en ambos suelos, o ligeramente inferiores en el suelo en manejo ecológico, aunque estuvieron casi siempre algo por debajo de los niveles considerados adecuados. Los niveles de manganeso fueron siempre muy similares, aunque ligeramente superiores en el suelo ecológico, y pueden considerarse adecuados. Los niveles de cinc fueron similares en ambos suelos, y siempre muy por debajo de los considerados como óptimos en el suelo. Los niveles de boro y cobre fueron muy parecidos en ambos suelos y dentro de niveles considerados como adecuados el primero, y algo bajos el cobre.

A lo largo de los diferentes años de la plantación se han realizado numerosos análisis foliares a distintos cultivares en fechas diferentes. A partir del año 2011 siempre se analizaron los mismos cuatro cultivares: 'Red Beaut', 'Souvenir', 'Friar' y 'Showtime'. Esta opción se eligió por dos razones esenciales; en primer lugar, porque los dos primeros son cultivares muy vigorosos y los otros dos tienen un vigor medio-bajo. Además, también los dos primeros muestran una mayor tolerancia a la enfermedad de la roya, frente a la elevada susceptibilidad de los dos últimos. Como se comentará más adelante, esta enfermedad afecta mucho a la hoja y termina provocando una defoliación prematura del árbol.

Las cinco tablas siguientes, Tablas 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 y 4.8, muestran los resultados de los análisis foliares que se realizaron en el periodo 2006-2010 en diferentes cultivares, y las Tablas 4.9, 4.10, 4.11 y 4.12 muestran los resultados de los análisis foliares en los cuatro cultivares indicados en el párrafo anterior en los años 2011, 2012, 2013 y 2014, respectivamente. Los valores del periodo 2011-2014 se representan también gráficamente en las Figuras 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4.

Se observa que en general los contenidos tanto en macro como en microelementos fueron muy similares en ambos tipos de manejo en casi todas las analíticas realizadas, habida cuenta que se han contemplado diferentes cultivares y durante varios años.

En cuanto a los macronutrientes, se observó que el contenido foliar en nitrógeno estuvo casi siempre entre los niveles considerados adecuados (rango 2,4-3 %), si bien existieron ocasiones, en ambos tipos de manejo, en las que dichos niveles estuvieron ligeramente por encima o por debajo de dicho rango. No se detectaron diferencias relevantes ni entre manejos ni de unos cultivares con otros. En general tampoco se han observado diferencias relevantes en el contenido foliar de fósforo dependiendo del tipo de manejo, ni entre cultivares. La mayoría de las ocasiones los niveles de este elemento estuvieron entre los niveles considerados adecuados (0,15-0,25 %), si bien hay que decir que hasta el año 2010 dichos niveles estuvieron más bien en la franja superior del rango, y a partir de ese año estuvieron en la zona inferior o ligeramente por debajo de la misma. La concentración de potasio también estuvo casi siempre en el rango adecuado (1,6-3 %) y tampoco se observaron diferencias asociadas al tipo de manejo llevado a cabo. Dentro de los diferentes cultivares se podría indicar la tendencia a que 'Friar', en ambos sistemas, presente niveles inferiores a los de otros cultivares. En el elemento calcio tampoco se observaron grandes diferencias entre los dos tipos de manejo. En general, los años 2008, 2009,

2010 y en julio de 2012 se observaron niveles algo por debajo de los considerados adecuados (1,6-3 %) y en el resto de las ocasiones la concentración fue adecuada. Salvo excepciones puntuales, la concentración de magnesio estuvo dentro de los márgenes óptimos (0,3-0,8 %), y no se observaron diferencias asociadas al manejo.

De entre los microelementos, el de mayor importancia para los frutales es el hierro. Los niveles considerados como adecuados están entre 100 y 250 mg/kg. Tampoco se han observado grandes diferencias entre los dos sistemas de manejo. En general, los niveles hallados han estado dentro del rango óptimo, con excepciones puntuales, como los elevados niveles del año 2007 o los niveles algo bajos en la analítica realizada en mayo de 2012. Como se indicó para el potasio, también se podrían reseñar los niveles inferiores de hierro que se han observado en el cultivar 'Friar', comparados con los de otros cultivares. Los niveles de boro estuvieron siempre en el rango adecuado (25-60 mg/kg), a excepción de los bajos niveles encontrados en octubre de 2007. No se observaron diferencias relevantes entre tipos de manejo ni entre cultivares. El cobre estuvo siempre en el rango óptimo (6-16 mg/kg), a excepción de la analítica de mayo de 2012, con niveles algo elevados. No existieron diferencias entre tratamientos. Prácticamente no se observaron diferencias en los niveles de cinc entre ambos de tipos de manejo. En general dichos niveles estuvieron dentro de los márgenes adecuados (20-50 mg/kg) en el periodo 2007-2011, y a partir de julio de 2012 casi siempre han estado algo por debajo del rango óptimo. Finalmente, los niveles de manganeso estuvieron casi siempre dentro de los márgenes adecuados (40-160 mg/kg), y solamente algo elevados en el análisis realizado en octubre de 2007. Tampoco para este microelemento existieron diferencias asociadas al tipo de manejo.

Tabla 4.3. Composición química del suelo en las parcelas de ciruelos en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el periodo 2005-2014.

Año	Manejo	MO	C/N	N	P	K	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	B	Cu
Inicial (2005)	AE	1,10	13,13	482,00	9,30	0,68	1,84	0,71	7,28	10,04	0,52	1,06	nd
	AC	1,30	15,21	507,00	5,50	0,72	1,97	0,66	6,64	7,96	0,80	0,96	nd
2007	AE	1,30 a	17,12 a	656 a	16,21 a	2,03 a	1,90 a	0,50 a	nd	103,63 a	nd	nd	nd
	AC	1,30 a	15,97 a	500 a	32,95 a	2,15 a	1,98 a	0,46 a	nd	101,21 a	nd	nd	nd
2008	AE	1,99 a	19,65 a	587 a	41,24 a	1,42 a	2,50 a	0,74 a	nd	97,99 a	nd	nd	nd
	AC	1,30 b	17,45 a	432 b	25,19 a	1,80 a	1,98 a	0,68 a	nd	197,7 a	nd	nd	nd
2009	AE	1,27 a	6,50 a	1134,50 a	17,50 a	1,53 a	3,83 a	1,50 a	145,27 a	58,87 a	2,20 a	2,57 a	5,20 a
	AC	1,23 a	6,44 a	1176,80 a	5,97 b	1,07 b	3,13 b	1,30 b	150,07 a	56,23 b	1,77 a	2,87 a	6,00 a
2010	AE	2,53 a	13,72 a	1072,50 a	19,47 a	0,97 a	3,10 a	0,77 a	67,37 a	79,70 a	3,77 a	2,43 a	5,80 b
	AC	1,46 b	8,48 b	1017,40 a	14,70 a	1,10 a	2,27 b	0,77 a	69,83 a	74,27 a	3,40 a	2,80 a	7,50 a
2011	AE	2,96 a	15,81 a	1091,60 a	8,80 a	1,15 a	3,25 a	1,03 a	68,43 a	145,47 a	3,17 a	3,07 a	6,70 b
	AC	1,60 b	11,44 b	823,60 a	6,03 a	0,96 a	2,47 b	0,93 a	74,97 a	99,47 b	2,83 a	2,30 a	7,73 a
2012	AE	2,69 a	21,75 a	1066,70 a	14,17 a	0,87 a	3,10 a	0,77 a	79,17 b	94,23 a	2,70 a	2,47 a	7,47 b
	AC	1,03 b	7,40 b	792,30 b	10,03 a	0,87 a	2,30 b	0,63 a	87,83 a	85,80 b	2,77 a	2,67 a	8,93 a
2013	AE	2,36 a	6,99 a	1950,60 a	14,03 a	0,87 a	3,20 a	0,43 a	83,93 b	89,40 a	3,77 a	2,57 a	8,50 a
	AC	1,13 b	4,17 b	1551,00 b	8,67 b	0,87 a	2,20 b	0,33 a	92,83 a	83,67 b	3,13 a	2,43 a	9,93 a
2014	AE	2,89 a	10,49 a	1608,10 a	22,20 a	1,20 a	3,60 a	0,73 a	nd	nd	nd	nd	nd
	AC	1,35 b	8,43 b	928,20 b	17,40 a	1,03 a	2,90 b	0,67 a	nd	nd	nd	nd	nd

MO: material orgánica; nd: no determinado. Las unidades se expresan en: % (MO), mg/kg (N, P, Fe, Mn, Zn, B, Cu) y meq/100 g (K, Na, Mg). Para cada año y parámetro, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre tipos de manejo ($p \leq 0,05$).

Tabla 4.4. Analítica foliar del cultivar 'Laetitia' cultivado en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2006.

Fecha	Cultivar	Manejo	N	P	K	Ca	Mg	B	Fe	Cu	Zn	Mn
Noviembre 2006	'Laetitia'	AE	3,20	0,27	2,74	0,95	0,29	40,20	98,21	13,60	14,30	49,70
		AC	2,90	0,20	1,93	1,08	0,34	34,40	172,32	6,50	10,90	153,80

Las unidades se expresan en: % (N, P, K, Ca, Mg) y mg/kg (B, Fe, Cu, Zn, Mn)

Tabla 4.5. Analítica foliar de los cultivares 'Laetitia', 'Golden Japan', 'Sapphire', 'Golden Japan' y 'Showtime' cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2007.

Fecha	Cultivar	Manejo	N	P	K	Ca	Mg	B	Fe	Cu	Zn	Mn
Junio 2007	'Laetitia'	AE	2,16	0,17	2,60	2,29	0,36	33,30	167,7	11,60	23,70	74,20
		AC	2,37	0,15	2,51	2,13	0,36	31,50	187,62	10,00	20,10	98,30
	'Golden Japan'	AE	2,99	0,22	2,14	2,35	0,45	30,90	199,15	11,90	24,70	103,30
		AC	3,25	0,21	2,34	2,20	0,44	30,50	205,69	13,00	23,20	112,20
Octubre 2007	'Sapphire'	AE	2,78	0,21	1,92	1,31	0,42	13,40	288,97	8,90	24,40	162,00
		AC	2,58	0,15	2,08	3,03	0,59	3,60	334,21	5,50	50,60	308,70
	'Golden Japan'	AE	2,48	0,16	1,69	2,50	0,53	11,30	315,98	6,20	26,10	192,20
		AC	2,94	0,19	1,80	1,74	0,43	12,60	248,71	5,70	41,00	291,80
	'Showtime'	AE	2,09	0,26	3,21	3,01	0,63	13,40	369,68	7,60	34,90	213,60
		AC	2,62	0,24	2,58	2,05	0,44	6,50	270,35	6,20	55,80	356,00

Las unidades se expresan en: % (N, P, K, Ca, Mg) y mg/kg (B, Fe, Cu, Zn, Mn)

Tabla 4.6. Analítica foliar de los cultivares ‘Souvenir’, ‘Laetitia’, ‘Golden Japan’ y ‘Friar’ cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2008.

Fecha	Cultivar	Manejo	N	P	K	Ca	Mg	B	Fe	Cu	Zn	Mn
Julio 2008	‘Souvenir’	AE	3,29	0,28	2,71	1,30	0,47	63,40	209,32	11,50	32,30	159,10
		AC	3,38	0,27	2,79	1,38	0,47	64,10	221,23	12,70	64,00	370,30
	‘Laetitia’	AE	3,04	0,25	2,42	1,24	0,44	43,20	177,59	9,40	31,80	152,10
		AC	2,94	0,24	2,54	1,31	0,42	38,80	190,97	8,50	32,90	153,10
	‘Golden Japan’	AE	3,34	0,29	2,04	0,76	0,36	51,50	163,66	10,80	32,30	133,90
		AC	3,35	0,32	2,15	0,77	0,34	54,00	158,01	11,30	61,20	329,80
	‘Friar’	AE	2,87	0,26	2,32	1,13	0,39	64,10	154,49	12,20	40,60	101,70
		AC	2,84	0,23	2,22	1,19	0,42	48,20	156,37	8,70	34,70	105,90

Las unidades se expresan en: % (N, P, K, Ca, Mg) y mg/kg (B, Fe, Cu, Zn, Mn)

Tabla 4.7. Analítica foliar de los cultivares ‘Sapphire’, ‘Golden Japan’ y ‘Showtime’ cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2009.

Fecha	Cultivar	Manejo	N	P	K	Ca	Mg	B	Fe	Cu	Zn	Mn
Julio 2009	‘Sapphire’	AE	2,95	0,23	2,05	1,30	0,42	29,74	193,23	10,96	23,94	77,03
		AC	2,47	0,22	2,63	1,62	0,42	33,33	279,09	12,15	20,49	58,45
	‘Golden Japan’	AE	3,14	0,23	1,73	0,97	0,43	30,24	217,62	9,69	22,13	71,64
		AC	3,63	0,26	2,09	1,26	0,41	33,23	321,95	12,43	25,32	75,45
	‘Showtime’	AE	2,72	0,23	2,29	1,37	0,42	28,03	202,10	10,84	27,42	62,80
		AC	3,18	0,23	2,03	1,64	0,48	30,97	214,49	11,64	33,59	68,01

Las unidades se expresan en: % (N, P, K, Ca, Mg) y mg/kg (B, Fe, Cu, Zn, Mn)

Tabla 4.8. Análisis foliar de los cultivares ‘Sapphire’, ‘Laetitia’, ‘Golden Japan’ y ‘Showtime’ cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2010.

Fecha	Cultivar	Manejo	N	P	K	Ca	Mg	B	Fe	Cu	Zn	Mn
Julio 2010	‘Sapphire’	AE	2,56	0,20	1,85	1,10	0,34	32,54	180,97	10,36	19,79	99,55
		AC	1,95	0,21	2,27	1,14	0,36	30,54	190,15	10,47	17,56	95,80
	‘Laetitia’	AE	2,86	0,20	2,19	1,34	0,37	20,65	192,46	9,74	19,16	93,97
		AC	2,80	0,18	2,19	0,28	0,36	29,59	164,69	10,28	18,22	85,83
	‘Golden Japan’	AE	2,65	0,24	1,72	0,83	0,33	36,49	191,52	9,62	19,38	89,73
		AC	2,76	0,21	1,97	0,88	0,33	32,42	193,52	8,55	17,86	75,33
	‘Showtime’	AE	2,55	0,22	2,00	1,07	0,32	43,64	165,00	10,51	23,96	76,23
		AC	2,78	0,21	2,11	1,08	0,34	50,90	191,32	8,76	23,07	64,29

Las unidades se expresan en: % (N, P, K, Ca, Mg) y mg/kg (B, Fe, Cu, Zn, Mn)

Tabla 4.9. Analítica foliar de los cultivares ‘Souvenir’, ‘Red Beaut’, ‘Friar’ y ‘Showtime’ cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2011.

Fecha	Cultivar	Manejo	N	P	K	Ca	Mg	B	Fe	Cu	Zn	Mn
Julio 2011	‘Souvenir’	AE	2,60	0,12	2,40	2,24	0,42	27,08	171,01	13,23	23,36	110,87
		AC	2,39	0,13	2,86	2,56	0,42	17,07	148,59	13,64	15,41	79,78
	‘Red Beaut’	AE	2,60	0,17	3,14	1,66	0,38	26,00	222,00	14,18	26,81	96,65
		AC	3,12	0,16	3,45	1,69	0,34	18,96	167,07	14,18	16,00	70,64
	‘Friar’	AE	2,02	0,10	1,24	2,03	0,41	19,96	87,51	9,58	17,46	52,61
		AC	2,54	0,12	4,17	1,82	1,59	27,50	110,81	8,39	15,66	38,46
	‘Showtime’	AE	2,40	0,16	3,02	2,22	0,41	25,10	116,77	12,31	24,35	73,57
		AC	2,99	0,16	3,27	2,12	0,37	30,12	146,39	13,00	17,53	74,07

Las unidades se expresan en: % (N, P, K, Ca, Mg) y mg/kg (B, Fe, Cu, Zn, Mn)

Tabla 4.10. Análítica foliar de los cultivares ‘Souvenir’, ‘Red Beaut’, ‘Friar’ y ‘Showtime’ cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en tres fechas diferentes del año 2012.

Fecha	Cultivar	Manejo	N	P	K	Ca	Mg	B	Fe	Cu	Zn	Mn
Mayo 2012	‘Souvenir’	AE	3,14	0,16	2,09	2,48	0,49	20,09	80,79	44,50	26,52	89,71
		AC	3,12	0,17	2,17	2,62	0,53	24,95	30,29	37,66	28,19	78,70
	‘Red Beaut’	AE	2,98	0,22	2,25	2,63	0,56	41,59	84,13	34,36	7,81	81,96
		AC	2,91	0,21	2,37	2,33	0,45	44,51	117,51	62,48	23,69	88,84
	‘Friar’	AE	3,16	0,15	1,86	1,77	0,41	27,54	58,04	25,09	19,09	89,51
		AC	3,04	0,18	2,17	1,89	0,44	31,37	68,01	24,10	19,70	97,07
	‘Showtime’	AE	2,75	0,21	1,90	1,92	0,45	37,07	74,18	26,40	21,12	87,17
		AC	3,31	0,25	1,72	1,70	0,46	43,28	89,52	14,82	20,15	72,69
Julio 2012	‘Souvenir’	AE	2,14	0,09	2,71	1,24	0,29	30,51	189,9	6,94	12,65	98,38
		AC	2,25	0,11	2,80	1,73	0,55	24,66	195,98	7,28	13,57	92,75
	‘Red Beaut’	AE	2,08	0,11	2,60	1,07	0,32	26,87	173,99	6,29	12,32	75,98
		AC	2,16	0,11	2,62	1,39	0,33	29,15	201,46	7,10	13,39	59,49
	‘Friar’	AE	2,18	0,10	2,19	0,12	0,31	39,02	111,12	5,29	14,29	44,39
		AC	2,28	0,07	2,02	0,96	0,22	36,33	113,52	4,62	14,04	40,60
	‘Showtime’	AE	2,10	0,15	2,78	1,74	0,51	34,03	133,13	7,03	14,24	69,06
		AC	1,89	0,10	2,91	1,10	0,26	22,82	213,89	7,76	16,59	81,84
Octubre 2012	‘Souvenir’	AE	2,57	0,11	2,51	2,46	0,48	31,62	194,96	7,44	8,62	107,4
		AC	2,73	0,13	2,57	2,26	0,46	33,46	175,00	8,57	10,14	93,21
	‘Red Beaut’	AE	2,41	0,15	2,42	1,93	0,45	22,73	154,74	8,10	8,54	78,30
		AC	2,75	0,17	2,53	1,72	0,41	24,56	132,61	8,42	11,31	56,08
	‘Friar’	AE	2,43	0,12	1,95	2,36	0,47	29,72	166,35	7,58	8,46	91,97
		AC	2,57	0,13	1,70	2,21	0,41	25,07	140,60	7,37	8,02	68,97
	‘Showtime’	AE	2,37	0,17	2,24	2,42	0,49	27,25	192,23	8,34	9,50	107,90
		AC	2,46	0,17	2,17	2,36	0,47	25,74	184,74	8,27	10,42	75,65

Las unidades se expresan en: % (N, P, K, Ca, Mg) y mg/kg (B, Fe, Cu, Zn, Mn)

Tabla 4.11. Análítica foliar de los cultivares ‘Souvenir’, ‘Red Beaut’, ‘Friar’ y ‘Showtime’ cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2013.

Fecha	Cultivar	Manejo	N	P	K	Ca	Mg	B	Fe	Cu	Zn	Mn	
Julio 2013	‘Souvenir’	AE	2,97	0,15	2,50	2,41	0,51	30,96	130,96	10,78	19,52	106,04	
		AC	3,14	0,16	3,01	1,98	0,48	31,28	158,77	21,73	21,35	93,82	
	‘Red Beaut’	AE	2,65	0,15	2,73	1,85	0,47	28,74	127,16	11,16	18,91	91,30	
		AC	2,90	0,18	3,03	1,87	0,44	30,51	145,37	19,17	18,53	79,78	
	‘Friar’	AE	2,83	0,13	1,68	2,54	0,54	29,29	100,97	9,77	15,82	86,37	
		AC	2,92	0,13	1,76	1,90	0,43	25,48	106,92	14,67	14,74	57,91	
	‘Showtime’	AE	2,56	0,16	3,00	1,91	0,41	29,88	121,81	10,61	17,28	68,34	
		AC	2,70	0,15	3,03	1,63	0,39	30,80	133,30	13,98	19,50	60,97	
	Septiembre 2013	‘Souvenir’	AE	2,27	0,11	2,51	2,55	0,42	23,03	215,26	9,18	16,86	98,48
			AC	2,62	0,13	3,74	2,54	0,43	27,81	294,44	22,11	19,31	100,52
‘Red Beaut’		AE	2,35	0,14	3,15	1,92	0,37	30,21	210,57	10,46	16,21	89,12	
		AC	2,39	0,15	3,57	2,04	0,37	24,80	236,41	16,92	18,38	79,43	
‘Friar’		AE	2,22	0,13	1,95	2,60	0,45	26,08	170,41	9,23	16,15	82,75	
		AC	2,56	0,11	1,81	2,29	0,41	27,05	147,60	12,93	10,45	57,36	
‘Showtime’		AE	2,00	0,17	2,35	2,12	0,37	30,68	197,32	10,28	16,05	95,04	
		AC	2,26	0,14	3,27	2,41	0,40	30,96	186,21	13,60	15,36	77,84	

Las unidades se expresan en: % (N, P, K, Ca, Mg) y mg/kg (B, Fe, Cu, Zn, Mn)

Tabla 4.12. Análítica foliar de los cultivares ‘Souvenir’, ‘Red Beaut’, ‘Friar’ y ‘Showtime’ cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2014.

Fecha	Cultivar	Manejo	N	P	K	Ca	Mg	B	Fe	Cu	Zn	Mn
Julio 2014	‘Souvenir’	AE	2,33	0,13	3,14	2,41	0,48	30,60	131,79	11,95	14,61	88,12
		AC	2,98	0,13	3,01	2,35	0,49	28,71	129,71	11,20	16,70	78,51
	‘Red Beaut’	AE	2,40	0,16	3,23	2,17	0,47	26,00	113,00	12,82	14,32	72,36
		AC	2,69	0,16	3,01	2,05	0,44	27,97	144,66	11,10	14,68	65,92
	‘Friar’	AE	2,62	0,12	2,33	2,15	0,50	30,15	110,35	11,64	13,59	93,74
		AC	2,93	0,12	2,48	1,88	0,42	26,05	104,11	9,93	13,31	58,25
	‘Showtime’	AE	2,49	0,15	2,91	1,95	0,44	24,98	88,06	11,43	16,02	69,75
		AC	2,55	0,17	3,14	2,30	0,47	31,75	125,89	11,25	15,58	60,02

Las unidades se expresan en: % (N, P, K, Ca, Mg) y mg/kg (B, Fe, Cu, Zn, Mn)

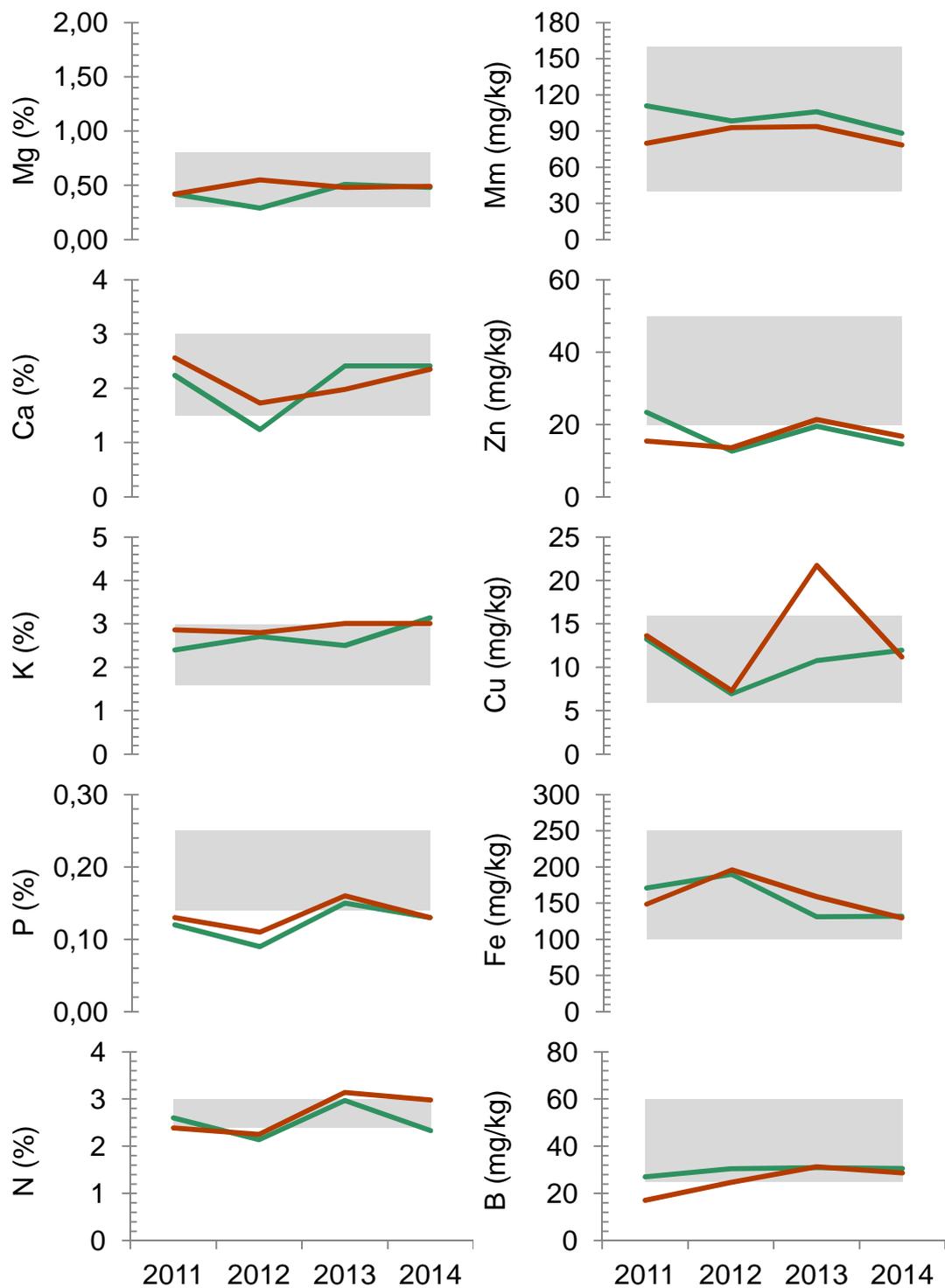


Figura 4.1. Representación gráfica de la evolución de los macro y microelementos en hojas del cultivar 'Souvenir' cultivado en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el periodo 2011-14. El área sombreada corresponde al rango de valores considerados adecuados.

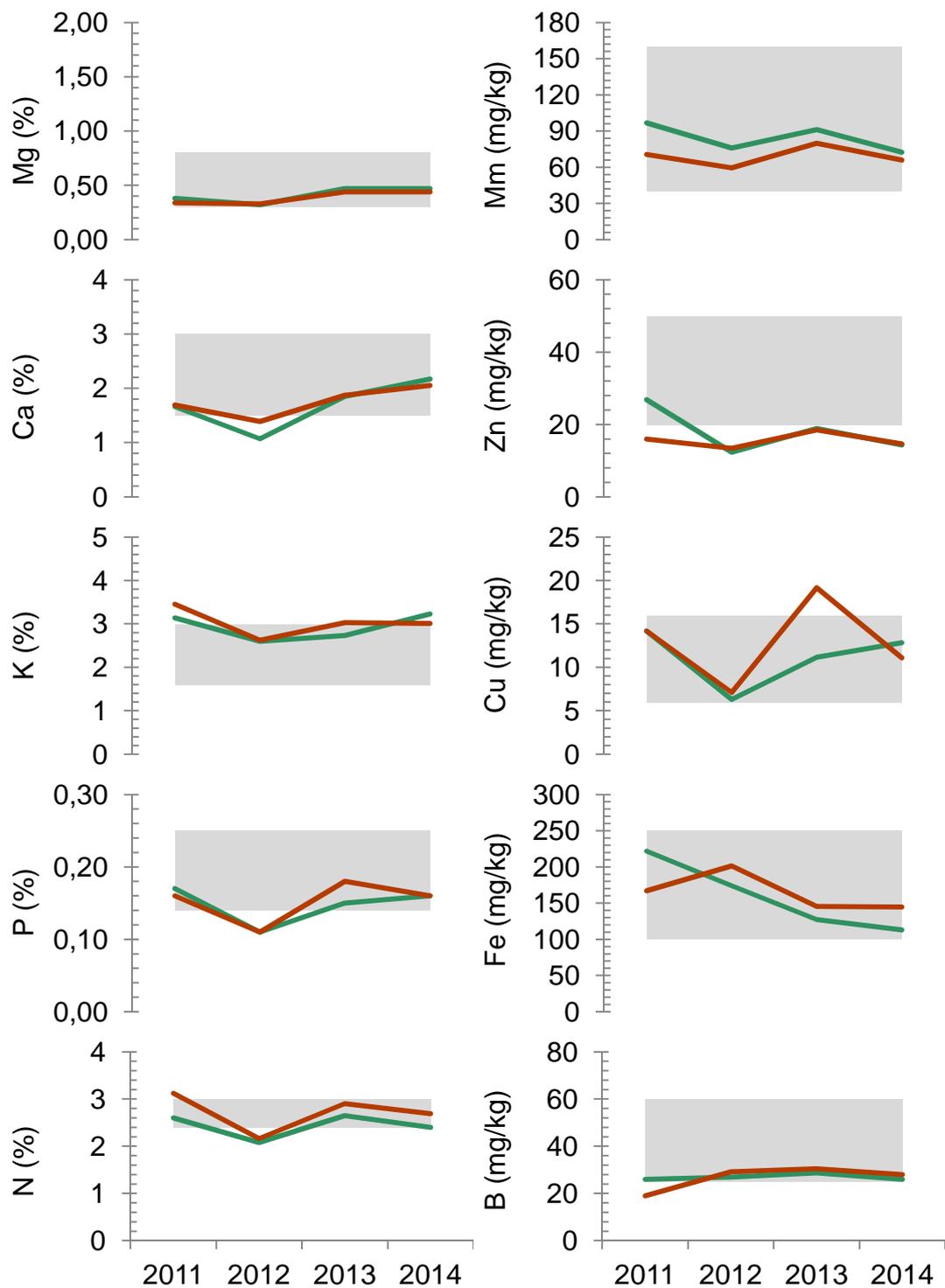


Figura 4.2. Representación gráfica de la evolución de los macro y microelementos en hojas del cultivar 'Red Beaut' cultivado en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el periodo 2011-14. El área sombreada corresponde al rango de valores considerados adecuados.

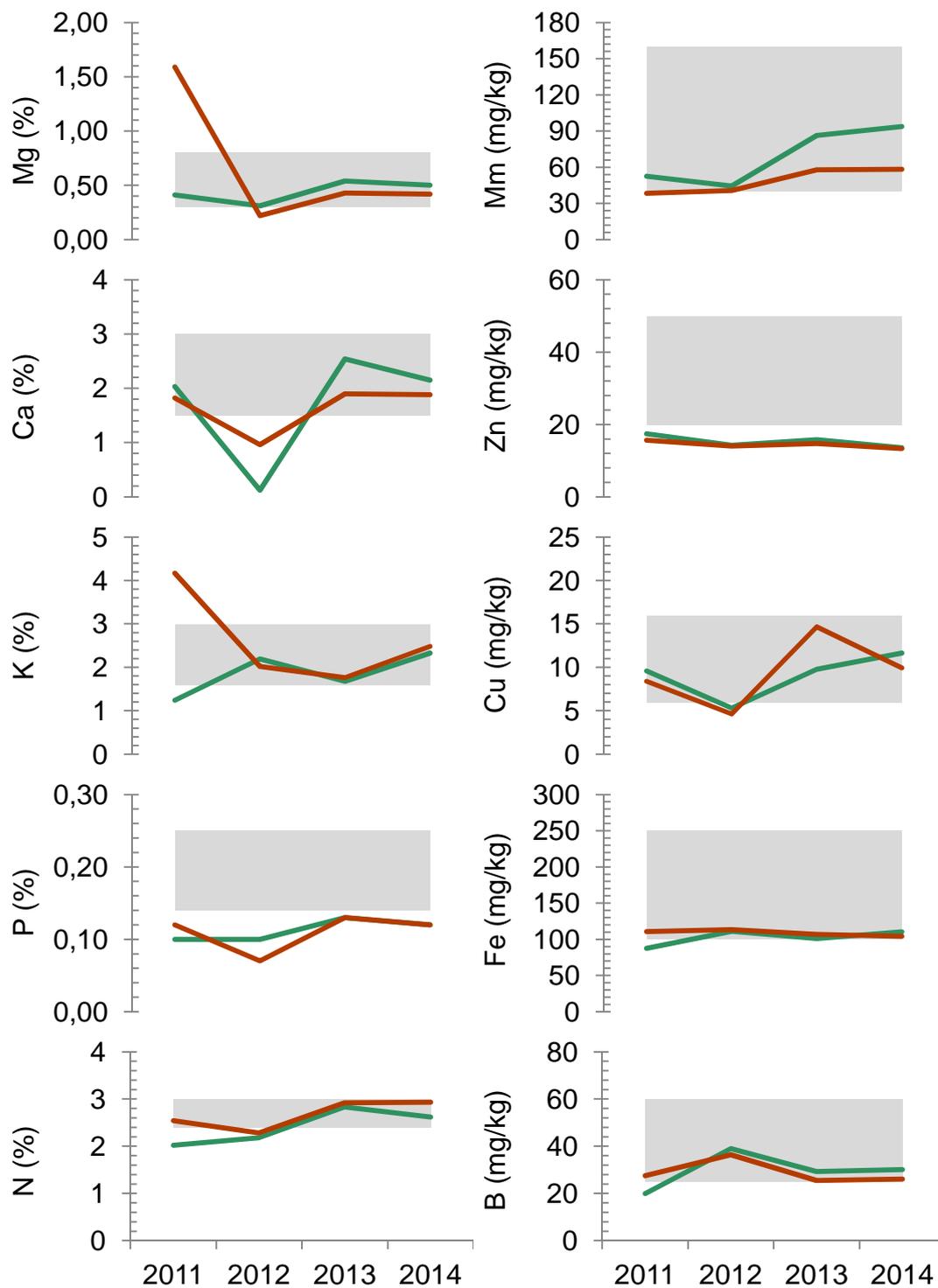


Figura 4.3. Representación gráfica de la evolución de los macro y microelementos en hojas del cultivar 'Friar' cultivado en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el periodo 2011-14. El área sombreada corresponde al rango de valores considerados adecuados.

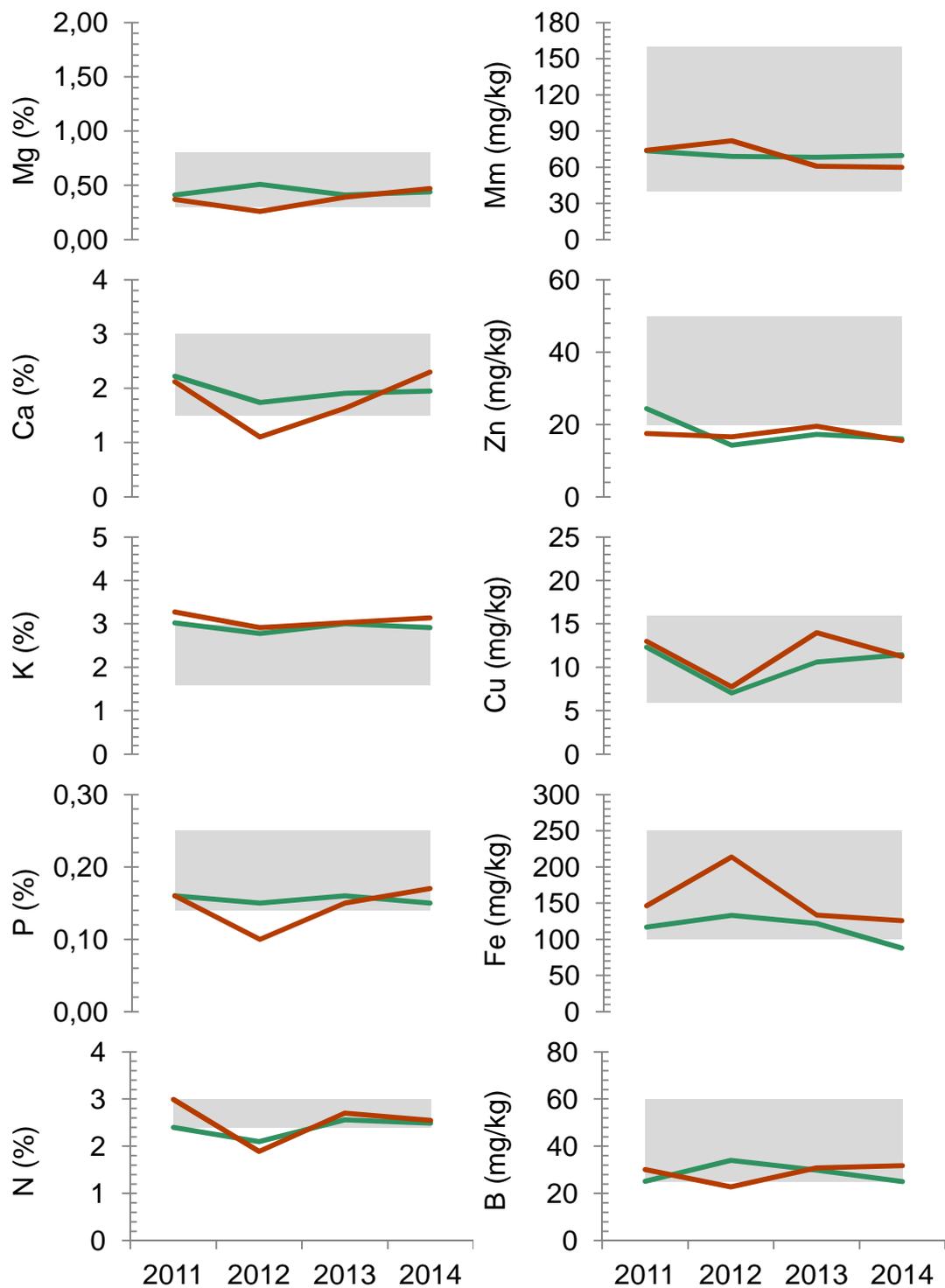


Figura 4.4. Representación gráfica de la evolución de los macro y microelementos en hojas del cultivar 'Showtime' cultivado en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el periodo 2011-14. El área sombreada corresponde al rango de valores considerados adecuados.

4.1.3. Crecimiento vegetativo del árbol

En este apartado se presentan los resultados que se obtuvieron en la medición de diferentes parámetros relacionados con el crecimiento vegetativo de los árboles durante varios años. La mayoría de los parámetros se midieron en los cultivares 'Souvenir', 'Red Beaut', 'Friar' y 'Showtime', y el parámetro TCSA se midió en los 14 cultivares del estudio.

4.1.3.1. Parámetros biométricos del árbol: TCSA, BCSA, altura, perímetro y volumen

4.1.3.1.1. TCSA

Las Tablas 4.13, 4.14 y 4.15 muestran los valores del área de la sección transversal del tronco (TCSA) de los diferentes cultivares a lo largo del periodo 2005-2014. En líneas generales, tras el primer año de crecimiento se observó un TCSA superior en los árboles manejados en AE, que luego se igualó durante los dos años siguientes, para terminar invirtiéndose la tendencia a partir del cuarto año, más o menos rápidamente dependiendo del cultivar, de forma que en general se obtuvo un TCSA mayor en los árboles manejados en AC. Si se analizan más en detalle los resultados obtenidos cada año, se pueden resaltar algunos aspectos. Así, en el año 2005 el TCSA fue superior para los 14 cultivares manejados en AE, aunque solo 7 de los cultivares, 'Red Beaut', 'Laetitia', 'Blackamber', 'Primetime', 'Santa Rosa', 'Angeleno' y 'Friar' mostraron diferencias estadísticamente significativas. Los valores de TCSA en los años 2006 y 2007 fueron muy similares, sin diferencias significativas, en ambos tratamientos, a excepción del cultivar 'Angeleno' en 2006 (mayor TCSA en AE) y 'Red Beaut' en 2007 (mayor TCSA en AC). A partir del año 2008 el TCSA siempre fue superior en los árboles manejados en AC, a excepción del cultivar 'Santa Rosa' en 2012, ligeramente superior en los árboles manejados en AE. Las diferencias fueron estadísticamente significativas para 6, 7, 9, 8, 10, 8 y 10 cultivares en los años 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014, respectivamente. Las diferencias encontradas entre ambos tipos de manejo fueron estadísticamente significativas para los siete años que siguieron a 2007 en los cultivares 'Fortune', 'Souvenir' y 'Primetime', para seis años en los cultivares 'Larry-Ann', 'Songold', 'Sapphire', 'Red Beaut' y 'Friar', para cuatro años en el cultivar 'Angeleno', solo un año en los cultivares 'Laetitia', 'Golden Japan' y 'Showtime'. Finalmente, se puede reseñar que los cultivares 'Blackamber' y 'Santa Rosa' tuvieron un TCSA muy similar entre los dos tipos de manejo, ya que no mostraron diferencias estadísticamente significativas en todo el periodo 2008-2014.

Tabla 4.13. Valores de TCSA (cm²) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2005, 2006, 2007 y 2008*.

Cultivar	2005		2006		2007		2008	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
'Larry-Ann'	10,84 a	9,60 a	30,43 a	41,43 a	62,99 a	71,90 a	72,15 a	100,04 a
'Fortune'	10,75 a	10,71 a	41,31 a	44,01 a	77,46 a	80,27 a	99,98 b	112,51 a
'Souvenir'	17,31 a	13,65 a	61,68 a	61,81 a	108,08 a	109,26 a	151,92 b	176,15 a
'Songold'	7,79 a	7,50 a	28,02 a	30,17 a	58,79 a	62,60 a	79,00 b	92,73 a
'Sapphire'	7,64 a	7,07 a	31,24 a	34,68 a	54,43 a	68,01 a	73,53 b	90,58 a
'Red Beaut'	15,36 a	9,57 b	55,29 a	49,52 a	104,31 b	126,84 a	148,46 b	178,40 a
'Laetitia'	11,48 a	8,72 b	39,46 a	40,79 a	85,49 a	100,11 a	117,10 a	131,51 a
'Blackamber'	11,92 a	8,62 b	35,22 a	31,96 a	67,11 a	70,22 a	83,21 a	90,31 a
'Primetime'	13,62 a	9,58 b	43,10 a	43,50 a	68,26 a	80,54 a	100,41 b	133,10 a
'Santa Rosa'	10,05 a	7,10 b	40,28 a	35,35 a	67,56 a	77,98 a	95,05 a	117,27 a
'Angeleno'	12,46 a	8,30 b	49,26 a	41,83 b	94,22 a	94,08 a	135,39 a	152,68 a
'Golden Japan'	13,10 a	9,58 a	53,39 a	48,77 a	95,72 a	95,94 a	131,34 a	144,97 a
'Friar'	6,83 a	3,42 b	22,57 a	22,70 a	52,13 a	48,16 a	68,72 a	70,12 a
'Showtime'	9,95 a	6,49 a	37,26 a	36,85 a	56,06 a	62,71 a	91,84 a	87,33 a

* La plantación se realizó en enero de 2005. Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos manejos agronómicos ($p \leq 0,05$).

Tabla 4.14. Valores de TCSA (cm²) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2009, 2010 y 2011*.

Cultivar	2009		2010		2011	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC
'Larry-Ann'	102,95 b	137,03 a	113,78 b	155,74 a	120,16 b	193,57 a
'Fortune'	138,44 b	164,96 a	155,37 b	178,45 a	179,73 b	212,68 a
'Souvenir'	203,39 b	236,86 a	238,75 b	282,43 a	295,11 b	333,91 a
'Songold'	119,96 a	136,72 a	126,83 b	149,06 a	153,68 b	193,09 a
'Sapphire'	92,44 a	115,76 a	102,75 b	132,75 a	118,64 b	151,55 a
'Red Beaut'	205,39 b	248,32 a	245,35 b	285,34 a	293,61 a	330,19 a
'Laetitia'	150,61 b	198,26 a	185,94 a	220,18 a	218,72 a	250,18 a
'Blackamber'	124,85 a	132,34 a	139,93 a	151,31 a	182,88 a	184,92 a
'Primetime'	141,09 b	185,55 a	166,75 b	200,06 a	200,63 b	251,80 a
'Santa Rosa'	160,72 a	174,39 a	180,73 a	210,05 a	232,25 a	257,84 a
'Angeleno'	185,99 a	216,41 a	219,09 b	271,36 a	277,94 b	329,95 a
'Golden Japan'	191,81 a	207,70 a	229,90 a	271,69 a	281,23 a	330,58 a
'Friar'	74,77 b	91,53 a	100,31 b	122,88 a	116,14 b	144,29 a
'Showtime'	111,13 a	154,87 a	137,58 a	183,52 a	181,44 a	235,38 a

* La plantación se realizó en enero de 2005. Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos manejos agronómicos ($p \leq 0,05$).

Tabla 4.15. Valores de TCSA (cm²) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012, 2013 y 2014*.

Cultivar	2012		2013		2014	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC
'Larry-Ann'	126,42 b	202,29 a	146,21 b	251,61 a	152,46 b	259,42 a
'Fortune'	185,11 b	216,86 a	201,21 b	254,42 a	211,77 b	257,37 a
'Souvenir'	315,14 b	380,25 a	365,60 b	445,08 a	408,64 b	498,64 a
'Songold'	153,54 b	192,78 a	187,74 b	232,68 a	195,69 b	229,53 a
'Sapphire'	117,43 b	158,29 a	137,87 b	176,66 a	141,20 b	194,35 a
'Red Beaut'	301,16 b	363,55 a	343,56 b	396,79 a	375,26 b	441,10 a
'Laetitia'	213,09 a	255,62 a	242,30 a	298,28 a	250,05 a	309,52 a
'Blackamber'	190,57 a	198,08 a	220,34 a	227,06 a	223,60 a	245,72 a
'Primetime'	219,70 b	269,70 a	251,34 b	296,93 a	278,83 b	323,16 a
'Santa Rosa'	280,46 a	266,48 a	280,89 a	313,96 a	307,83 a	336,49 a
'Angeleno'	287,06 b	343,15 a	344,73 a	403,80 a	346,07 b	454,73 a
'Golden Japan'	308,77 a	360,54 a	322,49 a	390,38 a	337,49 b	440,04 a
'Friar'	125,79 b	158,05 a	133,23 b	172,99 a	142,48 b	200,48 a
'Showtime'	201,81 b	239,40 a	230,24 a	287,54 a	234,70 a	321,62 a

* La plantación se realizó en enero de 2005. Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos manejos agronómicos ($p \leq 0,05$).

Los valores de TCSA se consideran un buen índice del vigor de los árboles. En este sentido, los valores del año 2014, representados en la Tabla 4.16, pueden ser un buen reflejo del vigor de los 14 cultivares del estudio en ambos tipos de manejo. Aunque se observan ligeras alteraciones en cuanto a la ordenación de los cultivares en cada sistema de manejo, en general se concluye que existe un grupo de cultivares más vigorosos en el que estarían 'Souvenir', 'Angeleno', 'Red Beaut' y 'Golden Japan'. En el extremo opuesto, como menos vigorosos, estarían 'Sapphire', 'Friar', 'Songold', 'Blackamber', 'Fortune' y 'Larry-Ann'. El resto de cultivares constituirían un grupo de un vigor intermedio. Se observa que en promedio, el TCSA de la parcela ecológica fue un 20 % inferior.

Tabla 4.16. Valores de TCSA (cm²) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (en verde) y convencional (en marrón) el año 2014.

Cultivar	TCSA (cm ²)	
'Souvenir'	498,58	a
'Angeleno'	454,73	a b
'Red Beaut'	441,10	b
'Golden Japan'	440,04	b
'Souvenir'	408,64	b c
'Red Beaut'	375,26	c d
'Angeleno'	346,07	d e
'Golden Japan'	337,49	d e
'Santa Rosa'	336,49	d e
'Primetime'	323,16	d e f
'Showtime'	321,62	d e f
'Laetitia'	309,52	e f g
'Santa Rosa'	307,83	e f g
'Primetime'	278,83	f g h
'Larry-Ann'	259,42	g h i
'Fortune'	257,37	g h i
'Laetitia'	250,05	h i j
'Blackamber'	245,72	h i j k
'Showtime'	234,70	h i j k
'Songold'	229,53	h i j k
'Blackamber'	223,60	i j k
'Fortune'	211,77	i j k
'Friar'	200,48	j k l
'Songold'	195,69	k l m
'Sapphire'	194,35	k l m n
'Larry-Ann'	152,46	l m n
'Friar'	142,48	m n
'Sapphire'	141,20	n

Para cada cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre cultivares y los dos manejos agronómicos ($p \leq 0,05$).

4.1.3.1.2. BCSA

Se calculó el área de la sección transversal de las ramas principales (BCSA) en los cultivares 'Souvenir', 'Red Beaut', 'Friar' y 'Showtime' los años 2011, 2012, 2013 y 2014 (Tabla 4.17).

En el año 2011 los valores de BCSA fueron superiores para los cuatro cultivares en los árboles manejados en AC, aunque solamente 'Friar' y 'Showtime' tuvieron diferencias estadísticamente significativas. En el año 2012 los valores de BCSA también fueron superiores en los árboles manejados en AC, con diferencias

estadísticamente significativas en tres de los cuatro cultivares, ‘Souvenir’, ‘Friar’ y ‘Showtime’. En la misma línea, los resultados obtenidos en el año 2013 también muestran valores de BCSA superiores en los árboles manejados en AC, con diferencias estadísticamente significativas para los cultivares ‘Friar’ y ‘Showtime’. Por último, los resultados obtenidos en 2014 de nuevo revelan valores superiores de BCSA en los árboles en manejo convencional, apreciándose diferencias estadísticamente significativas sólo en el cultivar ‘Showtime’.

Tabla 4.17. Valores de BCSA (cm²) de cuatro cultivares de ciruelo japonés en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años 2011, 2012, 2013 y 2014.

Cultivar	2011		2012		2013		2014	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
‘Souvenir’	87,05 a	103,54 a	91,35 b	111,73 a	95,68 a	116,94 a	105,87 a	126,87 a
‘Red Beaut’	75,89 a	85,41 a	80,33 a	92,56 a	88,45 a	96,14 a	93,69 a	103,70 a
‘Friar’	36,68 b	48,00 a	40,40 b	56,56 a	42,58 b	58,68 a	48,20 a	59,77 a
‘Showtime’	42,92 b	64,21 a	45,97 b	66,36 a	48,43 b	78,25 a	59,38 b	81,28 a

Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$).

4.1.3.1.3. Altura

Se midió la altura de los cultivares ‘Souvenir’, ‘Red Beaut’, ‘Friar’ y ‘Showtime’ los años 2012 y 2014. Como se indicó en Material y Métodos, ambos años se midió la altura al principio (A1) y al final (A2) del ciclo. Como se comentó previamente, cuando se realizó la poda, se intentó dejar la misma A1 para los árboles de cada cultivar manejados en producción ecológica y convencional, de forma que cuando se calculase al final del ciclo la diferencia A2-A1 (tasa de crecimiento de la altura, TCA), no pudiera ser atribuida a una mayor altura inicial de unos árboles con respecto a otros. Los datos obtenidos se muestran en la Tabla 4.18, y ponen de manifiesto que los valores de A1 en ambos tipos de manejo tras la poda de invierno fueron realmente similares en el año 2014, aunque en 2012 resultaron ligeramente mayores, 10-17 cm, en los árboles en manejo en AC. Se observó que partiendo de valores de A1 similares, los de A2 fueron siempre mayores en el tratamiento convencional los dos años estudiados. En el año 2012 se obtuvieron valores de A2 siempre superiores en el tratamiento convencional, con diferencias estadísticamente significativas para los cuatro cultivares. Los valores de TCA fueron superiores en el tratamiento convencional para los cuatro cultivares, siendo las diferencias estadísticamente significativas en ‘Souvenir’, ‘Red Beaut’ y ‘Showtime’. En el año 2014 se obtuvieron valores de A2 y de TCA siempre superiores en el tratamiento convencional, con diferencias estadísticamente significativas para los cuatro cultivares. Las tasas de crecimiento en altura para un mismo cultivar y tratamiento fueron similares en los dos años, a excepción de ‘Friar’ y ‘Showtime’ en manejo ecológico, con una tasa de crecimiento menor el año 2014. El cultivar con mayor altura fue ‘Red Beaut’, seguido de ‘Souvenir’, ‘Friar’ y ‘Showtime’.

Tabla 4.18. Altura media (A) en metros de los árboles al comienzo (1) y al final (2) del ciclo y tasa de crecimiento de la altura (TCA) de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012 y 2014.

Cultivar	A1		A2		TCA	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC
Año 2012						
'Souvenir'	2,44 b	2,61 a	3,51 b	4,11 a	1,07 b	1,51 a
'Red Beaut'	2,52 b	2,64 a	3,83 b	4,26 a	1,31 b	1,62 a
'Friar'	2,32 b	2,45 a	3,72 b	4,12 a	1,39 a	1,67 a
'Showtime'	2,37 a	2,47 a	3,18 b	3,63 a	0,81 b	1,16 a
Año 2014						
'Souvenir'	2,46 b	2,53 a	3,58 b	4,07 a	1,12 b	1,54 a
'Red Beaut'	2,48 a	2,51 a	3,86 b	4,48 a	1,38 b	1,97 a
'Friar'	2,39 a	2,44 a	3,32 b	3,88 a	0,93 b	1,43 a
'Showtime'	2,43 a	2,43 a	2,89 b	3,46 a	0,45 b	1,03 a

Para cada cultivar, año y parámetro, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$).

4.1.3.1.4. Perímetro

El perímetro de los árboles se midió los años 2012, 2013 y 2014 en los cultivares 'Souvenir', 'Red Beaut', 'Friar' y 'Showtime'. Igual que ocurrió con la altura, el perímetro al principio del ciclo (P1) fue un poco mayor los tres años estudiados en el manejo convencional. No obstante, las diferencias fueron pequeñas y, por tanto, estimamos que no condicionarían el resultado obtenido de la medición del perímetro al final del ciclo (P2).

Los resultados obtenidos los tres años se muestran en la Tabla 4.19. En el año 2012, los valores de P2 y TCP fueron superiores en los cuatro cultivares, con diferencias estadísticamente significativas, cuando estuvieron en manejo convencional. En el año 2013, los valores de P2 fueron superiores con diferencias estadísticamente significativas, en los cuatro cultivares cuando estuvieron en manejo convencional. Los valores de TCP (P2-P1) fueron siempre superiores para los cuatro cultivares en manejo convencional, pero no fueron estadísticamente significativos. En 2014, de nuevo los valores de P2 fueron superiores con diferencias estadísticamente significativas en los cuatro cultivares manejados en AC y de nuevo los valores de TCP fueron superiores en los árboles en manejo convencional, aunque sólo mostraron diferencias estadísticamente significativas los cultivares 'Red Beaut' y 'Friar'.

'Souvenir' fue el cultivar que tuvo mayor perímetro seguido por 'Red Beaut', 'Showtime' y 'Friar', los dos últimos con valores muy similares.

Tabla 4.19. Perímetro medio (P) en metros de los árboles al comienzo (1) y al final (2) del ciclo y tasa de crecimiento del perímetro (TCP) de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012, 2013 y 2014.

Cultivar	P1		P2		TCP	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC
Año 2012						
'Souvenir'	6,42 b	6,92 a	9,04 b	10,91 a	2,62 b	3,99 a
'Red Beaut'	6,42 b	7,24 a	8,19 b	10,11 a	1,77 b	2,87 a
'Friar'	4,98 b	5,69 a	6,09 b	7,43 a	1,11 b	1,74 a
'Showtime'	5,23 a	5,39 a	6,59 b	7,36 a	1,36 b	1,96 a
Año 2013						
'Souvenir'	6,85 a	7,04 a	9,22 b	9,78 a	2,37 a	2,73 a
'Red Beaut'	6,83 b	7,30 a	8,28 b	8,97 a	1,45 a	1,73 a
'Friar'	5,64 b	6,28 a	5,80 b	6,69 a	0,24 a	0,54 a
'Showtime'	6,00 a	6,15 a	7,10 a	7,38 a	1,09 a	1,23 a
Año 2014						
'Souvenir'	7,17 a	7,70 a	9,23 b	9,94 a	1,96 a	2,24 a
'Red Beaut'	7,57 b	8,11 a	8,23 b	9,64 a	0,65 b	1,54 a
'Friar'	5,92 b	7,11 a	6,29 b	7,83 a	0,37 b	0,72 a
'Showtime'	6,56 b	7,15 a	7,03 b	8,03 a	0,47 a	0,88 a

Para cada cultivar, año y parámetro, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$).

4.1.3.1.5. Volumen

El volumen se calculó mediante transformación matemática a partir del perímetro del árbol y la longitud de uno de los brazos principales del árbol. Se determinó en los cultivares 'Souvenir', 'Red Beaut', 'Friar' y 'Showtime' los años 2011, 2012, 2013 y 2014. Los resultados, mostrados en la Tabla 4.20, indican que el volumen fue siempre superior en los árboles cultivados en manejo convencional, aunque se observaron matices en los diferentes años. Así, el año 2011 se apreciaron diferencias estadísticamente significativas en los cultivares 'Souvenir', 'Red Beaut' y 'Friar', mientras que en el año 2012 no existieron diferencias significativas en ninguno de los cuatro cultivares. En 2013 se apreciaron diferencias estadísticamente significativas en los cultivares 'Red Beaut', 'Friar' y 'Showtime' y en 2014 se apreciaron diferencias estadísticamente significativas en 'Red Beaut' y 'Friar'.

Tabla 4.20. Volumen (m³) de cuatro cultivares de ciruelo japonés en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el periodo 2011-2014.

Cultivar	2011		2012		2013		2014	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
'Souvenir'	1,80 b	2,98 a	1,87 a	2,50 a	2,32 a	2,77 a	2,45 a	2,90a
'Red Beaut'	1,93 b	3,49 a	2,03 a	2,35 a	2,26 b	2,84 a	2,33 b	2,90 a
'Friar'	1,28 b	2,46 a	1,40 a	1,66 a	1,49 b	2,24 a	1,55 b	2,34 a
'Showtime'	1,88 a	2,03 a	1,77 a	1,80 a	1,61 b	2,06 a	1,82 a	2,10 a

Para cada cultivar y año, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$).

4.1.3.2. Crecimiento de ramos

El crecimiento de los ramos se evaluó los años 2012 y 2014 en los cultivares 'Souvenir', 'Red Beaut', 'Friar' y 'Showtime'. Se escogieron ramos con el mismo grosor y longitud, y en tres momentos diferentes del ciclo se determinaron los pesos fresco y seco. Los datos correspondientes al año 2012 se presentan en la Tabla 4.21 y los de 2014 en la Tabla 4.22. Aunque en las Tablas 4.21 y 4.22 se incluyen los valores del peso seco, no entramos a exponer de forma detallada estos resultados, para evitar ser redundantes, ya que, obviamente, están altamente correlacionados con los de peso fresco.

El primer año los ramos seleccionados no fueron desprovistos de los frutos cuando éstos cuajaron, mientras que en 2014, después del cuajado, se eliminaron todos los frutos de las ramas marcadas para evitar competencia por los fotoasimilados entre el crecimiento vegetativo y el fructífero (Blanco *et al.*, 1995).

Los valores del peso fresco de los ramos en la primera toma de datos en el año 2012, realizada el 23 de abril, muestran un peso superior en el sistema de manejo convencional en los cultivares 'Souvenir', 'Friar' y 'Showtime', aunque sólo se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en 'Showtime'. El cultivar 'Red Beaut' tuvo mayor peso en el manejo ecológico. En la segunda medición, realizada una semana después, los valores de peso fresco fueron muy similares en ambos tipos de manejo para los cuatro cultivares, sin existir diferencias significativas en ningún caso. Los resultados obtenidos en la última medida, realizada el 29 de mayo, muestran valores de peso fresco superiores en el tratamiento ecológico para los cultivares 'Souvenir', 'Red Beaut' y 'Showtime' y mayor en el manejo convencional para el cultivar 'Friar', en todos los casos sin significación estadística.

Tabla 4.21. Pesos fresco y seco de ramos marcados en cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en tres momentos del ciclo de crecimiento en el año 2012.

Cultivar	Peso fresco (g)						
	23-4-12		30-4-12		29-5-12		
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	
'Souvenir'	11,36 a	15,38 a	15,09 a	12,80 a	55,96 a	45,37 a	
'Red Beaut'	17,19 a	13,60 a	15,34 a	12,15 a	41,46 a	39,51 a	
'Friar'	10,92 a	12,41 a	15,91 a	17,98 a	23,04 a	33,90 a	
'Showtime'	17,58 b	23,70 a	19,48 a	21,00 a	42,47 a	23,97 a	
Cultivar	Peso seco (g)						
	'Souvenir'	3,95 a	5,03 a	4,74 a	4,31 a	21,35 a	15,69 a
	'Red Beaut'	5,65 a	4,49 a	5,30 a	4,25 a	14,77 a	14,25 a
	'Friar'	3,91 a	4,26 a	6,53 a	6,20 a	8,94 a	11,70 a
	'Showtime'	5,81 a	7,44 a	7,06 a	6,73 a	15,29 a	8,21 a

Para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$).

En el año 2014 se observó que en general los valores de peso fresco fueron superiores en el sistema convencional para todos los cultivares y en las tres fechas de medida, con la excepción de los valores de la segunda medida en 'Souvenir' y 'Showtime', que fueron similares. No obstante, sólo en la segunda medida del cultivar 'Red Beaut' se observaron diferencias significativas.

Tabla 4.22. Pesos fresco y seco de ramos marcados en cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en tres momentos del ciclo de crecimiento en el año 2014.

Cultivar	Peso fresco (g)					
	14-4-14		19-5-14		3-6-14	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC
'Souvenir'	12,62 a	17,48 a	48,70 a	47,25 a	23,70 a	32,90 a
'Red Beaut'	16,55 a	21,53 a	28,75 b	61,87 a	29,08 a	47,45 a
'Friar'	10,52 a	12,10 a	26,89 a	32,77 a	44,23 a	48,91 a
'Showtime'	16,83 a	17,33 a	35,27 a	35,48 a	33,87 a	37,08 a
Peso seco (g)						
'Souvenir'	4,08 a	5,66 a	18,45 a	17,36 a	9,02 a	12,46 a
'Red Beaut'	5,06 a	6,80 a	10,44 b	23,18 a	9,97 a	18,19 a
'Friar'	4,15 a	4,56 a	10,56 a	12,78 a	17,15 a	19,24 a
'Showtime'	5,24 a	5,73 a	12,57 a	13,08 a	11,34 a	13,88 a

Para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$).

4.1.3.3. Peso de los restos de poda

El peso de los restos de poda se determinó en los cuatro años del periodo 2011-2014, para los cultivares 'Souvenir', 'Red Beaut', 'Friar' y 'Showtime'. Se pesó el total de la leña generada en la poda de los seis árboles de cada una de las tres repeticiones. En el año 2013 los árboles de los cuatro cultivares y los dos tratamientos fueron rebajados en altura mecánicamente, sin que se pesara la leña resultante de este rebaje. Los resultados se presentan en la Tabla 4.23.

Se observa que todos los años, y para los cuatro cultivares, los restos de poda fueron superiores en el cultivo convencional. Las diferencias existentes en los cultivares de mayor vigor, 'Red Beaut' y 'Souvenir', fueron siempre estadísticamente significativas, a excepción del año 2014 en el cultivar 'Souvenir', prácticamente similares. Por otra parte, los restos de poda de los dos cultivares de menor vigor, 'Friar' y 'Showtime', también fueron siempre superiores en el manejo convencional, aunque solo con diferencias estadísticamente significativas entre ambos manejos los años 2011 y 2012. El análisis estadístico de los restos de poda acumulados los cuatro años del estudio muestra diferencias estadísticamente significativas para los cultivares 'Souvenir', 'Red Beaut' y 'Friar'.

Tabla 4.23. Peso de los restos de poda (Kg/árbol) de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años 2011, 2012, 2013, 2014 y valores acumulados en ese periodo.

Cultivar	2011		2012		2013		2014		Total acumulado	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
'Souvenir'	18,56 b	28,49 a	18,69 b	42,36 a	9,61 b	23,79 a	25,74 a	26,80 a	72,61 b	121,43 a
'Red Beaut'	26,82 b	32,58 a	21,34 b	38,68 a	8,28 b	14,57 a	17,50 b	31,43 a	73,93 b	117,25 a
'Friar'	4,56 a	6,76 a	7,23 b	15,40 a	1,62 a	2,18 a	5,75 b	12,74 a	19,16 b	37,08 a
'Showtime'	4,47 b	7,72 a	5,17 a	10,37 a	4,92 a	5,65 a	5,75 a	7,23 a	20,32 a	30,97 a

Para cada cultivar y año, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. ($p \leq 0,05$) entre los dos tipos de manejo.

4.1.4. Floración

Se ha estudiado la floración de los 14 cultivares de ciruelo japonés incluidos en este estudio todos los años del periodo 2007-2014. De acuerdo con la escala BBCH (Meier *et al.*, 1994), se registraron los estados fenológicos de inicio de floración (IF, estado fenológico 60), plena floración (PF, estado fenológico 65) y final de floración (FF, estado fenológico 69). Los resultados se recogen en el Anexo 1, (Tablas A1.1 y A1.2). También se ha realizado una representación gráfica cada año de la floración de todos los cultivares (Figuras 4.5 a 4.12) y de la media de los 14 cultivares en los años 2007 al 2014 (Figura 4.13). Los datos referidos al IF se presentan en las Tablas A1.1 y A1.2 del Anexo 1 y muestran un retraso de la floración de los 14 cultivares cultivados en manejo ecológico, con tres excepciones puntuales del año 2007, los cultivares 'Larry-Ann', 'Souvenir' y 'Laetitia', en los que el IF se adelantó un día en los árboles manejados en AE. El valor promedio de retraso de la floración, incluidos todos los años, de los 14 cultivares manejados en AE fue de 3,66 días. El valor promedio del número de días que se retrasó la floración varió entre los distintos cultivares, de forma que ordenados de mayor a menor la diferencia en días en el IF entre ambos tipos de manejo fue: 'Friar' (5,88), 'Blackamber' (5,38), 'Laetitia' (5,13), 'Golden Japan' (4,50), 'Showtime' (4,38), 'Santa Rosa' (4,25), 'Angeleno' (3,63), 'Songold' (3,50), 'Sapphire' (3,38), 'Primetime' (3,25), 'Souvenir' (3,13), 'Fortune' (1,75), 'Larry-Ann' (1,63) y 'Red Beaut' (1,50). Consecuentemente con el retraso del IF, la plena floración, (PF), también se retrasó en el manejo en AE, aunque se apreciaron algunos casos puntuales en los que la PF de los árboles manejados en AE se adelantó ligeramente. El promedio de retraso de la PF en el manejo en AE, para los ocho años del estudio y los 14 cultivares, fue de 2,93 días. El FF para la mayoría de cultivares tuvo lugar antes en los árboles manejados en AC, como se puede observar en el valor promedio incluido en las Tablas A1.1 y A1.2 del Anexo 1, aunque se observaron tres cultivares 'Souvenir', 'Sapphire' y 'Angeleno' en los que el FF coincidió para ambos tipos de manejos y solo se observaron dos cultivares, 'Red Beaut' y 'Santa Rosa', en los que el FF ocurrió más tarde en los árboles manejados en AC.

La duración del periodo de floración, cuantificado como el número de días transcurrido entre el inicio y el final de la floración, fue mayor en el manejo

convencional, salvo algunas excepciones: cuatro cultivares en 2007, dos cultivares en 2008, un cultivar en 2010, dos cultivares en 2011, tres cultivares en 2012, siete cultivares en 2013 y cinco cultivares en 2014 (Tabla A1.3 del Anexo 1). El valor promedio de los ocho años estudiados, incluido en la última columna de la Tabla A1.3 del Anexo 1, muestra que el periodo de floración de los árboles en manejo convencional fue siempre más largo. Esta diferencia varió entre los diferentes cultivares, de forma que ordenadas las diferencias de mayor a menor quedaría: 'Santa Rosa' (4,75), 'Laetitia' (3,75), 'Blackamber' (3,50), 'Angeleno' (3,50), 'Sapphire' (3,50), 'Showtime' (3,25), 'Souvenir' (3,00), 'Red Beaut' (2,63), 'Golden Japan' (2,50), 'Friar' (2,50), 'Fortune' (1,00), 'Songold' (0,75), 'Primetime' (0,25), 'Larry-Ann' (0,25).

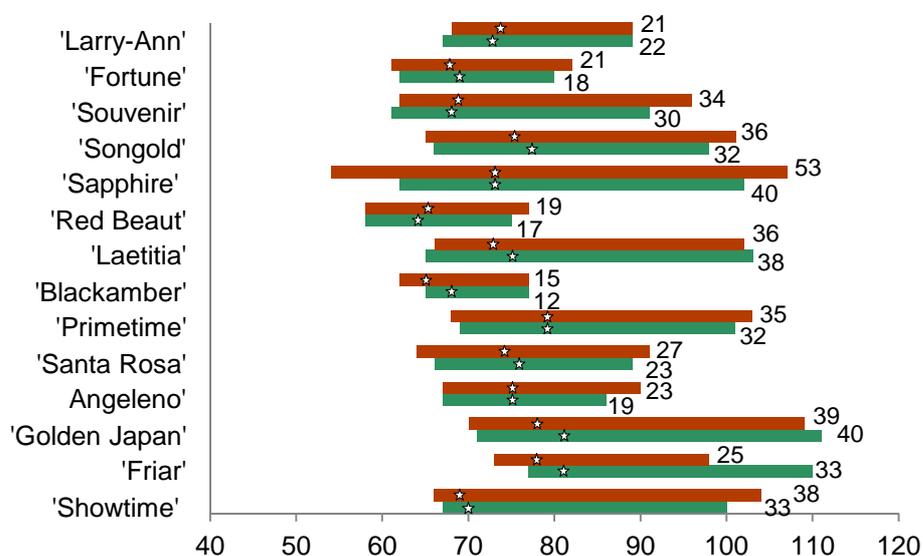


Figura 4.5. Cronograma de floración de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2007. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración y el símbolo incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.

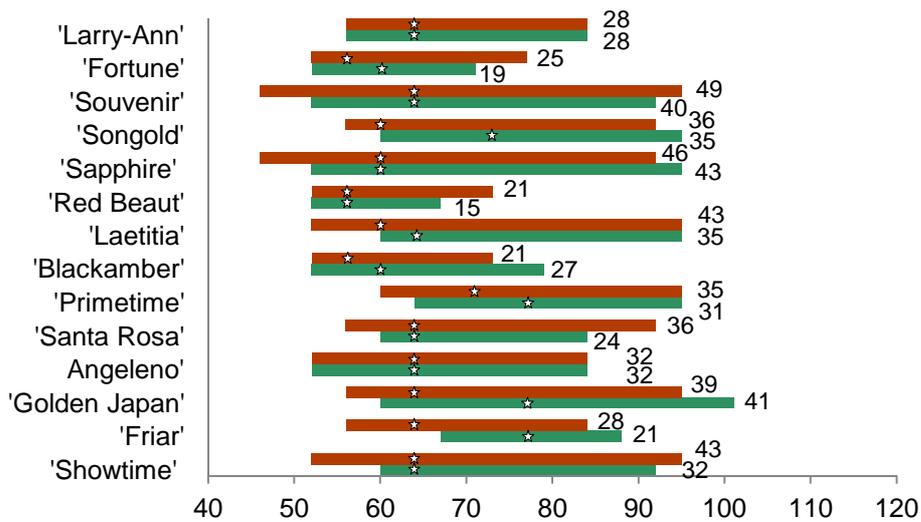


Figura 4.6. Cronograma de floración de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2008. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración y el símbolo incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.

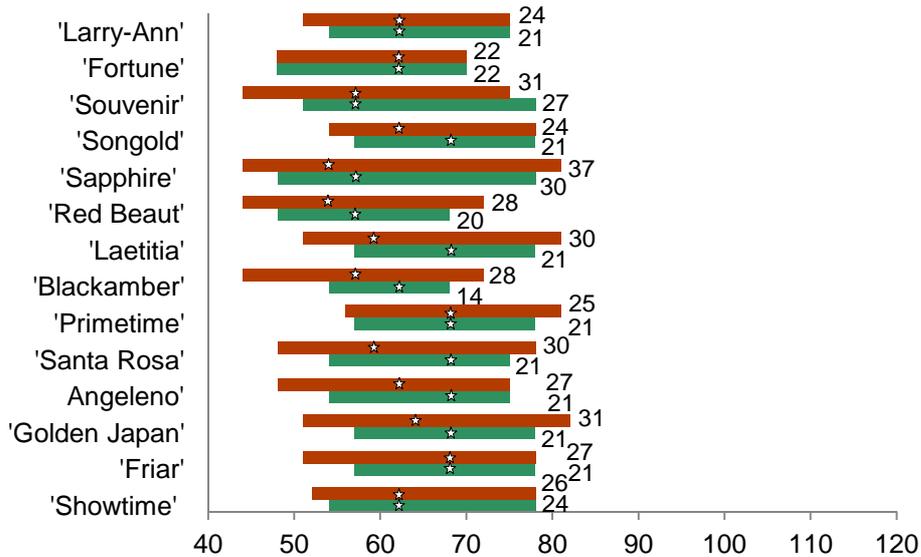


Figura 4.7. Cronograma de floración de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2009. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración y el símbolo incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.

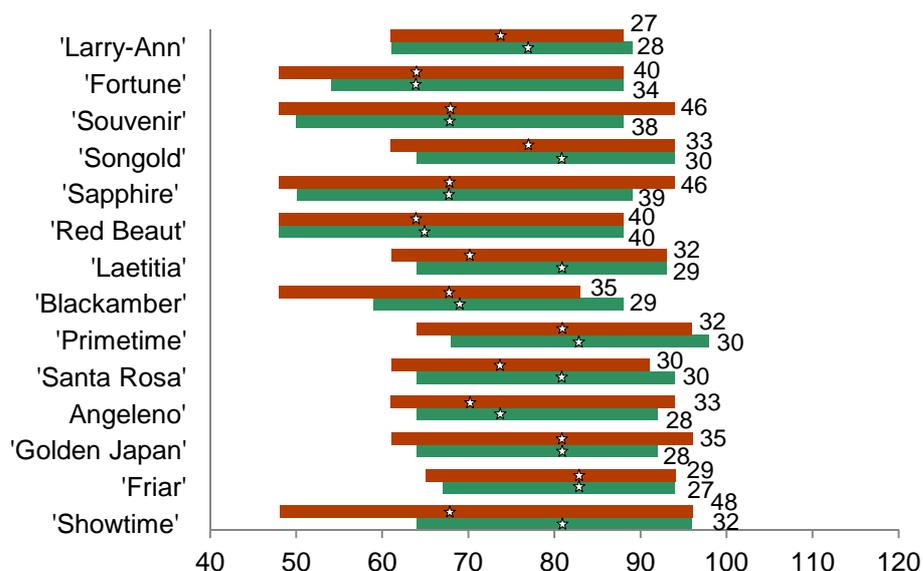


Figura 4.8. Cronograma de floración de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2010. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración y el símbolo incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.

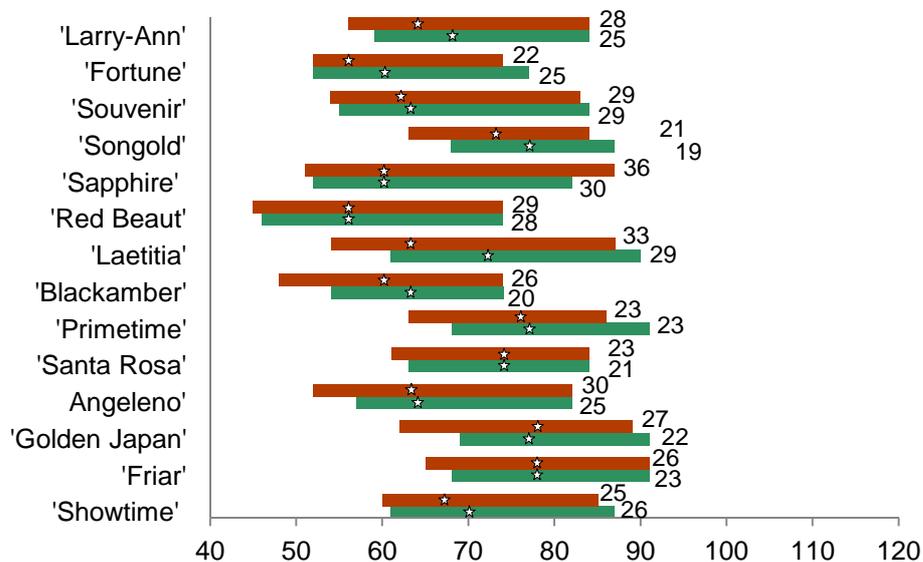


Figura 4.9. Cronograma de floración de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2011. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración y el símbolo incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.

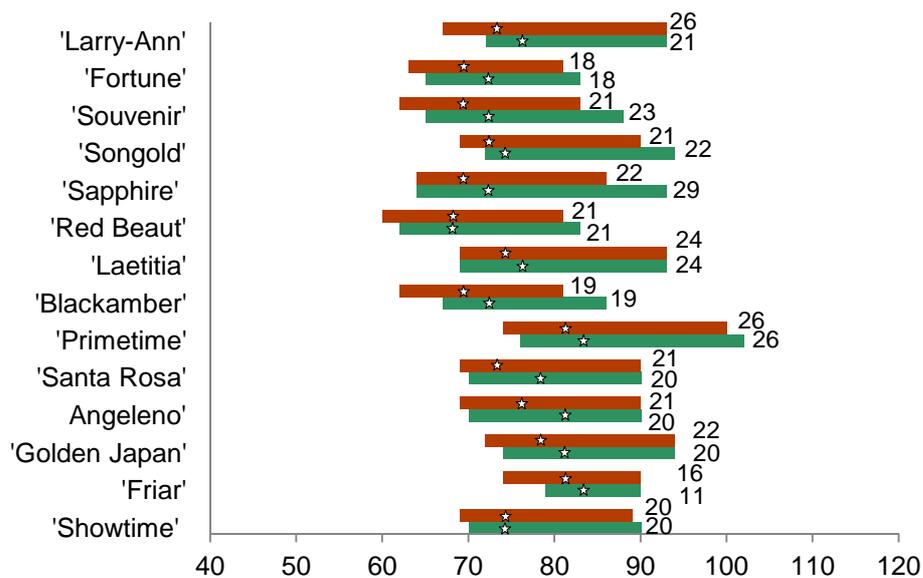


Figura 4.10. Cronograma de floración de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2012. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración y el símbolo incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.

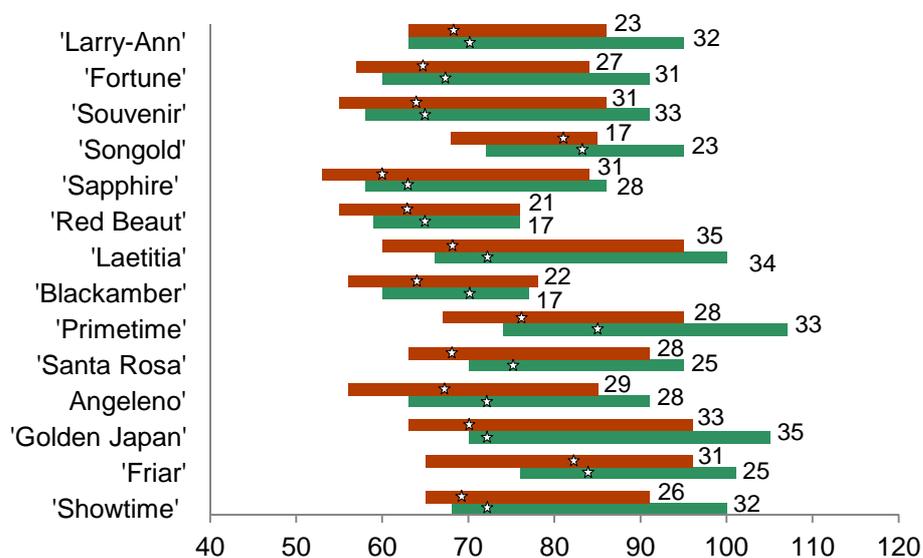


Figura 4.11. Cronograma de floración de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2013. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración y el símbolo incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.

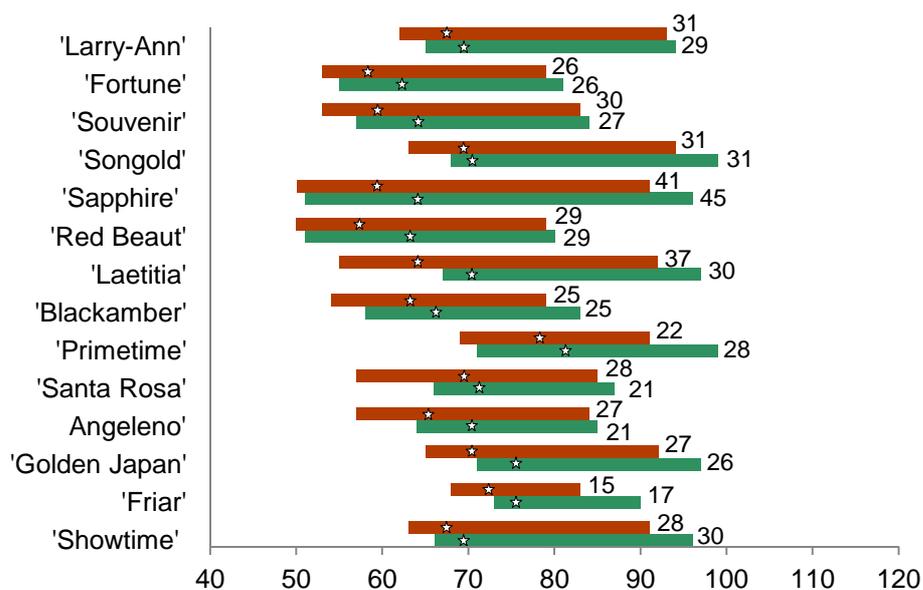


Figura 4.12. Cronograma de floración de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2014. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración y el símbolo incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.

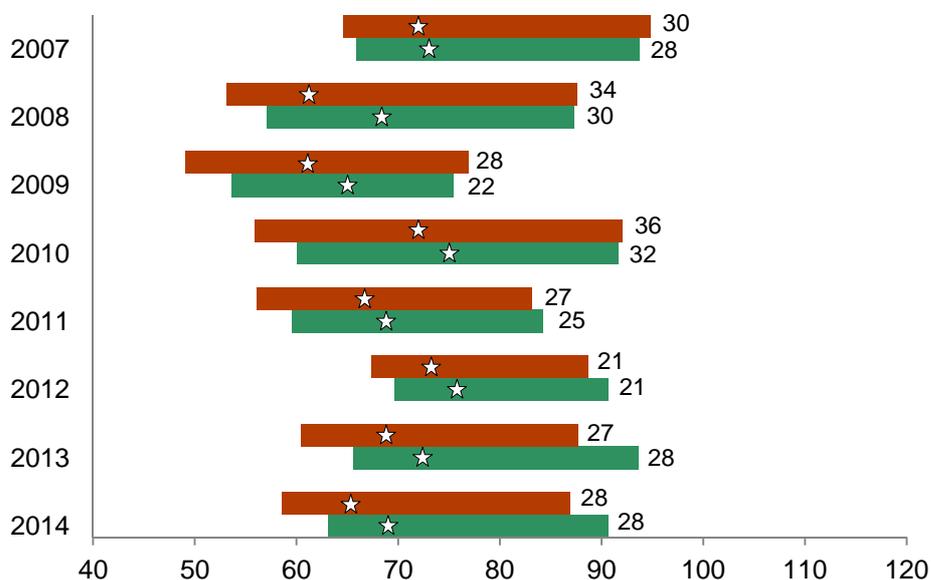


Figura 4.13. Cronograma de floración de la media de los 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en los años 2007 al 2014. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración y el símbolo incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.

4.1.5. Defoliación otoñal e incidencia de la enfermedad de la roya

4.1.5.1. Defoliación otoñal

Se ha analizado la cinética de defoliación anual de los 14 cultivares de ciruelo japonés en el periodo 2008-2014 mediante el seguimiento del grado de defoliación (GD), asignando a la defoliación del árbol un valor de una escala numérica de 0 a 5, tal y como se describió en Material y Métodos. El GD de los cultivares a lo largo del tiempo en los sucesivos años se recoge en el Anexo 2, denominado Tablas de Grado de Defoliación (Tablas A2.1, A2.2, A2.3, A2.4, A2.5, A2.6 y A2.7). En las Figuras 4.14, 4.15, 4.16, 4.17, 4.18, 4.19 y 4.20 se representa la cinética temporal de defoliación de los 14 cultivares los años 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, y 2014, respectivamente. La observación de los resultados permite diferenciar tres fases esenciales en base a su GD, una fase inicial, en la que comienza la defoliación, sin apenas diferencias entre ambos tipos de manejo y cuya duración depende del cultivar, una fase intermedia, en la que se acentúan las diferencias entre los dos tratamientos y la defoliación se incrementa de forma exponencial, siendo mayor siempre el GD en los árboles manejados en AE, y una fase final, en la que el GD para ambos tratamientos converge hasta su máximo valor, cuando el árbol está completamente defoliado.

El inicio de la defoliación para la mayoría de los cultivares de ciruelo japonés tuvo lugar a mediados de septiembre, oscilando algunos días dependiendo del año. Algunos cultivares fueron más precoces que otros en el inicio de la defoliación, como 'Red Beaut' (primera quincena de agosto en 2011 y 2014), 'Friar' y 'Showtime' (primera quincena de septiembre en 2011 y 2014). Otros cultivares como 'Souvenir' y 'Golden Japan' fueron más tardíos, retrasándose algunos días más el inicio de la defoliación. En general, la defoliación se inició siempre antes en los árboles manejados en AE, a excepción del año 2008 para el cultivar 'Souvenir' y también en 2012 algunos cultivares como 'Souvenir', 'Blackamber', 'Santa Rosa', 'Angeleno', y 'Showtime' comenzaron ligeramente antes su proceso de defoliación en AC, aunque las diferencias en el GD fueron pequeñas. La tónica general en esta primera etapa de defoliación, que se extendió principalmente durante el mes de septiembre y la primera quincena de octubre, fue la inexistencia de grandes diferencias entre los dos tipos de manejo. La segunda fase de la defoliación tuvo lugar desde finales de octubre a principios de diciembre y su duración varió en función del año, cultivar y tipo de manejo, caracterizándose esta fase por un incremento importante de la defoliación, más acentuado en los árboles manejados en AE. Las diferencias entre ambos tipos de manejo en esta etapa fueron claras y estadísticamente significativas. El año 2013 se caracterizó por ser el año de todo el periodo estudiado en el que la diferencia entre ambos tipos de manejo fue más acentuada. De hecho, transcurrió casi un mes, desde el 30 de octubre al 27 de noviembre, en el que las diferencias entre AC y AE fueron estadísticamente significativas para todos los cultivares, excepto 'Friar' y 'Showtime', cultivares que en ese periodo estaban, en ambos tipos de manejo, más defoliados que los demás. Otros años también hubo periodos en el que hubo claras diferencias significativas en el GD entre AC y AE; así, en el año 2008 fue de 21 días, entre el 13 de noviembre y el 4 de diciembre, y en el año 2014 fue de 14 días, entre el 30 de octubre al 13 de noviembre. Aunque en el resto de

años del estudio (2009, 2010, 2011 y 2012), no hubo un periodo completo en el que todos los cultivares mostraran diferencias estadísticamente significativas entre los dos manejos, sin embargo, muchos cultivares mostraron también diferencias significativas en el GD en dicho periodo. En general, las menores diferencias en ese periodo ocurrieron en los años 2011 y 2012.

La tercera fase, aquella en la que el GD se aproxima a 5, valor que asignamos a los árboles completamente defoliados, tuvo lugar a finales del mes de noviembre y durante todo el mes de diciembre. De nuevo, su duración y fechas exactas en las que tuvo lugar varió dependiendo del cultivar, tratamiento y año. Este periodo se caracterizó por no presentar grandes diferencias entre ambos tratamientos, ya que el GD en los dos tipos de manejo se iba aproximando al máximo valor.

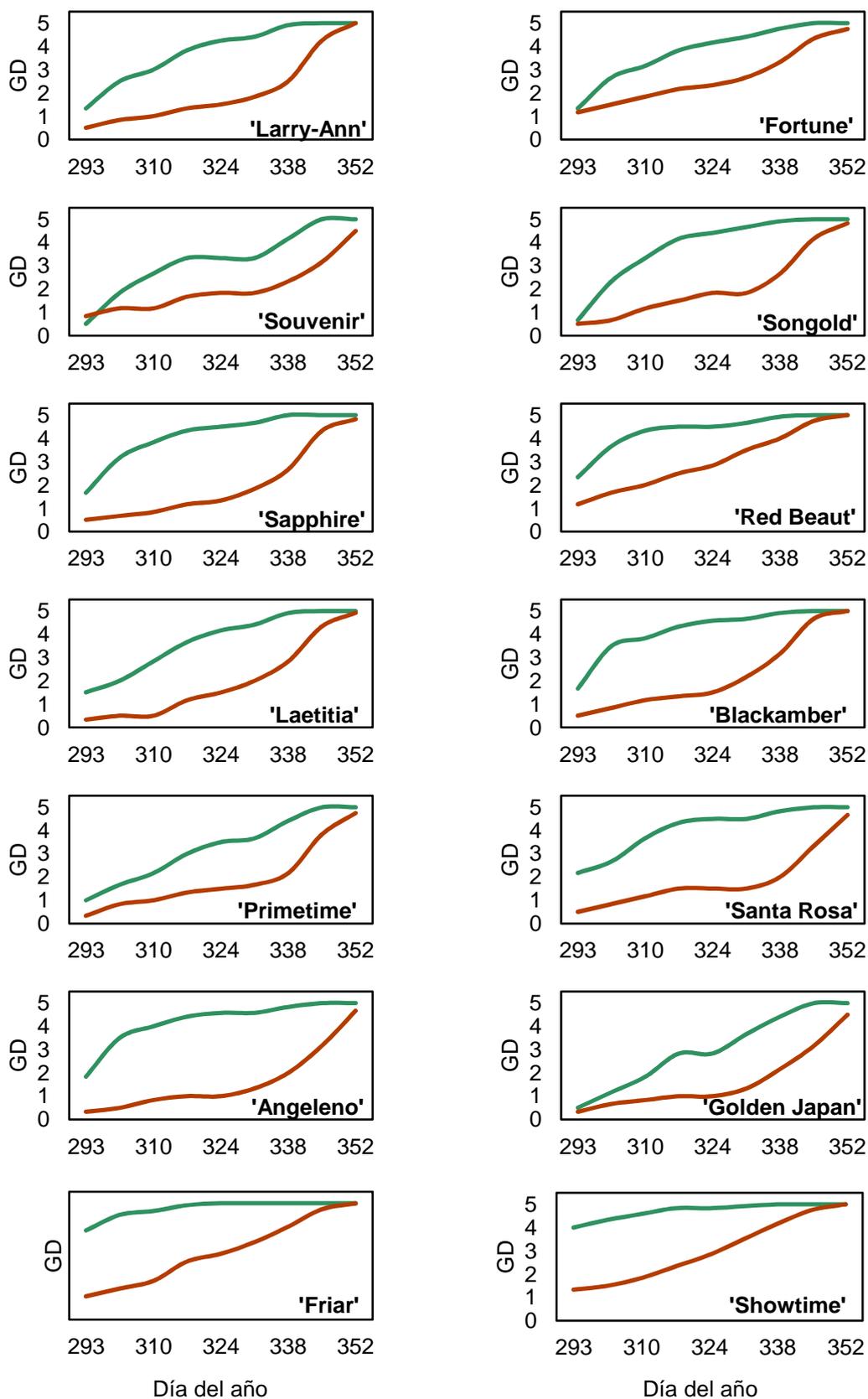


Figura 4.14. Cinética de defoliación de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2008. GD: grado de defoliación.

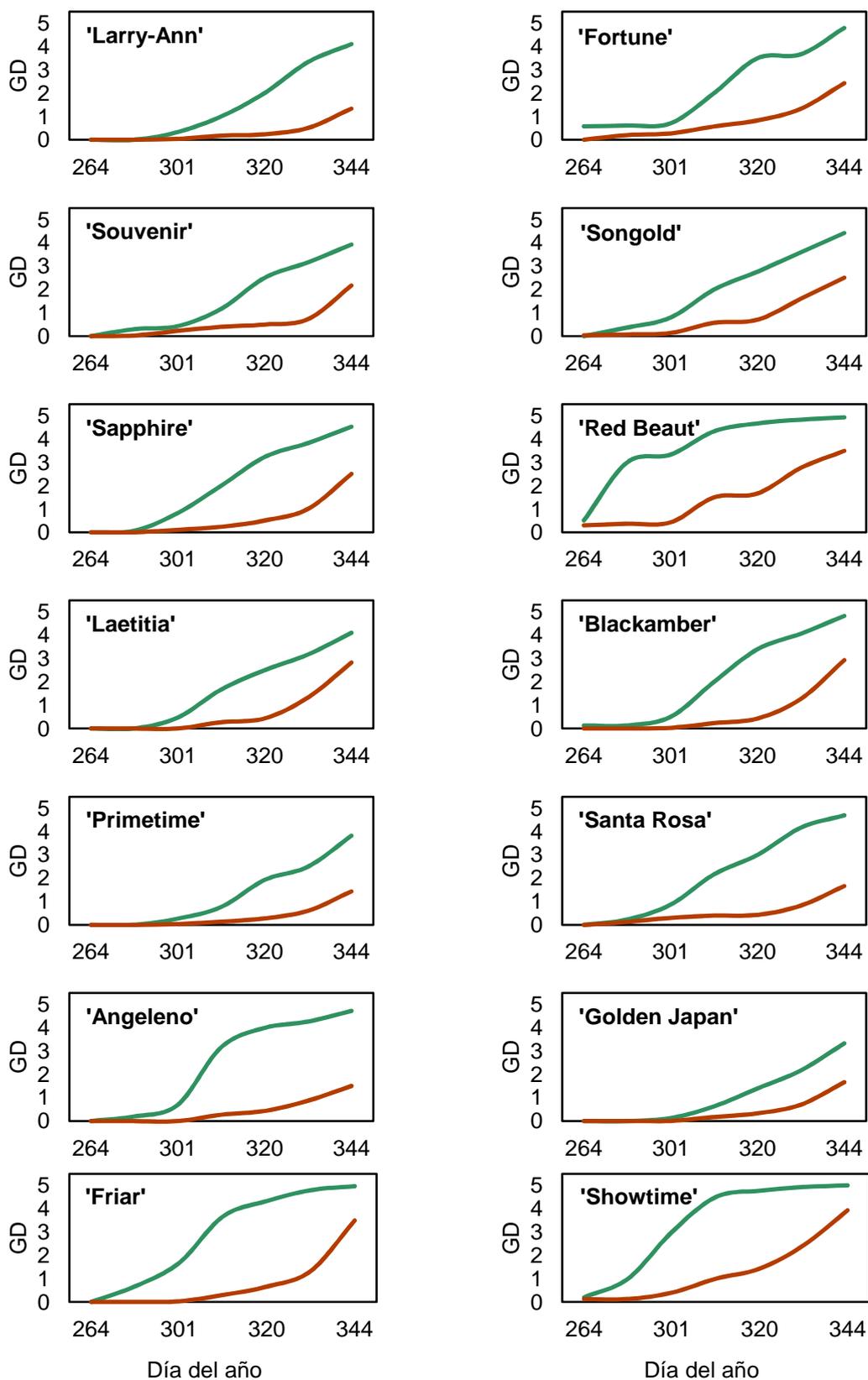


Figura 4.15. Cinética de defoliación de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2009. GD: grado de defoliación.

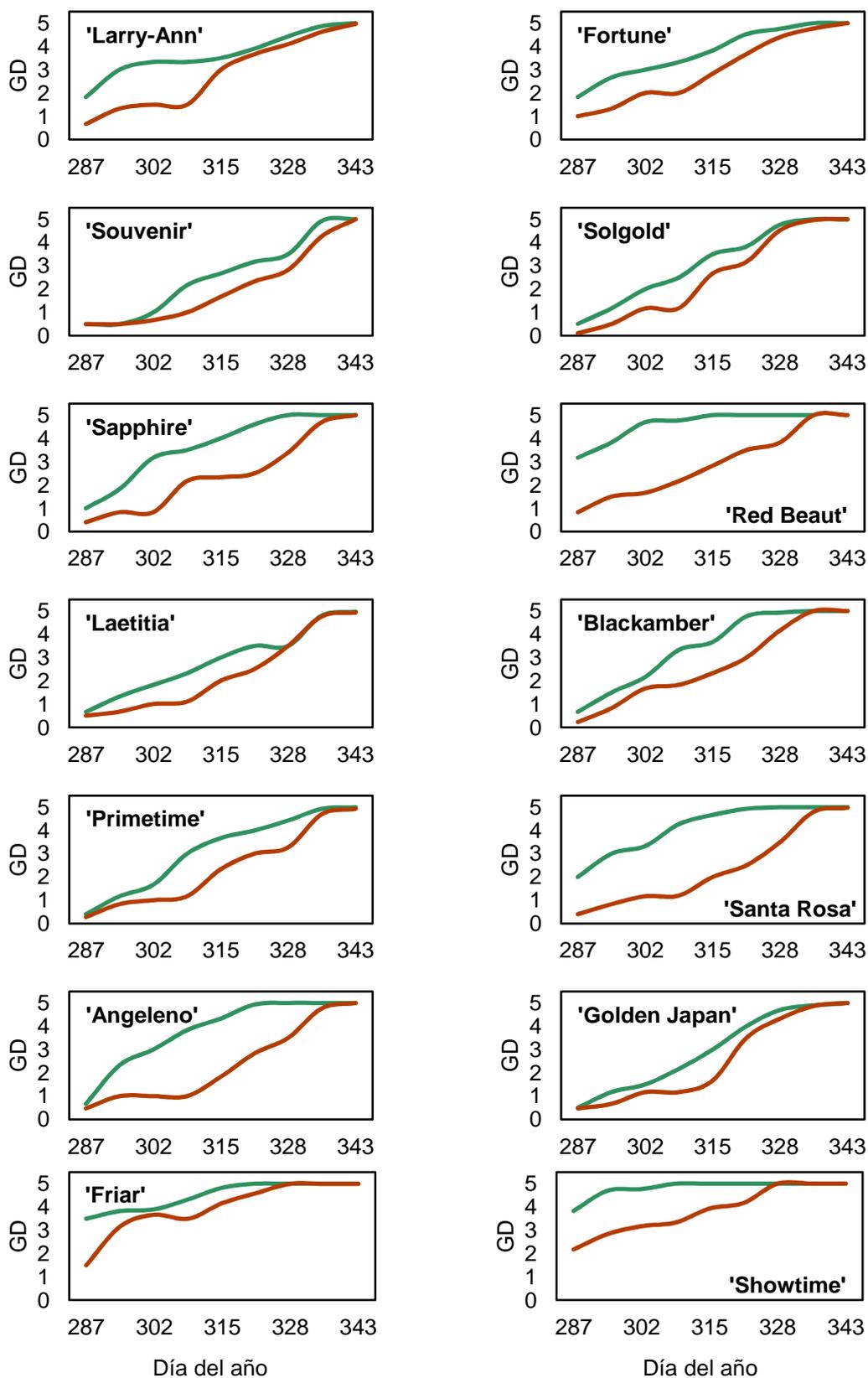


Figura 4.16. Cinética de defoliación de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2010. GD: grado de defoliación.

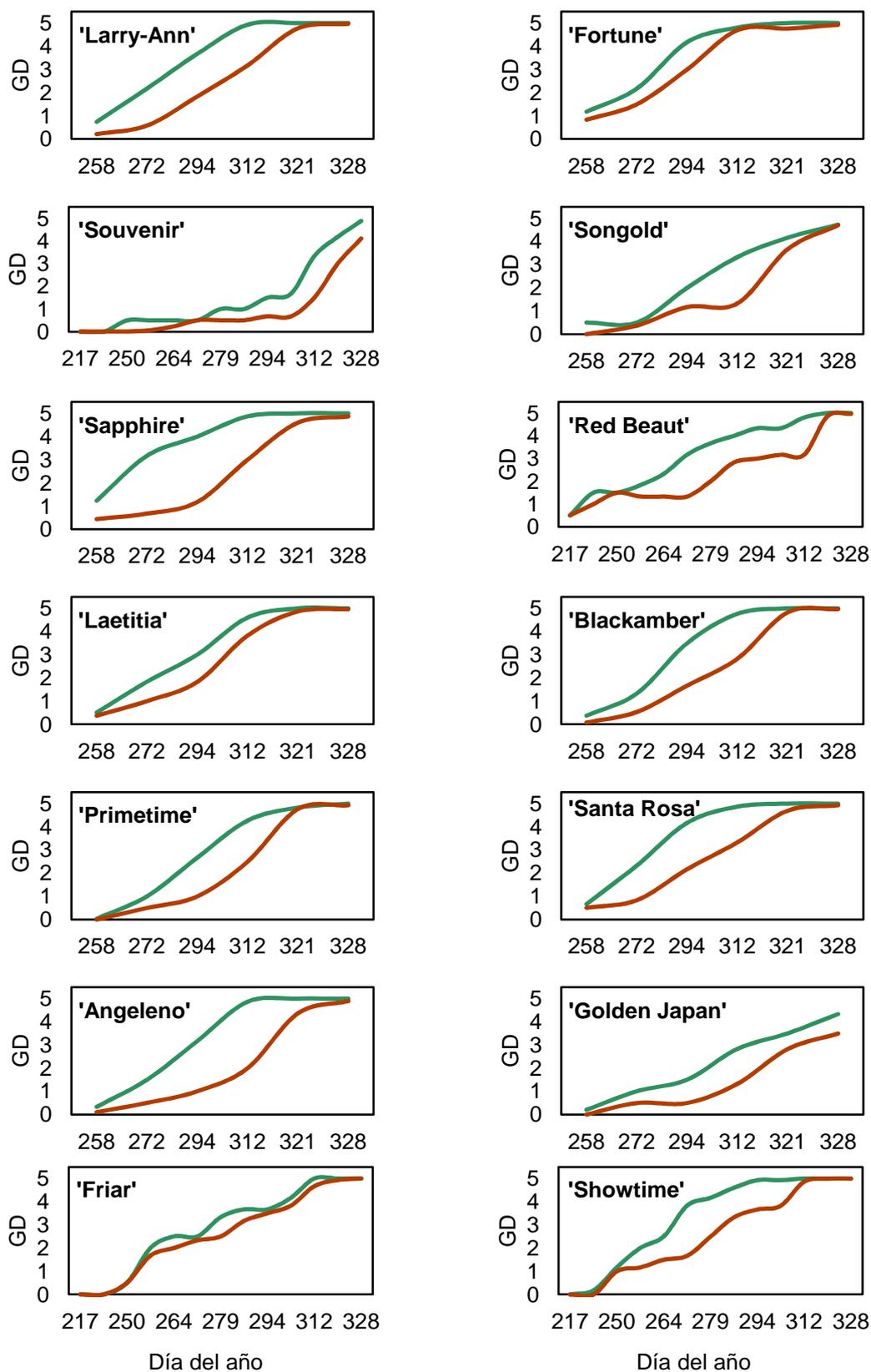


Figura 4.17. Cinética de defoliación de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2011. GD: grado de defoliación.

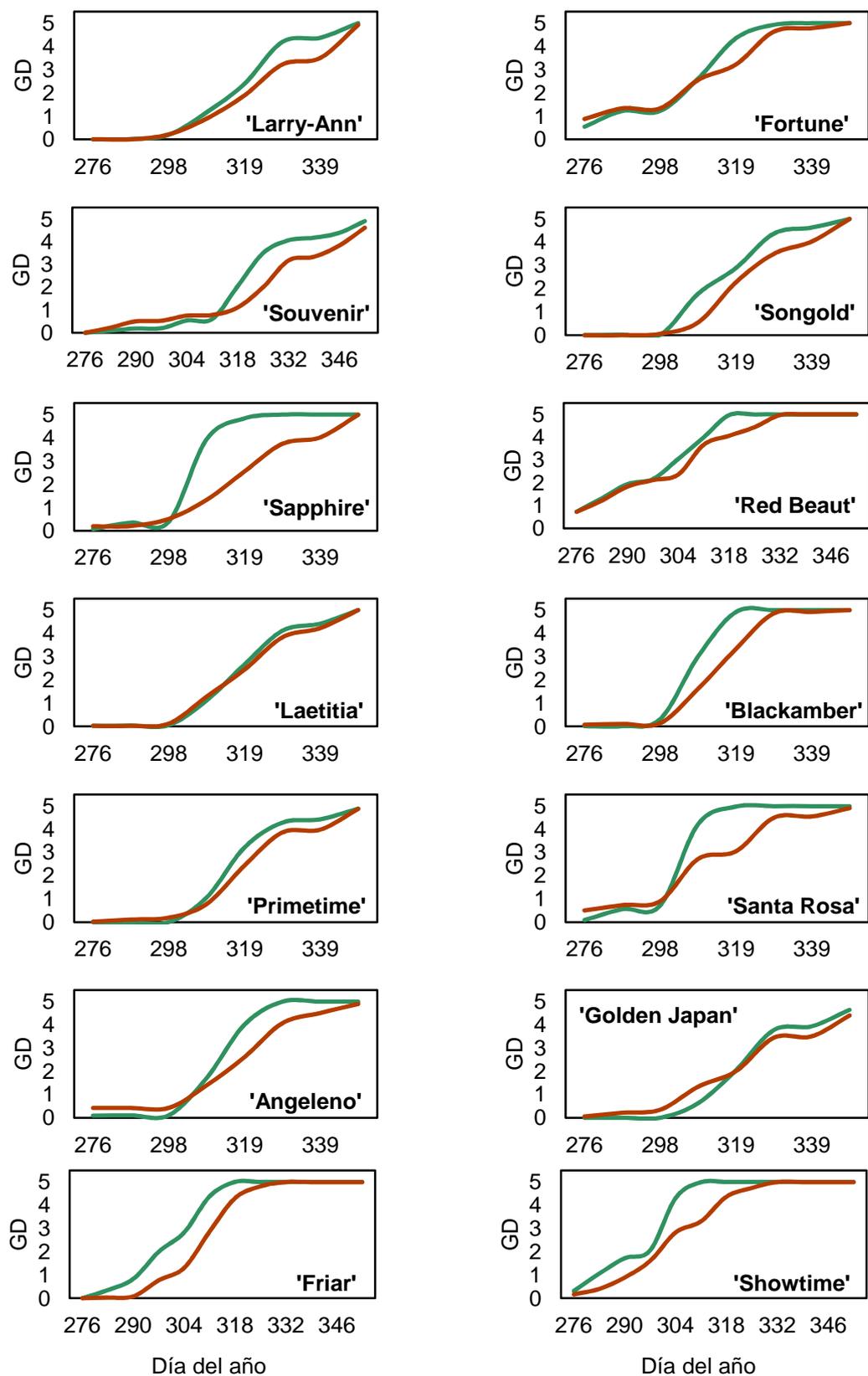


Figura 4.18. Cinética de defoliación de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2012. GD: grado de defoliación.

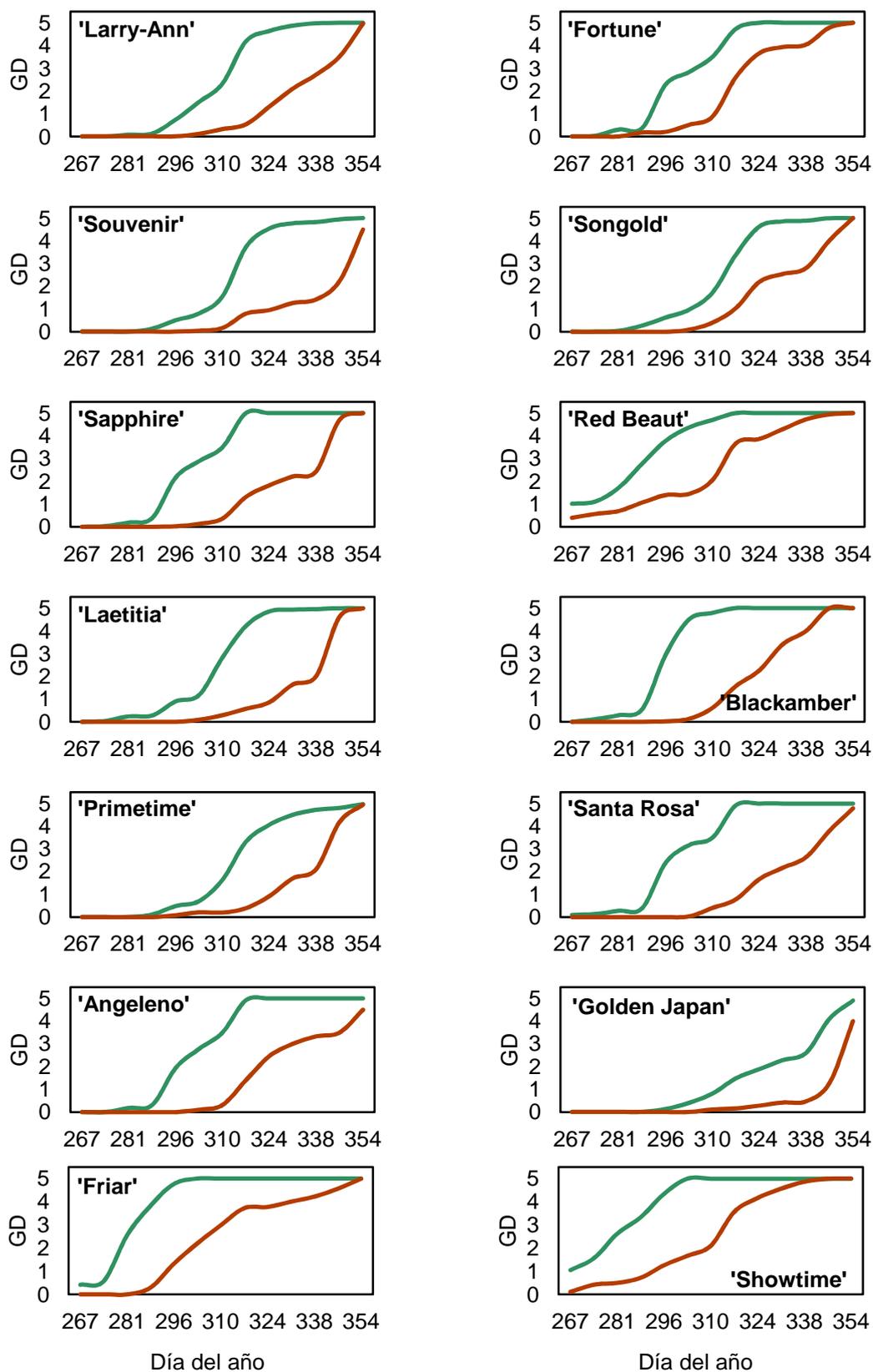


Figura 4.19. Cinética de defoliación de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2013. GD: grado de defoliación.

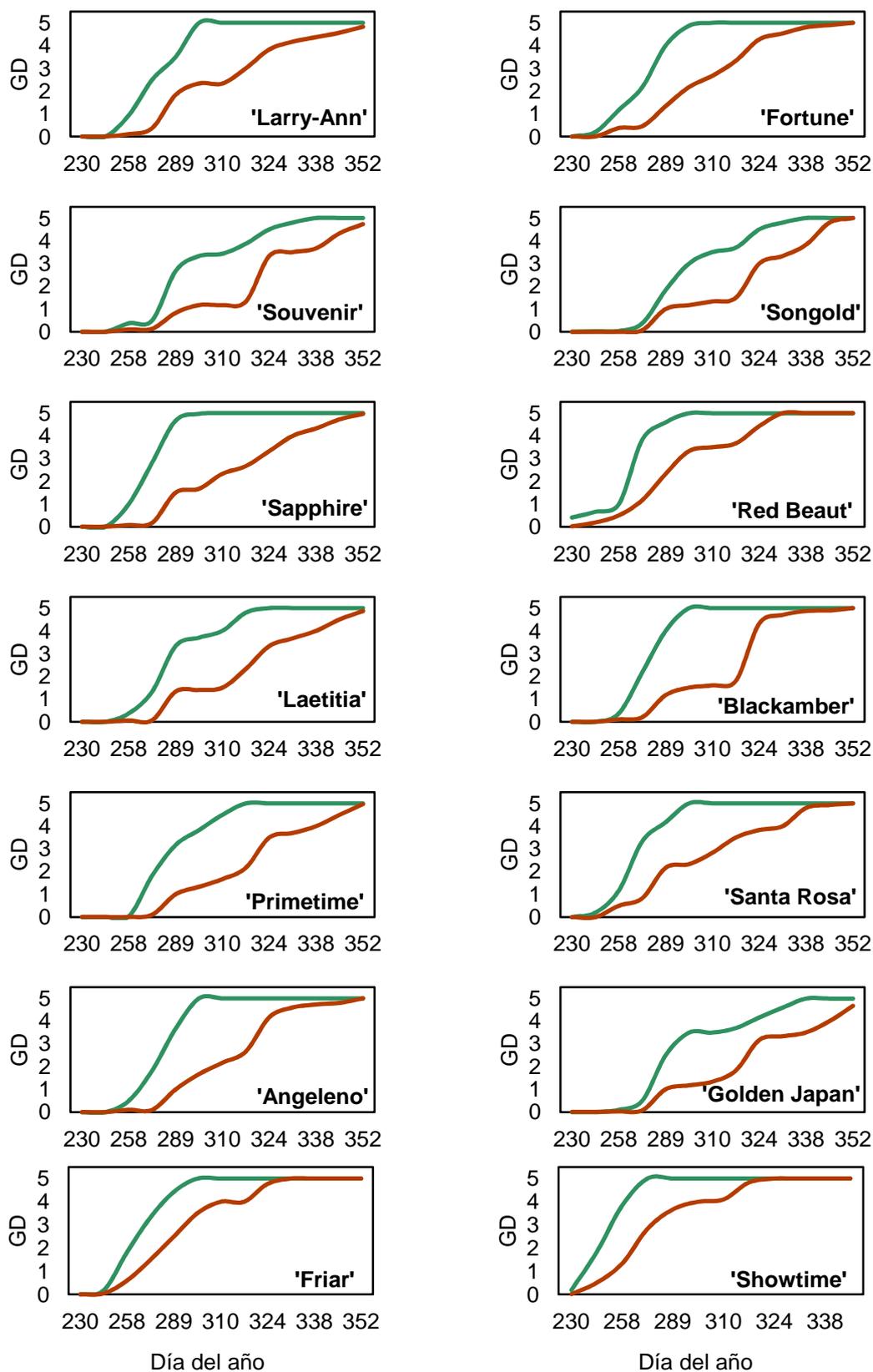


Figura 4.20. Cinética de defoliación de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2014. GD: grado de defoliación.

En octubre del año 2011 y septiembre del 2014 se tomaron 9 ramas al azar de las tres repeticiones de los cultivares de ciruelo japonés ‘Souvenir’, ‘Red Beaut’, ‘Friar’ y ‘Showtime’, las ramas se defoliaron manualmente y se tomó el peso húmedo de las hojas (Figura 4.21), los resultados incluidos en la Tabla 4.24 indican mayor peso de las hojas de las ramas del manejo en AC. Las diferencias solo fueron estadísticamente significativas en el cultivar ‘Friar’ en el año 2011, y en los cuatro cultivares en el año 2014.

Tabla 4.24. Peso húmedo de las hojas (g) por rama de 80 cm de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en octubre del año 2011 y septiembre del año 2014.

Cultivar	20-10-11		8-9-14	
	AE	AC	AE	AC
‘Souvenir’	31,83 a	30,88 a	14,14 b	19,46 a
‘Red Beaut’	21,28 a	21,36 a	16,31 b	24,66 a
‘Friar’	5,26 b	13,50 a	15,63 b	27,66 a
‘Showtime’	11,11 a	26,00 a	15,17 b	38,39 a

Para cada cultivar y año, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$).



Figura 4.21. Hojas obtenidas de desfoliar manualmente ramas del cultivar ‘Friar’ en manejo en AC (izquierda) y en manejo en AE (derecha) en el año 2011.

4.1.5.2. Incidencia de la enfermedad de la roya

El estudio detallado de la problemática fitosanitaria de la fruticultura ecológica no se ha planteado como uno de los objetivos de esta Tesis, no obstante, se ha entendido de interés evaluar la incidencia de la enfermedad de la roya, causada por el hongo *Tranzschelia pruni-spinosae* Pers. Dietel, ya que

entre los efectos de la misma está el de provocar una defoliación prematura de los cultivares susceptibles (García-Galavís *et al.*, 2009; Castejón *et al.*, 2012).

Los valores de la severidad de la roya de los cultivares a lo largo del tiempo en los sucesivos años se recogen en el Anexo 3 denominado Tablas de Severidad de la Roya (Tablas A3.1, A3.2, A3.3, A3.4, A3.5 y A3.6). A continuación se representan gráficamente los resultados obtenidos los años 2009, 2010, 2011, 2012, 2013 y 2014 en las Figuras 4.22, 4.23, 4.24, 4.25, 4.26 y 4.27, respectivamente. Todos los años se evaluó la severidad sobre los 14 cultivares, excepto los años 2010 y 2011, en los que sólo se evaluó sobre cuatro cultivares, 'Souvenir', Red Beaut', 'Friar' y 'Showtime'. En general se apreció que la severidad de la enfermedad fue claramente superior en la parcela en manejo ecológico. En este manejo agronómico se podrían establecer tres grandes grupos de cultivares más o menos definidos en cuanto a su susceptibilidad a la enfermedad, un grupo en el que estarían los cultivares con mayor susceptibilidad, 'Showtime', 'Friar', 'Larry-Ann' y 'Santa Rosa', otro grupo constituido por los cultivares más tolerantes, 'Red Beaut', 'Souvenir' y 'Golden Japan', y un grupo de susceptibilidad intermedia, en el que estarían incluidos los restantes cultivares.

Los primeros síntomas de la enfermedad en las hojas aparecieron a principios de julio en el año 2009, para los cultivares más susceptibles, aunque en general el resto de años aparecieron a mediados de julio o principios de agosto. La sintomatología en el resto de cultivares fue visible en las hojas a principios del mes de octubre, exceptuando cultivares como 'Souvenir' y 'Red Beaut', muy tolerantes a la enfermedad y en los cuales hubo años en los que prácticamente no se apreciaron esporas en el envés de las hojas hasta el final del ciclo vegetativo.

Los años 2009 y 2010, los niveles de esporas en hoja tuvieron un desarrollo alto a partir de la segunda quincena de octubre. El año 2011, en el que solo se realizó el seguimiento de la enfermedad en los cultivares 'Souvenir', 'Red Beaut', 'Friar' y 'Showtime' puede ser destacado por un desarrollo temprano de la enfermedad, ya que a partir del día 29 de septiembre en los cuatro cultivares se detectan diferencias significativas entre los dos tipos de manejo agronómico, con mayor o menor valor de la severidad de la enfermedad en función del cultivar y la fecha. El año 2012 fue en el que el desarrollo de la enfermedad comenzó más tarde, ya que no se observaron altos niveles de esporas en hojas para la mayoría de cultivares hasta la primera semana del mes de noviembre. El año 2013 fue especialmente virulento aunque en menor medida que 2014, manifestándose una severidad baja-media (dependiendo de la susceptibilidad), en el manejo en AE con diferencias estadísticamente significativas, a partir del día 8 de octubre, en todos los cultivares, con la excepción de 'Red Beaut'. El año 2014 fue el de mayor virulencia de la enfermedad, manifestándose una severidad media-alta, en el manejo en AE, con diferencias estadísticamente significativas, a partir del día 23 de septiembre en todos los cultivares, con la excepción de 'Red Beaut'.

Las diferencias entre los dos tipos de manejo agronómico en los momentos de mayor desarrollo del hongo fueron casi siempre estadísticamente significativas para la mayoría de los cultivares todos los años estudiados. En general, a partir de mediados de octubre no se pudo medir la severidad de la roya en los cultivares que tuvieron una defoliación temprana, puesto que los árboles se encontraban en un estado avanzado de defoliación.

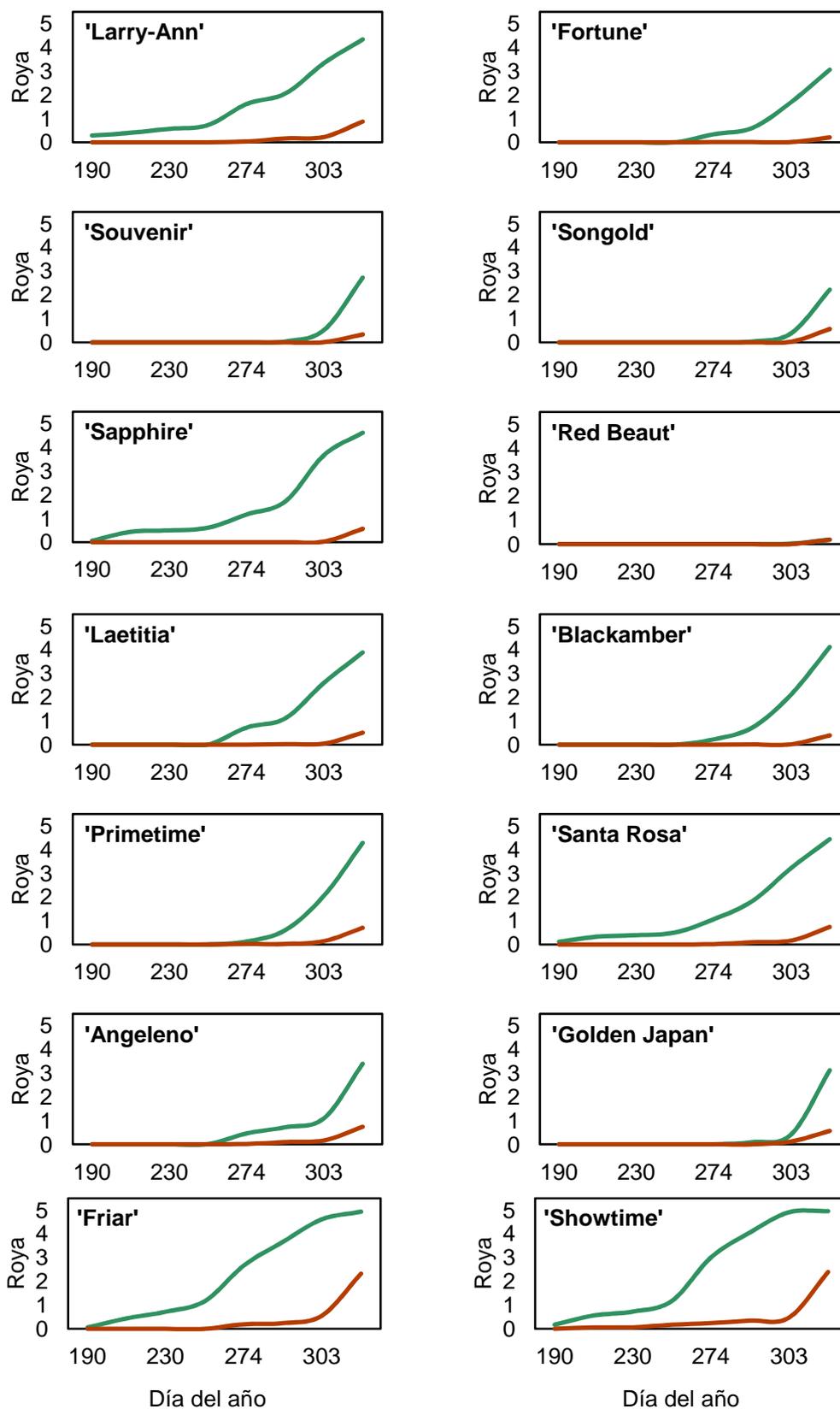


Figura 4.22. Severidad de la roya sobre la superficie foliar de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2009.

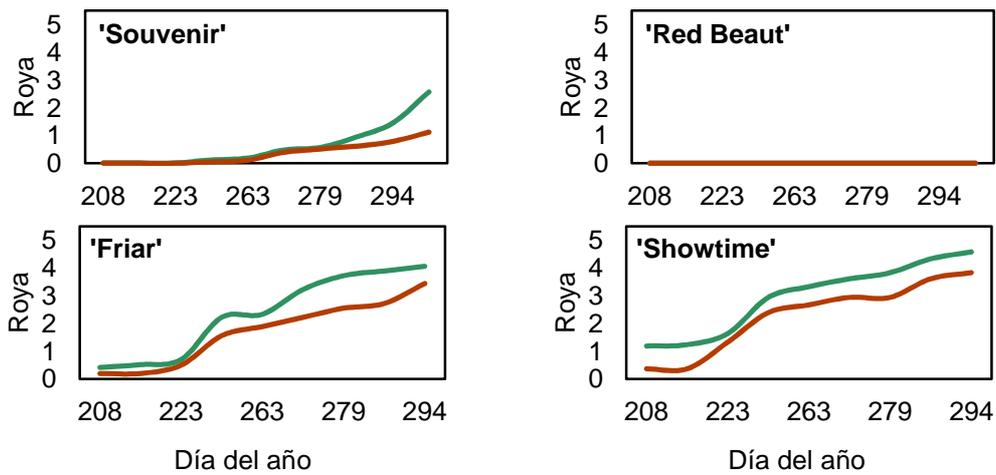


Figura 4.23. Severidad de la roya sobre la superficie foliar de 4 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2010.

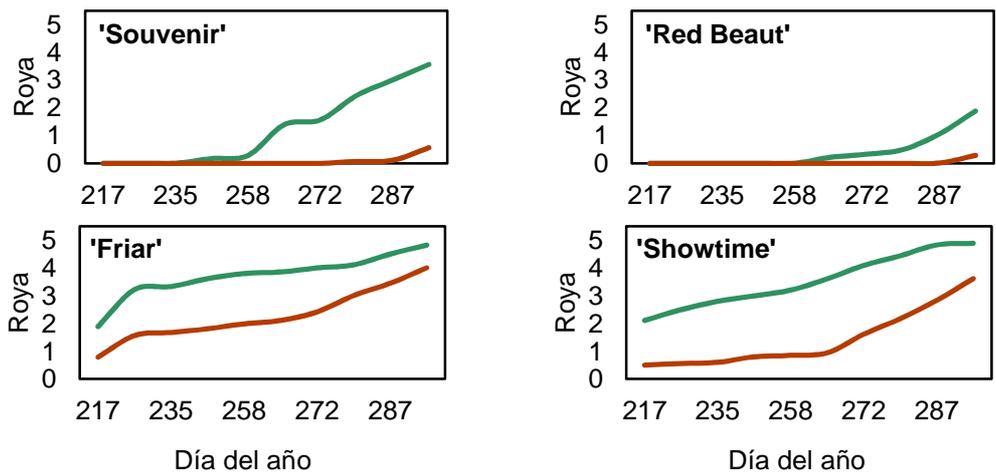


Figura 4.24. Severidad de la roya sobre la superficie foliar de 4 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2011.

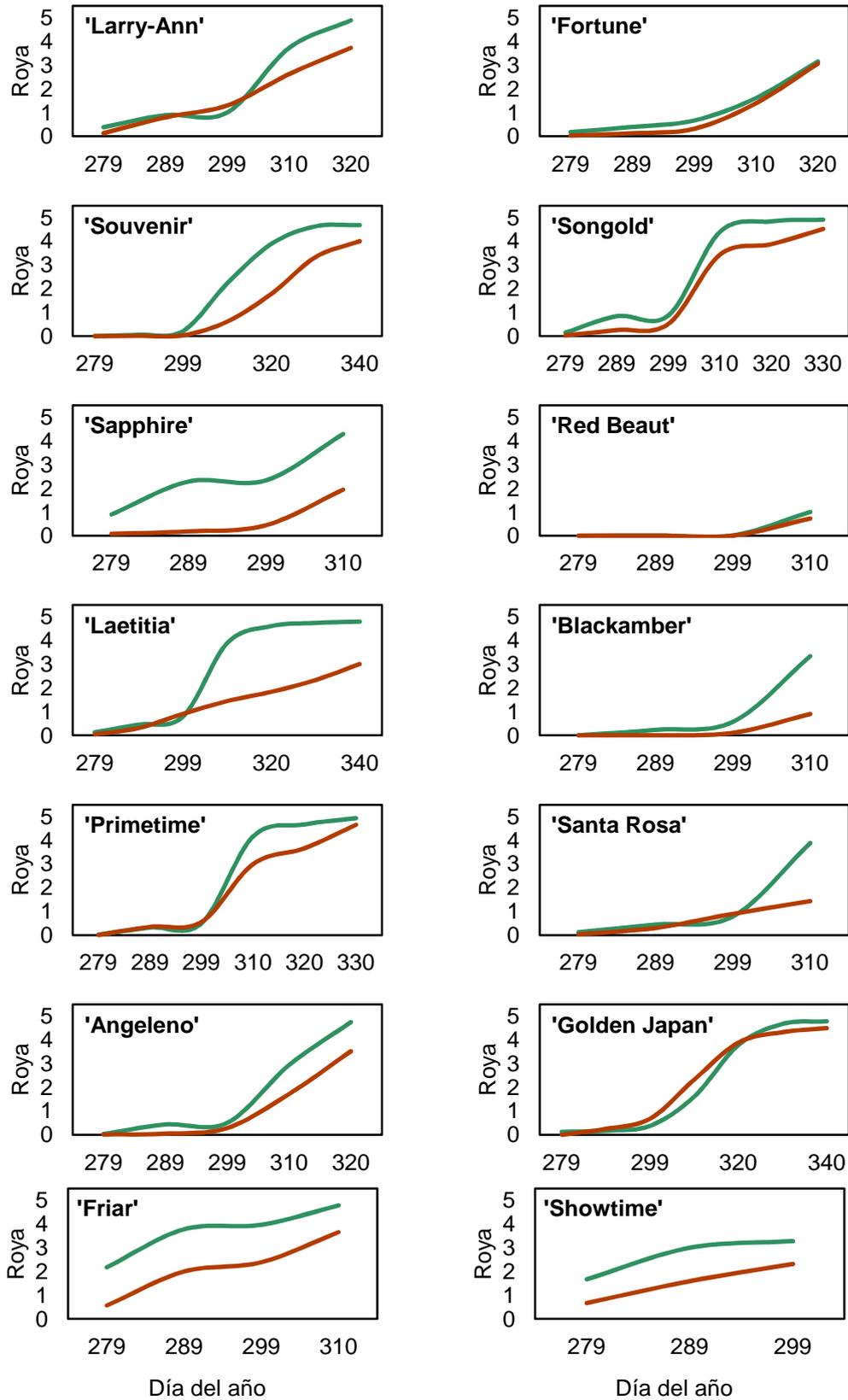


Figura 4.25. Severidad de la roya sobre la superficie foliar de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2012.

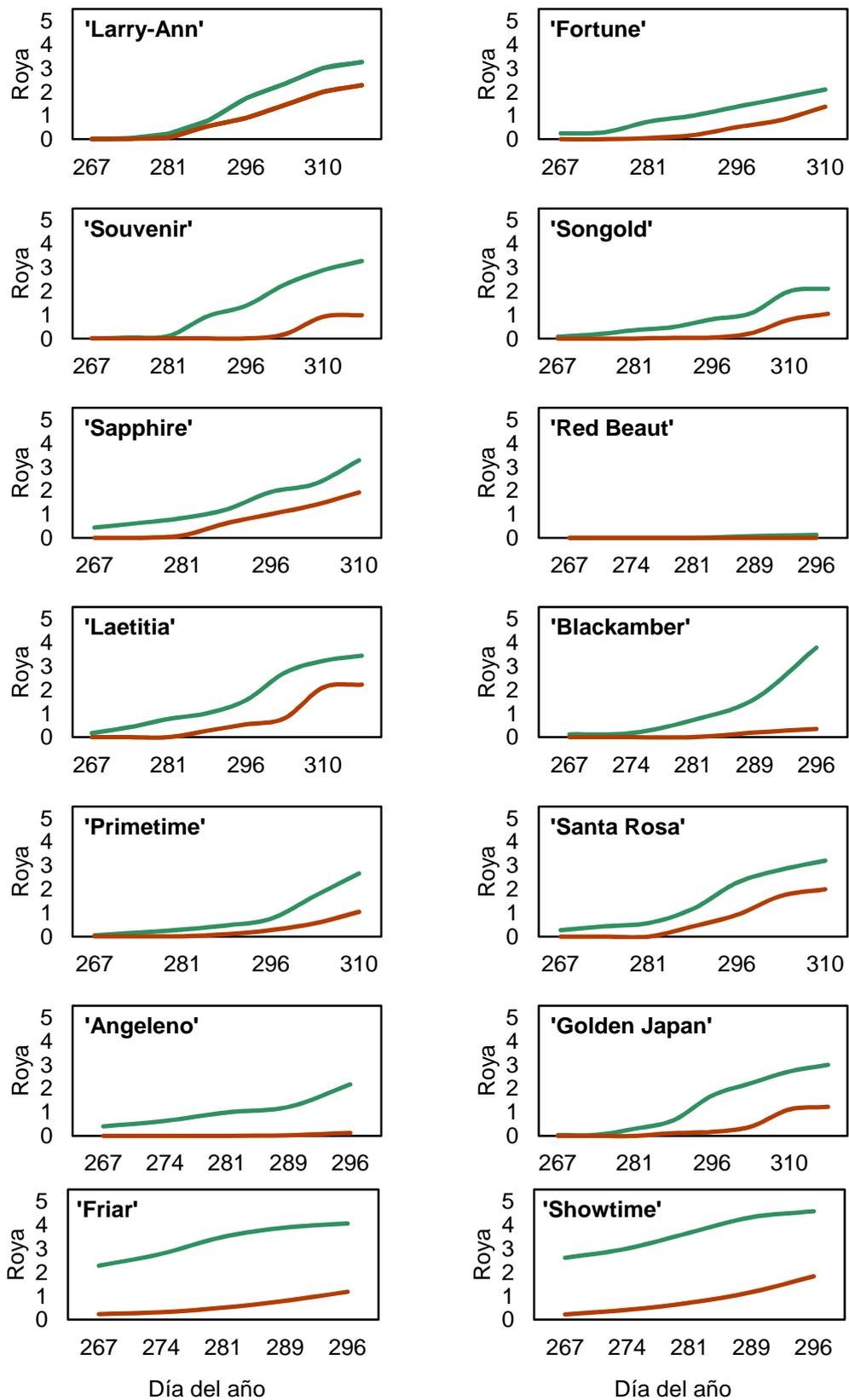


Figura 4.26. Severidad de la roya sobre la superficie foliar de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2013.

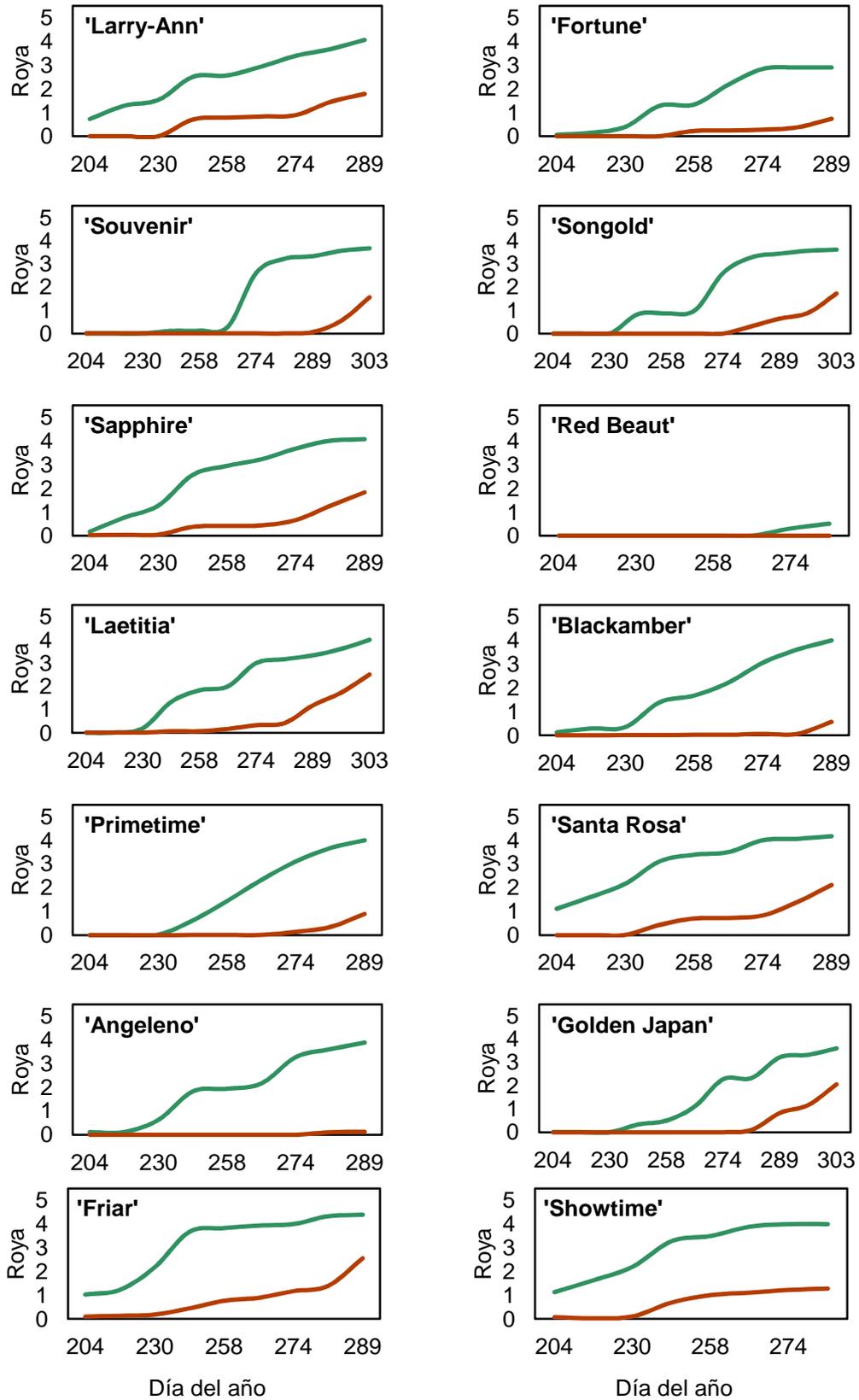


Figura 4.27. Severidad de la roya sobre la superficie foliar de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2014.

4.1.6. Determinación de las reservas de carbohidratos y nitrógeno en madera

A pesar de que en los resultados de los análisis de suelos y foliares se observa una concentración y evolución muy similar para casi todos los macro y micronutrientes de las plantas, la realidad es que todos los estudios relacionados con el crecimiento han puesto de manifiesto un menor vigor en los árboles en manejo ecológico. Por otra parte, se ha constatado también que la parcela ecológica presenta una floración algo retrasada y una defoliación anticipada. Se planteó la hipótesis de trabajo de que por una parte la acción defoliante de la roya y por otra la fertilización orgánica, con su particular tasa de mineralización, estarían afectando a las dinámicas de reservas de la planta en manejo ecológico, en concreto a las de nitrógeno y carbohidratos, reservas fundamentales para el crecimiento, el vigor y la calidad de los vegetales, en línea con los resultados de Choi *et al.* (2003), quienes observan que las reservas de carbohidratos se ven influidas por una defoliación prematura. En línea con esta hipótesis de trabajo, se decidió determinar las reservas de carbohidratos no estructurales y de nitrógeno en los cultivares susceptibles a la roya 'Friar' y 'Showtime' y en 'Red Beaut' y 'Souvenir', tolerantes a esta enfermedad.

Se han realizado varios análisis de las reservas de carbohidratos (almidón y azúcares solubles totales) y nitrógeno (proteico, nítrico y amoniacal) en madera de los cuatro cultivares de ciruelo japonés mencionados en el párrafo anterior en diferentes fechas entre los años 2011 y 2014, ambos inclusive, y en noviembre de 2012 un análisis en raíces de los dos cultivares de ciruelo japonés 'Red Beaut' y 'Showtime'. Se han escogido fechas coincidentes tanto con el reposo invernal, cuando se supone que las reservas son máximas, como con un activo crecimiento vegetativo, cuando deben haber descendido, por la utilización de las mismas.

4.1.6.1. Almidón

Los resultados obtenidos sobre la concentración de almidón acumulado en las ramas de los árboles de ambos tipos de manejo se presentan en la Tabla 4.25. Se observa que en general la concentración fue muy similar en ambos tipos de manejo para los cuatro cultivares, con algunas excepciones puntuales como ocurrió en 'Souvenir' en marzo de 2011 (mayor concentración de almidón en el manejo en AC), en 'Red Beaut' en noviembre de 2012 y diciembre de 2013 (mayor concentración de almidón en el manejo en AC) y en 'Showtime' en diciembre de 2013 (mayor concentración de almidón en el manejo en AC). El valor promedio de las mediciones realizadas fue mayor en AC para los cultivares 'Souvenir' y 'Red Beaut' y mayor en AE para los cultivares 'Friar' y 'Showtime'. En la Figura 4.28 se representa gráficamente la concentración de almidón en ramas de madera para cada cultivar en el periodo estudiado. Se puede observar que en líneas generales la concentración de almidón en 'Red Beaut' fue ligeramente superior en el manejo convencional, mientras que en 'Friar' y 'Showtime', en diferentes fechas, fue ligeramente

superior en el manejo ecológico; la concentración de almidón en el cultivar 'Souvenir' fue variable, siendo unas veces ligeramente superior en el manejo en AE y otras ligeramente superior en el manejo en AC.

La concentración de almidón en raíces, medida en noviembre de 2012 en los cultivares 'Red Beaut' y 'Showtime' (Tabla 4.25), fue muy similar entre ambos tipos de manejo agronómico. La concentración de almidón en ramas medida en esta misma fecha, comparada con la obtenida en raíces, fue inferior en el cultivar 'Red Beaut' manejado en AE, similar en 'Red Beaut' y 'Showtime' manejados en AC y superior en el cultivar 'Showtime' manejado en AE.

Tabla 4.25. Reservas de almidón (mg/g) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en diferentes fechas del periodo 2011-2014.

Fecha	'Souvenir'		'Red Beaut'		'Friar'		'Showtime'	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
Ramas								
18-3-11	27,90 b	51,10 a	34,99 a	34,97 a	38,94 a	30,51 a	39,51 a	23,34 a
20-9-11	49,27 a	48,35 a	43,28 a	47,73 a	44,09 a	41,76 a	33,26 a	44,20 a
9-11-11	12,49 a	10,06 a	8,54 a	8,13 a	15,49 a	5,59 a	8,05 a	8,93 a
16-1-12	-	-	16,71 a	12,98 a	-	-	15,88 a	11,98 a
8-5-12	-	-	11,22 a	12,06 a	-	-	13,62 a	11,50 a
6-11-12	-	-	12,91 b	18,86 a	-	-	18,08 a	13,69 a
25-5-13	22,86 a	20,13 a	19,96 a	20,65 a	20,72 a	20,82 a	20,50 a	21,06 a
2-12-13	30,81 a	31,25 a	27,72 b	33,18 a	28,82 a	30,47 a	32,92 b	35,26 a
26-5-14	29,37 a	30,77 a	28,39 a	29,77 a	29,82 a	29,14 a	29,99 a	29,79 a
Promedio	28,78	31,94	22,64	24,26	29,65	26,38	23,53	22,19
Raíces								
6-11-12	-	-	17,47 a	18,53 a	-	-	13,83 a	13,50 a

En las filas, para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$).

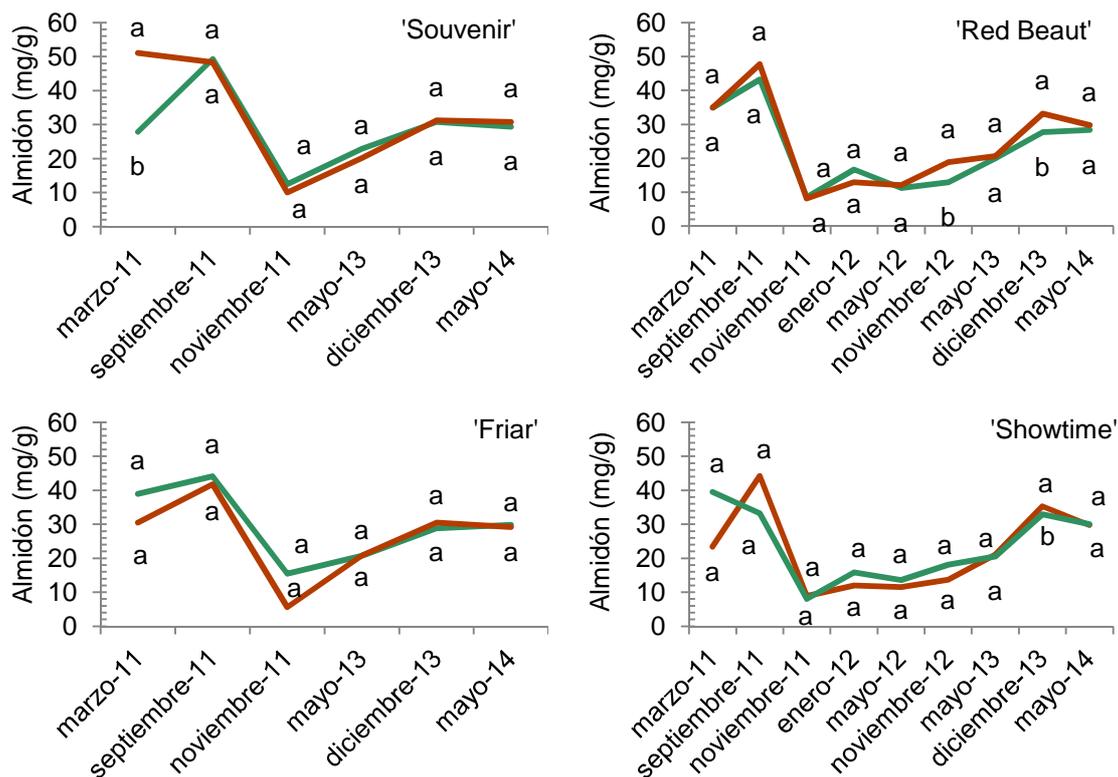


Figura 4.28. Evolución de las reservas de almidón (mg/g) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón).

4.1.6.2. Azúcares solubles totales

Los resultados del análisis de los azúcares solubles totales se presentan en la Tabla 4.26. Los valores obtenidos fueron muy similares para ambos tratamientos, observándose sólo tres diferencias puntuales, el cultivar 'Showtime' en mayo de 2013, que tuvo mayor concentración de azúcares solubles totales en el manejo en AC y los cultivares 'Souvenir' y 'Red Beaut' que también tuvieron una significativa mayor concentración de azúcares solubles totales en AC en diciembre de 2013. Los valores promedio incluidos en la penúltima fila de la Tabla 4.26, indicaron valores similares en ambos tipos de manejo, siendo superior en el manejo en AC en el cultivar 'Souvenir', prácticamente igual entre ambos tratamientos en el cultivar 'Friar' y superior en el manejo en AE en los cultivares 'Red Beaut' y 'Showtime'.

En general, la concentración de azúcares solubles totales se incrementó al final del ciclo en los años 2011, 2012 y 2013. En el mes de noviembre del año 2011 se puede apreciar este incremento en todos los cultivares, a excepción del cultivar 'Showtime', en el que disminuye, y del cultivar 'Souvenir' en AC, también con un ligero descenso. En el mes de noviembre del año 2012 y diciembre del 2013 la concentración de azúcares solubles totales fue siempre superior en comparación con el análisis anterior, realizado en el mes de mayo, periodo de activo crecimiento vegetativo. En la Figura 4.29 se representa gráficamente la concentración de azúcares solubles totales en ramas de madera para cada cultivar en el periodo estudiado. Se puede observar que en

líneas generales durante este periodo la concentración fue ligeramente superior en el manejo en AC en los cultivares ‘Souvenir’ y ‘Friar’ y ligeramente superior en el manejo en AE en el cultivar ‘Red Beaut’. El cultivar ‘Showtime’ tuvo una concentración superior en el manejo en AE al principio del periodo estudiado (2011), y muy similar para ambos manejos el resto del periodo (2012-2014).

La concentración de azúcares solubles totales en raíces (Tabla 4.26), medida en noviembre de 2012, fue ligeramente superior en el manejo en AE en el cultivar ‘Red Beaut’ y muy similar en el cultivar ‘Showtime’. La concentración de azúcares solubles totales en ramas en el análisis realizado esa misma fecha, comparada con la obtenida en raíces, fue inferior en el cultivar ‘Red Beaut’ en los dos manejos agronómicos, similar en ‘Showtime’ manejado en AE e inferior en ‘Showtime’ manejado en AC.

Tabla 4.26. Reservas de azúcares solubles totales (mg/g) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en diferentes fechas del periodo 2011-2014.

Fecha	‘Souvenir’		‘Red Beaut’		‘Friar’		‘Showtime’	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
	Ramas							
18-3-11	30,88 a	32,25 a	41,33 a	35,05 a	35,78 a	28,37 a	32,79 a	23,89 a
20-9-11	9,76 a	17,95 a	12,89 a	13,18 a	13,23 a	15,58 a	26,36 a	21,93 a
9-11-11	18,06 a	17,57 a	19,44 a	15,69 a	19,97 a	21,57 a	21,29 a	19,82 a
16-1-12	-	-	9,89 a	6,23 a	-	-	7,36 a	7,63 a
8-5-12	-	-	3,75 a	2,44 a	-	-	2,05 a	2,99 a
6-11-12	-	-	8,33 a	7,59 a	-	-	8,21 a	7,31 a
25-5-13	8,77 a	8,93 a	8,46 a	9,09 a	8,87 a	9,18 a	8,63 b	9,60 a
2-12-13	9,46 b	11,97 a	10,29 b	10,68 a	9,74 a	11,45 a	10,99 a	11,87 a
26-5-14	11,61 a	11,08 a	11,64 a	11,53 a	10,85 a	10,54 a	10,47 a	11,28 a
Promedio	14,76	16,63	14,00	12,39	16,41	16,12	14,24	12,92
	Raíces							
6-11-12	-	-	9,49 a	8,92 a	-	-	8,14 a	8,36 a

En las filas, para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$).

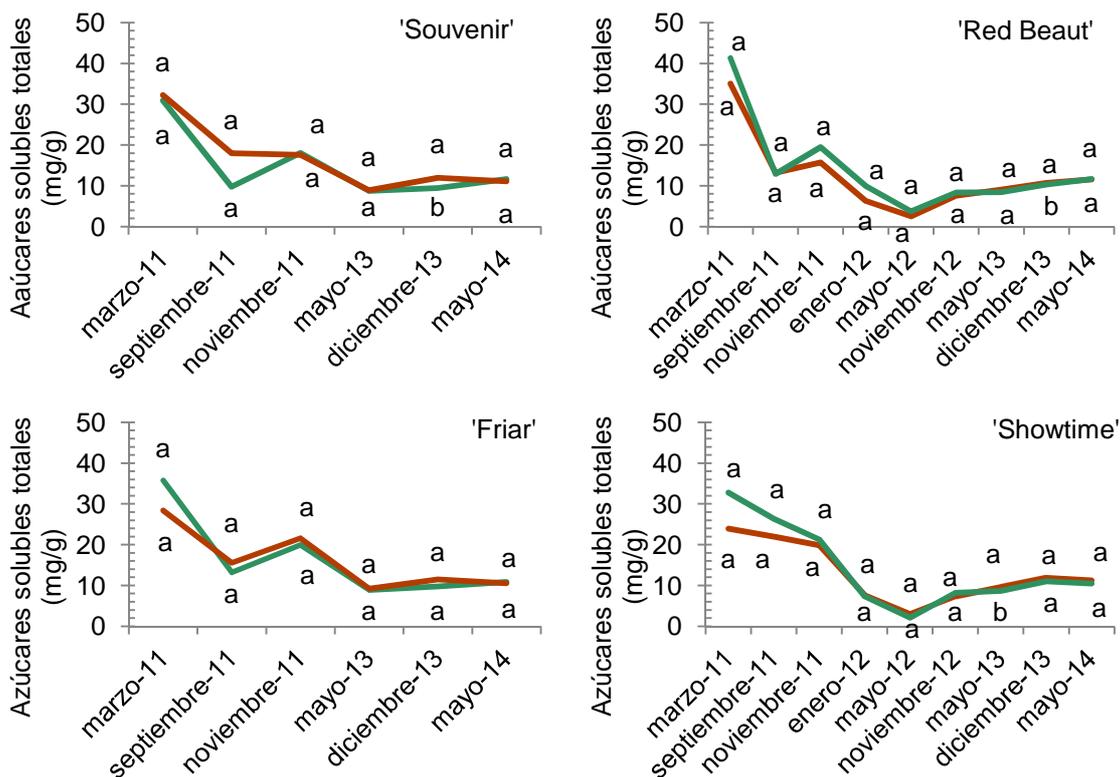


Figura 4.29. Evolución de las reservas de azúcares solubles totales (mg/g) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón).

4.1.6.3. Nitrógeno proteico

Los resultados obtenidos en los análisis de nitrógeno proteico se muestran en la Tabla 4.27. El nitrógeno proteico fue la fracción nitrogenada más abundante de las tres analizadas (N proteico, N amoniacal y N nítrico). En general los niveles de N proteico en ambos tipos de manejo fueron muy similares, con sólo algunas diferencias significativas aisladas, como el cultivar 'Showtime' en septiembre de 2011, con mayor concentración en AC, el cultivar 'Red Beaut' en mayo de 2013, con mayor concentración en AE y el cultivar 'Showtime' en mayo de 2014, con mayor concentración en AE. No obstante, incluso en estos tres casos las diferencias fueron pequeñas. De hecho, los valores promedio fueron prácticamente iguales entre ambos tratamientos para los cuatro cultivares estudiados.

En general se observó un incremento importante del N proteico al final del ciclo de crecimiento vegetativo en el mes de noviembre de los años 2011 y 2012, incremento algo más atenuado en diciembre del año 2013. Los resultados obtenidos en los cultivares 'Red Beaut' y 'Showtime' referidos al mes de enero del año 2012, muestran un brusco descenso de la cantidad de N proteico almacenado. En la Figura 4.30 se representa gráficamente la concentración de nitrógeno proteico en ramas de madera para cada cultivar en el periodo estudiado, observándose con claridad como la concentración en nitrógeno proteico fue muy similar, sólo ligeramente superior unas veces en el manejo en AE y otras veces en el manejo en AC.

El nitrógeno proteico medido en las raíces en el mes de noviembre del año 2012, fue superior en el manejo en AE en los dos cultivares analizados, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas (Tabla 4.27). La concentración de nitrógeno proteico en ramas medida en esta misma fecha comparada con la obtenida en raíces, fue superior en los dos manejos agronómicos en el cultivar 'Red Beaut' y en el manejo en AC en 'Showtime', siendo muy similar en el manejo en AE para este mismo cultivar.

Tabla 4.27. Reservas de nitrógeno proteico (%) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en diferentes fechas del periodo 2011-2014.

Fecha	'Souvenir'		'Red Beaut'		'Friar'		'Showtime'	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
Ramas								
18-3-11	1,49 a	1,63 a	1,17 a	1,22 a	1,70 a	1,75 a	1,83 a	1,67 a
20-9-11	2,00 a	1,74 a	2,01 a	1,65 a	1,64 a	1,73 a	1,79 b	2,42 a
9-11-11	3,26 a	3,25 a	3,10 a	3,41 a	3,07 a	3,53 a	3,13 a	3,36 a
16-1-12	-	-	2,35 a	2,28 a	-	-	2,73 a	2,85 a
8-5-12	-	-	1,88 a	1,73 a	-	-	2,11 a	1,90 a
6-11-12	-	-	2,83 a	3,16 a	-	-	2,98 a	2,96 a
25-5-13	2,52 a	2,43 a	2,69 a	2,33 b	2,45 a	2,46 a	2,64 a	2,41 a
2-12-13	2,64 a	2,92 a	2,82 a	2,80 a	2,60 a	2,37 a	2,61 a	2,55 a
26-5-14	2,60 a	2,64 a	2,68 a	2,72 a	2,74 a	2,66 a	2,77 a	2,56 b
Promedio	2,42	2,44	2,39	2,37	2,37	2,42	2,51	2,52
Raíces								
6-11-12	-	-	2,64 a	2,19 a	-	-	3,06 a	2,41 a

En las filas, para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$).

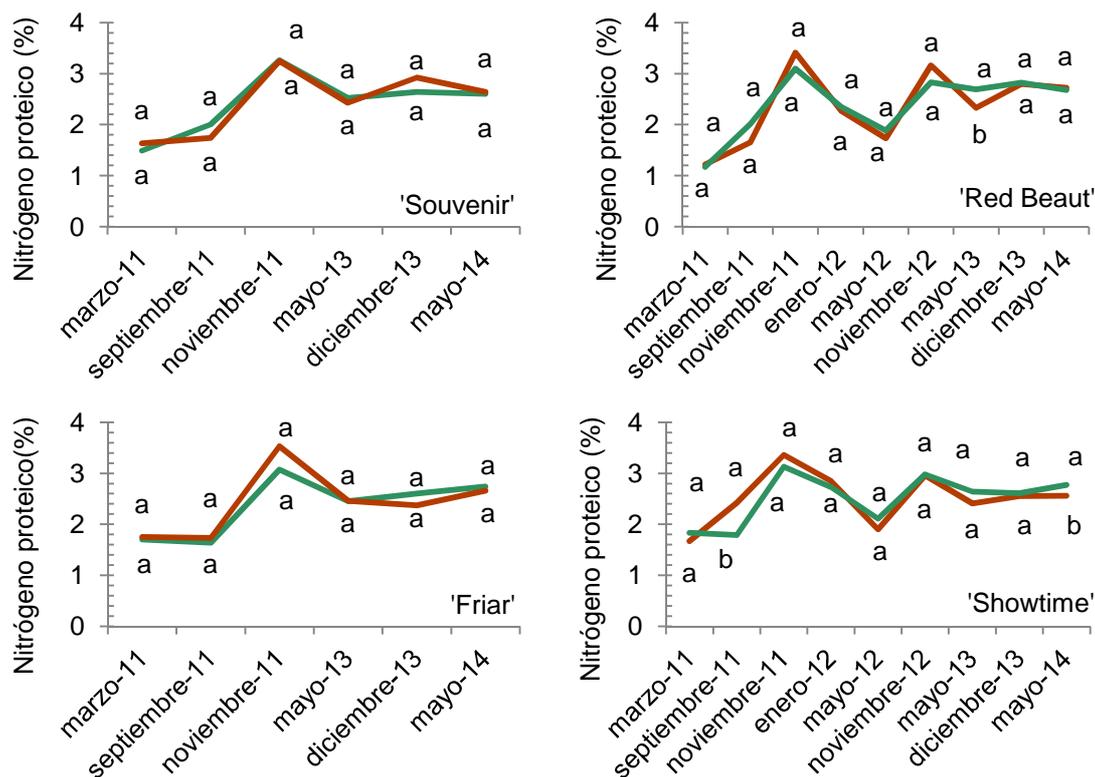


Figura 4.30. Evolución de las reservas de nitrógeno proteico (%) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón).

4.1.6.4. Nitrógeno amoniacal

El nitrógeno amoniacal fue la segunda fracción nitrogenada en términos cuantitativos. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 4.28 e indican que los valores fueron muy similares entre ambos tipos de manejo. Existieron algunas diferencias significativas puntuales como el cultivar 'Souvenir', que en marzo de 2011 y mayo de 2013 tuvo mayor concentración en AE, mientras que en diciembre de 2012 tuvo mayor concentración en AC. El cultivar 'Red Beaut' tuvo mayor concentración en AE en mayo de 2013 y el cultivar 'Friar' tuvo mayor concentración en AC en septiembre de 2011 y, por el contrario, tuvo mayor concentración en AE en noviembre de 2011. La concentración de nitrógeno amoniacal almacenado como reserva no tuvo grandes variaciones entre las diferentes mediciones realizadas, observándose sólo un ligero incremento al final del ciclo en los años 2011 y 2012. En la Figura 4.31 se representan gráficamente los valores de nitrógeno amoniacal en ramas entre 2011 y 2014, observándose claramente la similitud entre los dos tipos de manejo.

El nitrógeno amoniacal medido en las raíces en el mes de noviembre del año 2012 (Tabla 4.28), fue muy similar en los dos manejos agronómicos, sólo ligeramente superior en el manejo en AE en el cultivar 'Red Beaut' y ligeramente superior en el manejo en AC en el cultivar 'Showtime'. La concentración de nitrógeno amoniacal en ramas medida en esta misma fecha

comparada con la obtenida en raíces, fue superior en manejo en AE y AC en el cultivar 'Red Beaut', y sólo ligeramente superior en el cultivar 'Showtime'.

Tabla 4.28. Reservas de nitrógeno amoniacal (%) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en diferentes fechas del periodo 2011-2014.

Fecha	'Souvenir'		'Red Beaut'		'Friar'		'Showtime'	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
Ramas								
18-3-11	0,45 a	0,22 b	0,20 a	0,31 a	0,36 a	0,31 a	0,27 a	0,31 a
20-9-11	0,40 a	0,51 a	0,45 a	0,43 a	0,31 b	0,43 a	0,39 a	0,40 a
9-11-11	0,63 a	0,66 a	0,68 a	0,64 a	0,69 a	0,59 b	0,67 a	0,69 a
16-1-12	-	-	0,43 a	0,47 a	-	-	0,28 a	0,16 a
8-5-12	-	-	0,22 a	0,23 a	-	-	0,25 a	0,26 a
6-11-12	-	-	0,53 a	0,51 a	-	-	0,52 a	0,61 a
25-5-13	0,48 a	0,34 b	0,41 a	0,33 b	0,39 a	0,34 a	0,35 a	0,34 a
2-12-13	0,26 a	0,32 a	0,26 a	0,26 a	0,51 a	0,37 a	0,37 a	0,40 a
26-5-14	0,34 a	0,43 a	0,33 a	0,41 a	0,39 a	0,40 a	0,36 a	0,38 a
Promedio	0,43	0,41	0,39	0,40	0,44	0,41	0,38	0,39
Raíces								
6-11-12	-	-	0,23 a	0,18 a	-	-	0,47 a	0,52 a

En las filas, para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$).

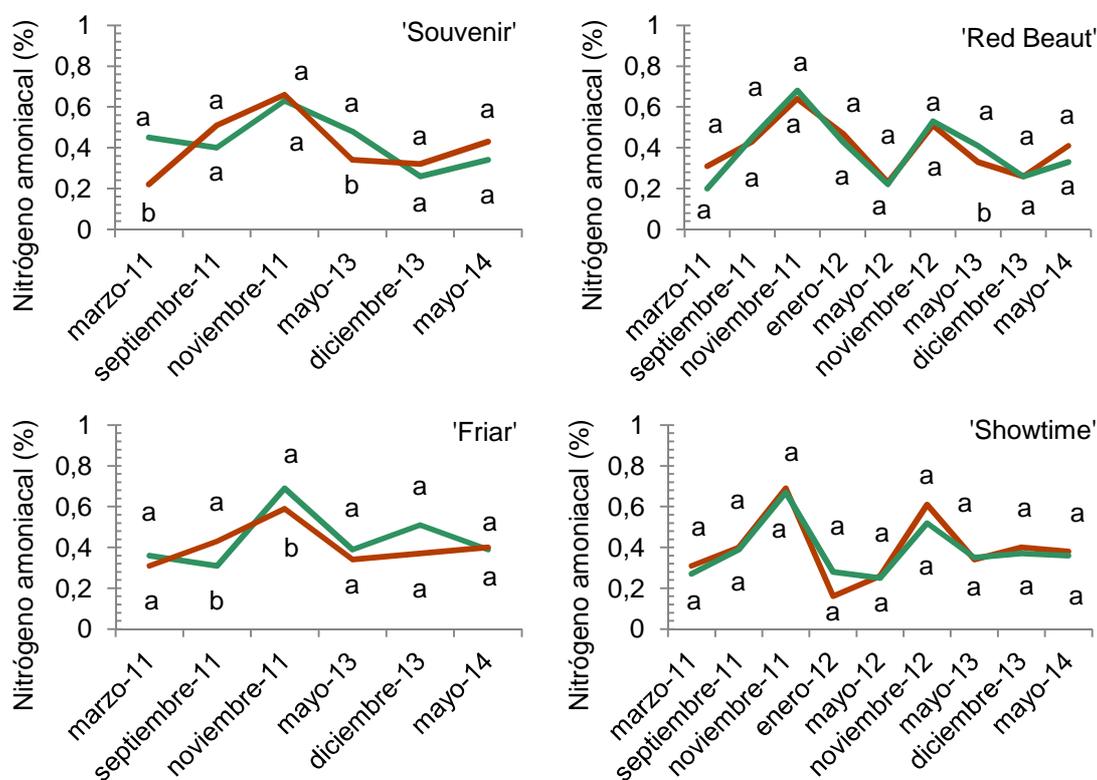


Figura 4.31. Evolución de las reservas de nitrógeno amoniacal (%) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón).

4.1.6.5. Nitrógeno nítrico

El nitrógeno nítrico fue la forma de N con menor importancia cuantitativa. Los valores obtenidos se presentan en la Tabla 4.29. En general se observó una concentración similar en ambos sistemas de manejo para los cuatro cultivares, con diferencias significativas puntuales, pero de escasa relevancia. Por otra parte, existieron pocas variaciones en la concentración de N nítrico, independientemente de que el árbol estuviese en reposo o en crecimiento vegetativo. En la Figura 4.32 se representan gráficamente los valores de nitrógeno nítrico en ramas entre 2011 y 2014, observándose claramente la similitud entre los dos tipos de manejo.

El nitrógeno nítrico medido en las raíces en el mes de noviembre del año 2012 (Tabla 4.29), fue superior en el cultivar 'Red Beaut' en el manejo en AE, con diferencias estadísticamente significativas, y similar entre ambos manejos en el cultivar 'Showtime'. La concentración de nitrógeno nítrico en ramas en la medición de esa misma fecha, comparada con la obtenida en raíces, fue inferior en los dos manejos agronómicos en el cultivar 'Red Beaut' y ligeramente inferior en ambos manejos en el cultivar 'Showtime'.

Tabla 4.29. Reservas de nitrógeno nítrico ($\mu\text{g/g}$) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en diferentes fechas del periodo 2011-2014.

Fecha	'Souvenir'		'Red Beaut'		'Friar'		'Showtime'	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
Ramas								
18-3-11	32 a	18 a	21 a	22 a	17 a	13 a	18 b	33 a
20-9-11	28 a	26 a	25 a	25 a	26 a	25 a	29 a	24 a
9-11-11	26 a	25 a	20 a	20 a	24 a	24 a	28 a	23 b
16-1-12	-	-	22 a	25 a	-	-	23 a	15 a
8-5-12	-	-	22 a	22 a	-	-	34 a	30 a
6-11-12	-	-	29 a	22 a	-	-	19 a	20 a
25-5-13	35 a	40 a	37 a	43 a	32 b	48 a	39 b	44 a
2-12-13	37 a	44 a	39 a	47 a	34 b	50 a	41 b	49 a
26-5-14	36 a	37 a	33 a	39 a	41 a	44 a	48 a	42 a
Promedio	32,33	31,67	27,56	29,44	29,00	34,00	31,00	31,11
Raíces								
6-11-12	-	-	89 a	69 b	-	-	23 a	27 a

En las filas, para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$)

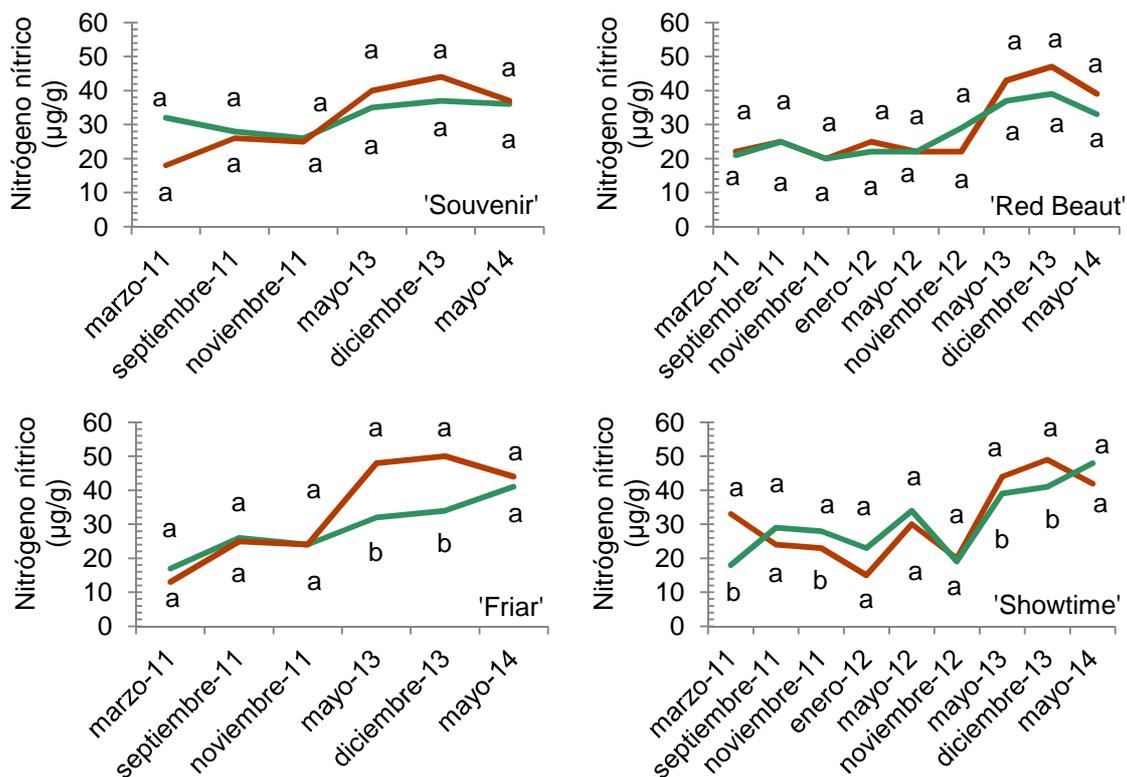


Figura 4.32. Evolución de las reservas de nitrógeno nítrico ($\mu\text{g/g}$) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón).

4.1.6.6. Nitrógeno total

Los valores obtenidos de la suma de todas las fracciones de nitrógeno se incluyen en la Tabla 4.30. Los resultados indican que el nitrógeno total fue muy similar entre ambos tipos de manejo, con pequeñas oscilaciones dependiendo de la fecha de medición. El valor promedio de todas las medidas tomadas en las ramas indica que los valores fueron prácticamente iguales en ambos tratamientos y para los cuatro cultivares. El valor del nitrógeno total en raíces fue ligeramente superior en el manejo en AE en los dos cultivares. Los valores de N total en raíz del cultivar 'Showtime' fueron superiores a los de 'Red Beaut'.

Tabla 4.30. Reservas de nitrógeno total (%) en ramas de madera de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en diferentes fechas del periodo 2011-2014.

Fecha	'Souvenir'		'Red Beaut'		'Friar'		'Showtime'	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
Ramas								
18-3-11	1,97	1,87	1,39	1,55	2,08	2,07	2,12	2,01
20-9-11	2,43	2,28	2,49	2,11	1,98	2,19	2,21	2,84
9-11-11	3,92	3,94	3,80	4,07	3,78	4,14	3,83	4,07
16-1-12	-	-	2,80	2,78	-	-	3,03	3,03
8-5-12	-	-	2,12	1,98	-	-	2,39	2,19
6-11-12	-	-	3,39	3,69	-	-	3,52	3,59
25-5-13	3,04	2,81	3,14	2,70	2,87	2,85	3,03	2,79
2-12-13	2,94	3,28	3,12	3,11	3,14	2,79	3,02	3,00
26-5-14	2,98	3,11	3,04	3,17	3,17	3,10	3,18	2,98
Promedio	2,88	2,88	2,81	2,80	2,84	2,86	2,92	2,94
Raíces								
6-11-12	-	-	2,96	2,44	-	-	3,55	2,96

4.1.7. Parámetros biométricos, cinética de defoliación y contenido de reservas en miniplantas de ciruelo 'Mariana 2624' crecidas en condiciones controladas con fertilización orgánica y mineral

El ensayo realizado con las miniplantas de ciruelo 'Mariana 2624' crecidas en una cámara de cultivo con condiciones controladas de humedad, temperatura y luminosidad, estableciendo primero condiciones de crecimiento vegetativo y luego de parada invernal, pretendió simular a pequeña escala las condiciones de cultivo de las parcelas ecológica y convencional en un ciclo de campo.

Se analizó la cinética de defoliación en el periodo comprendido entre el 27-02-2014 y el 18-04-2014, mediante el seguimiento del grado de defoliación. Los valores correspondientes al GD de las miniplantas de 'Mariana 2624' en las ocho fechas medidas se presentan en la Tabla 4.31 y la cinética temporal de defoliación se representa gráficamente en la Figura 4.33. Se observó que a partir de la segunda medida realizada siempre se encontró un GD mayor, con diferencias estadísticamente significativas, en las plantas crecidas en sustrato orgánico (Figura 4.34).

Tabla 4.31. Grado de defoliación (GD) de miniplantas del ciruelo ‘Mariana 2624’ cultivadas con fertilización orgánica (AE) o mineral (AC) durante el periodo en el que se simularon condiciones de temperatura y fotoperiodo otoñales.

	Fecha							
	27-2-14	7-3-14	14-3-14	21-3-14	28-3-14	4-4-14	11-4-14	18-4-14
	GD (0-5)							
AE	0,10 a	0,87 a	2,00 a	2,06 a	3,00 a	4,19 a	4,62 a	4,98 a
AC	0,00 a	0,14 b	0,30 b	0,70 b	1,06 b	2,06 b	3,56 b	4,10 b

Para cada fecha, letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre tratamientos ($p \leq 0,05$).

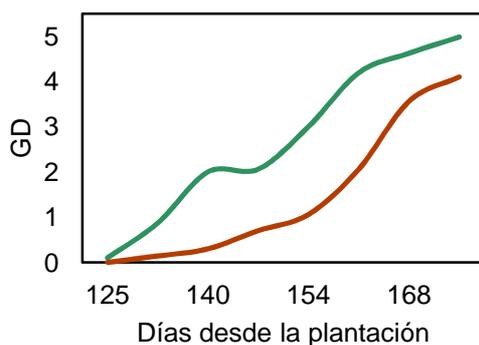


Figura 4.33. Representación gráfica de la cinética de defoliación de miniplantas del ciruelo ‘Mariana 2624’ cultivadas con fertilización orgánica (línea verde) o mineral (línea marrón) durante el periodo en el que se simularon condiciones de temperatura y fotoperiodo otoñales. GD: grado de defoliación.



Figura 4.34. Aspecto general de las miniplantas con fertilización orgánica (izquierda) y mineral (derecha) 44 días después de establecer las condiciones otoñales.

La Tabla 4.32 muestra los valores de longitud y anchura de las miniplantas en cada tratamiento al final del ciclo. Se observa que ambos parámetros fueron superiores, con diferencias estadísticamente significativas, en las plantas crecidas con fertilización mineral.

Tabla 4.32. Longitud y anchura (cm) de las miniplantas del ciruelo 'Mariana 2624' cultivadas con fertilización orgánica (AE) o mineral (AC) tras 193 días de crecimiento.

	AE	AC
Longitud	15,68 b	21,08 a
Anchura	2,92 b	3,49 a

Para cada parámetro, letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre tratamientos ($p \leq 0,05$).

Los resultados obtenidos de los análisis de reservas de carbohidratos y nitrógeno en las miniplantas se presentan en la Tabla 4.33. En ningún caso hubo diferencias estadísticamente significativas para ningún compuesto entre las miniplantas fertilizadas orgánicamente y las sometidas a fertilización mineral. Sí se observaron ligeras diferencias, así, el almidón fue ligeramente superior en las plantas con fertilización orgánica, mientras que la concentración de los azúcares solubles totales fue ligeramente superior en las que tuvieron fertilización mineral. El contenido de las distintas fracciones de nitrógeno fue muy similar en las miniplantas procedentes de ambos tipos de fertilización.

Tabla 4.33. Reservas de almidón, azúcares solubles totales, nitrógeno proteico, amoniacal y nítrico en miniplantas del ciruelo 'Mariana 2624' cultivadas en condiciones controladas con fertilización orgánica (AE) o mineral (AC) durante 193 días.

	Almidón (mg/g)	Azúcares solubles totales (mg/g)	N proteico (%)	N amoniacal (%)	N nítrico ($\mu\text{g/g}$)
AE	30,88 a	10,50 a	2,62 a	0,39 a	46 a
AC	28,86 a	11,39 a	2,60 a	0,39 a	41 a

Para cada parámetro, letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre tratamientos ($p \leq 0,05$).

4.1.8. Producción de Fruta

Se ha evaluado la producción anual de 14 cultivares de ciruelo japonés en el periodo 2009-2014. Adicionalmente en el periodo 2009-2014 se anotó las fechas en las que se recogió la fruta. Ya en los años 2007 y 2008 hubo una cierta producción de fruta, pero en este estudio no se incluye esa información ya que en general fue muy baja y errática. En el periodo incluido han existido otras circunstancias que han conllevado que determinados cultivares hayan presentado problemas de fructificación y/o producción algunos años. Entre estos casos destaca el cultivar 'Angeleno', que tuvo grandes pérdidas en la producción debido a ataques severos de la mosca mediterránea de la fruta, con la consiguiente caída de la fruta, lo que impidió la adecuada evaluación de su producción en los años 2009, 2011, 2013 y 2014, motivo por el cual no se incluyen esos resultados. Los rendimientos en kg por árbol se presentan en las Tablas 4.34, 4.35 y 4.36 y su estimación en kg por ha en las Figuras 4.35 y 4.36. Como parece lógico, la producción presentó variabilidad entre cultivares,

tipo de manejo y años. En líneas generales la producción ha sido superior para los 14 cultivares en manejo convencional, con la excepción clara del año 2013. A continuación se exponen más detalladamente los resultados obtenidos cada año.

En el año 2009, 11 cultivares fueron más productivos en el manejo convencional, aunque solo en 'Fortune', 'Red Beaut' y 'Blackamber' las diferencias fueron estadísticamente significativas. Existieron tres cultivares cuya producción fue mayor en el manejo en producción ecológica, 'Songold', 'Laetitia' y 'Golden Japan'. Los cultivares 'Golden Japan' y 'Friar' fueron los más productivos en AC, mientras que 'Golden Japan' y 'Laetitia' fueron los más productivos en AE. La producción media ecológica, 13.350 kg por ha, fue un 17 % menor que la convencional, 16.153 kg por ha.

En el año 2010 la producción fue superior en el manejo en producción convencional en 10 cultivares, de los cuales cinco, 'Larry Ann', 'Songold', 'Primetime', 'Angelino' y 'Golden Japan', presentaron diferencias estadísticamente significativas. Cuatro cultivares, 'Sapphire', 'Santa Rosa', 'Showtime' y 'Blackamber', tuvieron mayor producción en el manejo en producción ecológica, el último de ellos con diferencias estadísticamente significativas. 'Songold' y 'Golden Japan' fueron los dos cultivares más productivos en manejo convencional y 'Golden Japan' y 'Blackamber' los de mayor rendimiento en manejo ecológico. La producción media en manejo ecológico, 11.578 kg por ha, fue un 26 % menor que en manejo convencional, 15.488 kg por ha.

En el año 2011 siete cultivares tuvieron mayor producción en el manejo convencional y los seis restantes, ya que ese año no se evaluó la producción del cultivar 'Angelino', tuvieron una producción mayor en el manejo ecológico. La producción de 'Souvenir', 'Laetitia' y 'Blackamber' fue significativamente mayor en el sistema convencional, mientras que los cultivares 'Songold' y 'Showtime' presentaron una producción significativamente mayor en manejo ecológico. Los cultivares 'Golden Japan' y 'Friar' fueron los más productivos en los dos tipos de manejo. Como sucedió el año 2009, la producción media ecológica, 12.718 kg por ha, volvió a ser un 17 % menor que la convencional, 15.123 kg por ha.

En el año 2012 los 14 cultivares tuvieron una producción superior en el manejo convencional, seis de ellos con diferencias estadísticamente significativas, 'Larry-Ann', 'Songold', 'Red Beaut', 'Laetitia', 'Santa Rosa' y 'Golden Japan'. Los dos cultivares con mayor producción en los dos tipos de manejo fueron 'Golden Japan' y 'Songold'. La diferencia de producción entre ambos sistemas fue muy marcada, siendo la producción ecológica, 16.244kg por ha, un 48 % menor que la convencional, 31.364 kg por ha.

En el año 2013 se obtuvo mayor producción en el manejo ecológico para la mayoría de cultivares. En concreto, el rendimiento fue superior en diez cultivares, de los que tres presentaron diferencias estadísticamente significativas, 'Souvenir', 'Songold' y 'Santa Rosa'. Solo los cultivares 'Blackamber' y 'Friar' obtuvieron una producción superior en manejo convencional. Ese año no se estimaron las producciones de 'Red Beaut' y 'Angelino'. 'Golden Japan' y 'Souvenir' fueron los más productivos en manejo ecológico y 'Golden Japan' y 'Friar' en manejo convencional. La producción media en la parcela ecológica, 16.092 kg por ha, fue un 47 % mayor que la de la parcela convencional, 11.113 kg por ha.

En el año 2014 la producción en el sistema convencional fue superior para la mayoría de los cultivares, con diferencias estadísticamente significativas en 'Larry-Ann', 'Songold', 'Laetitia' y 'Showtime'. 'Red Beaut' y 'Santa Rosa' tuvieron una producción ligeramente superior en el sistema ecológico. Los cultivares más productivos en la parcela en manejo convencional fueron 'Laetitia' y 'Songold', mientras que 'Golden Japan' y 'Fortune' fueron los más productivos en el sistema ecológico. La producción media ecológica, 27.124 kg por ha, fue un 31 % inferior que la convencional, 39.387 kg por ha.

La producción acumulada (PA) en el periodo 2009-2014 fue superior en el manejo convencional para los 14 cultivares (Tabla 4.36). Los tres cultivares con mayor producción en el sistema convencional fueron, de mayor a menor: 'Golden Japan', 'Songold' y 'Laetitia', mientras que en el sistema ecológico fueron 'Golden Japan', 'Songold' y 'Fortune'. En el otro extremo, los menos productivos en los dos manejos agronómicos fueron 'Angeleno', 'Santa Rosa' y 'Red Beaut'.

Si se observa la ratio AE/AC de dicha producción acumulada (Tabla 4.36), se aprecia que el cultivar 'Angeleno' fue el que menor producción tuvo en manejo en AE frente a AC con una ratio AE/AC de 0,44, siendo, en consecuencia, un 56 % menos productivo. También fueron importantes los descensos en AE que tuvieron los cultivares 'Primetime' (ratio AE/AC=0,59), 'Blackamber' (0,62), 'Friar' (0,62), 'Souvenir' (0,64), 'Sapphire' (0,67), 'Songold' (0,69) y 'Laetitia' (0,70). Entre los cultivares que produjeron casi igual en ambos sistemas de manejo, presentando ratios E/C próximos a 1, destacan 'Showtime' (0,95), 'Golden Japan' (0,94), y 'Santa Rosa' (0,93).

En la Tabla 4.36 se incluyen los valores promedio de los 14 cultivares en los seis años en los que se estimó la producción, de lo que se deduce que la producción ecológica en ese periodo fue un 25 % menor que la convencional.

Tabla 4.34. Producción (kg/árbol*) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años 2009, 2010 y 2011.

Cultivar	Año					
	2009		2010		2011	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC
'Larry-Ann'	16,33 a	17,16 a	12,66 b	24,66 a	22,88 a	9,44 a
'Fortune'	13,16 b	18,83 a	12,33 a	17,33 a	25,55 a	28,00 a
'Souvenir'	16,83 a	26,50 a	9,33 a	16,33 a	12,66 b	33,88 a
'Songold'	19,83 a	18,66 a	35,83 b	72,16 a	15,00 a	6,16 b
'Sapphire'	23,00 a	35,66 a	14,66 a	10,66 a	13,55 a	19,11 a
'Red Beaut'	5,50 b	14,50 a	9,00 a	9,50 a	9,33 a	16,33 a
'Laetitia'	42,00 a	24,16 a	14,50 a	15,00 a	26,11 b	35,55 a
'Blackamber'	8,33 b	23,00 a	38,66 a	22,16 b	3,88 b	49,09 a
'Primetime'	12,83 a	27,33 a	20,50 b	52,33 a	5,72 a	2,88 a
'Santa Rosa'	9,33 a	16,16 a	7,16 a	6,50 a	10,11 a	6,72 a
'Angeleno'	nd	nd	5,33 b	23,33 a	nd	nd
'Golden Japan'	63,16 a	51,66 a	56,00 b	66,33 a	62,22 a	55,00 a
'Friar'	36,16 a	48,50 a	2,50 a	2,50 a	37,77 a	55,27 a
'Showtime'	21,66 a	25,00 a	35,00 a	30,16 a	28,05 a	11,44 b
Media	22,16 a	26,70 a	19,53 a	26,35 a	20,99 a	25,30 a
Ratio E/C	0,83		0,74		0,83	

Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$). nd: no determinada. * Datos basados en la media de 18 árboles (6 por repetición) de cada cultivar y tratamiento.

Tabla 4.35. Producción (kg/árbol*) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años 2012, 2013 y 2014.

Cultivar	Año					
	2012		2013		2014	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC
'Larry-Ann'	30,00 b	50,55 a	5,66 a	3,33 a	60,56 b	78,33 a
'Fortune'	27,78 a	56,66 a	33,06 a	16,78 a	67,77 a	90,00 a
'Souvenir'	19,00 a	54,33 a	43,61 a	15,56 b	48,89 a	86,67 a
'Songold'	43,33 b	82,22 a	20,06 a	3,61 b	65,56 b	106,67 a
'Sapphire'	20,00 a	56,66 a	2,51 a	0,05 a	42,22 a	50,00 a
'Red Beaut'	24,00 b	38,66 a	nd	nd	43,33 a	33,33 a
'Laetitia'	30,00 b	65,55 a	9,44 a	2,89 a	55,28 b	110,00 a
'Blackamber'	37,77 a	51,11 a	0,78 a	8,89 a	54,44 a	76,67 a
'Primetime'	18,89 a	45,55 a	33,61 a	16,22 a	20,00 a	45,56 a
'Santa Rosa'	8,33 b	21,11 a	10,17 a	0,67 b	15,56 a	14,45 a
'Angeleno'	20,00 a	34,66 a	nd	nd	nd	nd
'Golden Japan'	70,55 b	104,44 a	104,44 a	85,56 a	75,56 a	97,22 a
'Friar'	12,33 a	36,66 a	43,33 a	57,77 a	0,73 a	12,92 a
'Showtime'	22,66 a	41,00 a	20,16 a	10,56 a	43,89 b	62,22 a
Media	27,51	52,80	27,24	18,49	45,68	66,46
Ratio E/C	0,52		1,47		0,69	

Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$). nd: no determinada. * Datos basados en la media de 18 árboles (6 por repetición) de cada cultivar y tratamiento.

Tabla 4.36. Producción acumulada (kg/árbol*) y ratio AE/AC de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC).

Cultivar	PA		AE/AC
	AE	AC	
'Larry-Ann'	148,09	183,47	0,81
'Fortune'	179,65	227,60	0,79
'Souvenir'	150,32	233,27	0,64
'Songold'	199,61	289,48	0,69
'Sapphire'	115,94	172,14	0,67
'Red Beaut'	91,16	112,32	0,81
'Laetitia'	177,33	253,15	0,70
'Blackamber'	143,86	230,92	0,62
'Primetime'	111,55	189,87	0,59
'Santa Rosa'	61,16	65,61	0,93
'Angeleno'	25,33	57,99	0,44
'Golden Japan'	431,93	460,21	0,94
'Friar'	132,82	213,62	0,62
'Showtime'	171,42	180,38	0,95
Media	152,87	205,00	0,75

* Datos basados en la media de 18 árboles (6 por repetición) de cada cultivar y tratamiento

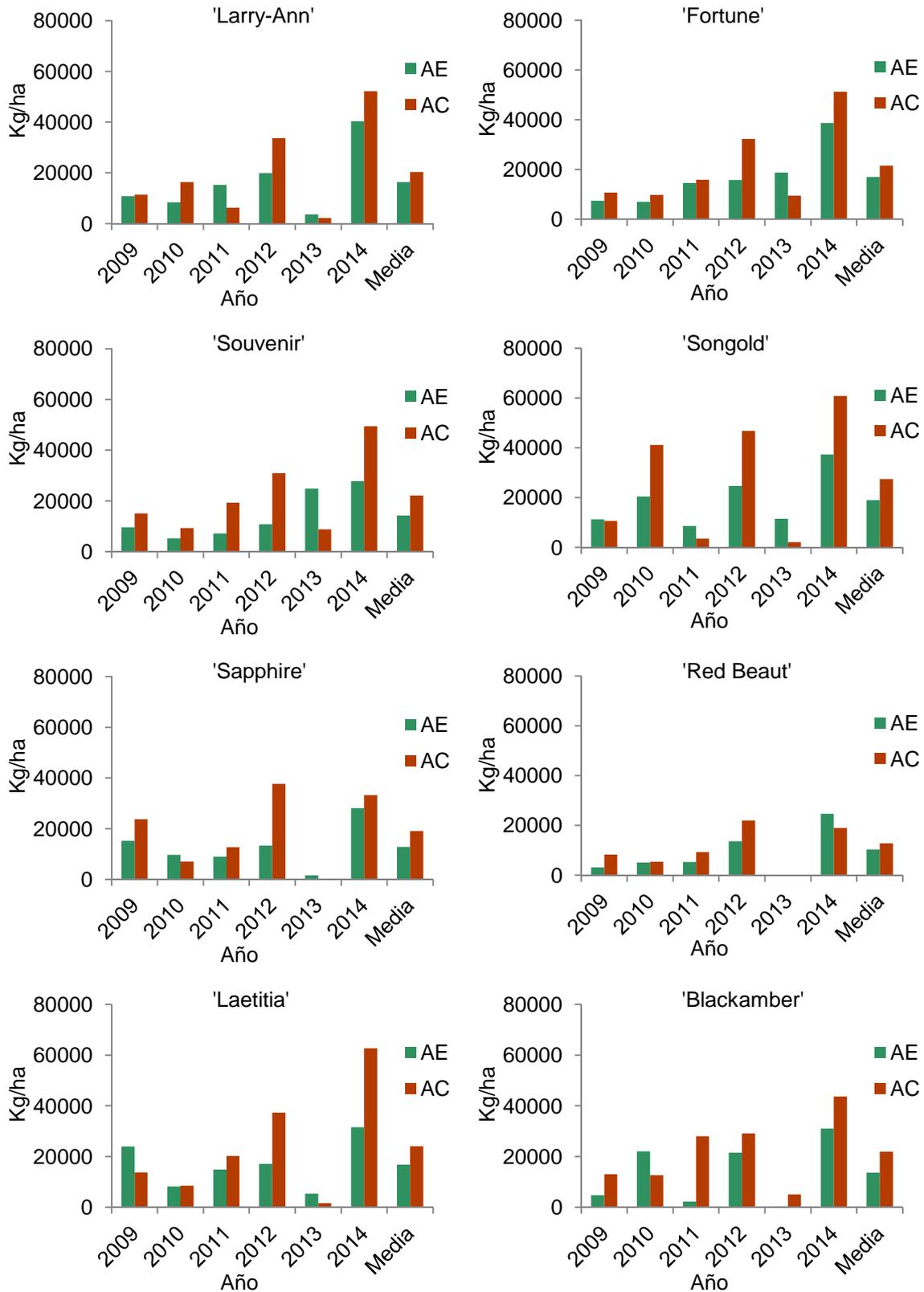


Figura 4.35. Producción (kg/ha) de ocho cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años del periodo 2009-2014 y producción media.

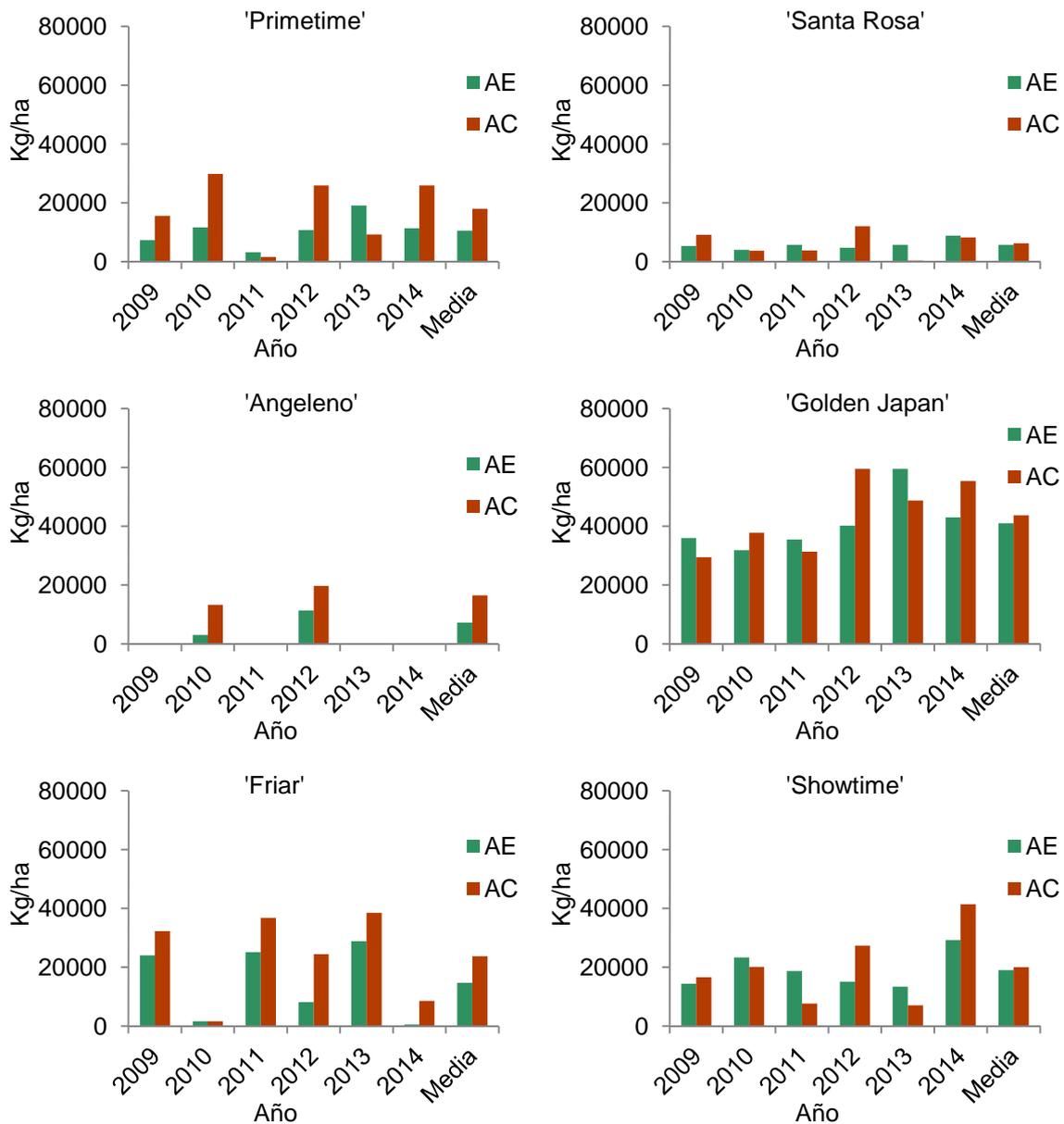


Figura 4.36. Producción (kg/ha) de seis cultivares de ciruelo japonés adicionales cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años del periodo 2009-2014 y producción media.

4.1.9. Calidad de la fruta

Se han analizado una serie de parámetros de calidad de la fruta de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico y convencional durante siete años consecutivos (2008-2014). Se evaluaron los parámetros crecimiento del fruto, tamaño, peso, firmeza, color, sólidos solubles totales, acidez e índice de madurez. El calendario medio de recolección de los cultivares de ciruelo incluidos en el estudio se muestra en la Figura 4.37.

4.1.9.1. Crecimiento del fruto

Se ha determinado la cinética de crecimiento o engorde del fruto en ambos tipos de manejo para los cultivares 'Souvenir', 'Red Beaut', 'Friar' y 'Showtime' los años 2012, 2013 y 2014. Para ello se midió el diámetro ecuatorial de la fruta a lo largo de su periodo de engorde. Los datos registrados estos tres años se muestran en las Tablas 4.37, 4.38 y 4.39, y en las Figuras 4.38, 4.39 y 4.40. Se observó que el diámetro ecuatorial fue siempre superior, durante todo el ciclo de crecimiento del fruto, en las ciruelas manejadas en AC. A continuación se comentan más detalladamente los resultados.

En el año 2012 el diámetro ecuatorial de las ciruelas fue siempre superior en la fruta manejada en AC, no obstante, estas diferencias solo se mostraron estadísticamente significativas para el cultivar 'Souvenir' en las mediciones realizadas los días 166 y 173, para 'Showtime' a partir del día 144 hasta la última medición tomada antes de la recolección y para 'Friar' en todo el periodo de crecimiento fructífero.

En el año 2013 el diámetro ecuatorial de las ciruelas del cultivar 'Souvenir' fue ligeramente superior en el manejo en AC. Los diámetros de la fruta convencional del cultivar 'Red Beaut' fueron siempre significativamente mayores, a excepción de la última medición realizada antes de la recolección. El cultivar 'Friar' siempre tuvo un mayor diámetro en el manejo en AC, con diferencias estadísticamente significativas en gran parte del ciclo de crecimiento fructífero, con la excepción de las mediciones realizadas los días 134, 149 y 211. Por último, el diámetro ecuatorial del cultivar 'Showtime' fue significativamente mayor en AC todo el ciclo de crecimiento.

En el año 2014 el diámetro ecuatorial siempre fue significativamente mayor en la fruta procedente de AC para todos los cultivares, a excepción de tres mediciones puntuales en el cultivar 'Showtime', los días 146, 160 y 167, en las que el diámetro fue también mayor en AC, pero sin diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 4.37. Diámetro ecuatorial (mm) del fruto de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) a lo largo de su periodo de engorde en el año 2012.

Cultivar	Manejo	Día del año												
		130	137	144	152	160	166	173	179	185	192	199	206	213
'Souvenir'	AE	30,97 a	32,57 a	35,20 a	36,83 a	40,69 a	43,09 b	45,90 b	48,33 a	48,65 a				
	AC	31,08 a	32,48 a	35,22 a	36,88 a	40,84 a	44,38 a	46,86 a	48,44 a	48,36 a				
'Red Beaut'	AE	32,80 a	36,52 a	40,49 a	42,18 a									
	AC	33,41 a	37,29 a	41,02 a	42,15 a									
'Friar'	AE	24,89 b	27,46 b	30,18 b	31,41 b	33,02 b	35,37 b	38,44 b	40,95 b	41,75 b	42,53 b	43,85 b	46,30 b	51,00 b
	AC	27,60 a	29,53 a	32,33 a	32,51 a	35,16 a	37,01 a	41,19 a	43,87 a	44,65 a	45,27 a	47,61 a	48,50 a	53,52 a
'Showtime'	AE	32,28 a	36,79 a	40,64 a	44,87 a	50,21 a	53,31 a	53,72 a						
	AC	33,33 a	35,89 a	39,14 b	42,66 b	46,07 b	50,71 b	51,55 b						

Para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$).

Tabla 4.38. Diámetro ecuatorial (mm) del fruto de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) a lo largo de su periodo de engorde en el año 2013.

Cultivar	Manejo	Día del año												
		127	134	141	149	155	162	171	177	183	191	197	204	211
'Souvenir'	AE	29,13 a	31,73 a	33,44 a	36,27 a	38,43 a	41,87 a	45,73 a	48,81 a	49,54 a	52,09 a			
	AC	29,99 a	31,63 a	33,41 a	36,13 a	38,12 a	41,28 a	45,14 a	47,87 a	50,17 a	53,05 a			
'Red Beaut'	AE	32,86 b	37,54 b	42,01 b	47,61 a									
	AC	34,81 a	40,41 a	44,60 a	47,05 a									
'Friar'	AE	23,54 b	27,05 a	28,61 a	30,67 a	32,04 b	34,25 b	37,13 b	38,47 b	39,81 b	41,09 b	45,41 b	46,02 b	49,38 a
	AC	24,79 a	27,89 a	27,72 b	31,04 a	33,22 a	35,76 a	38,83 a	41,23 a	41,33 a	45,75 a	47,54 a	49,44 a	49,45 a
'Showtime'	AE	29,33 b	36,27 b	38,51 b	42,20 b	45,79 b	49,18 b	51,39 b	51,39 b	52,94 b				
	AC	33,36 a	39,37 a	40,05 a	45,97 a	50,27 a	52,61 a	54,89 a	55,79 a	56,49 a				

Para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$).

Tabla 4.39. Diámetro ecuatorial (mm) del fruto de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) a lo largo de su periodo de engorde en el año 2014.

Cultivar	Manejo	Día del año										
		125	132	139	146	153	160	167	174	181	188	195
'Souvenir'	AE	27,62 b	30,52 b	31,86 b	33,43 b	35,99 b	38,29 b	41,76 b	44,89 b	45,84 b	47,59 b	
	AC	29,93 a	32,17 a	33,20 a	35,07 a	37,73 a	40,87 a	43,42 a	46,85 a	48,65 a	49,86 a	
'Red Beaut'	AE	30,80 b	34,10 b	37,75 b	38,20 b							
	AC	34,57 a	36,57 a	40,50 a	41,10 a							
'Friar'	AE	25,84 b	27,72 b	30,23 b	33,22 b	33,93 b	37,23 b	39,13 b	41,98 b	45,83 b	48,70 b	50,96 b
	AC	31,15 a	33,83 a	35,25 a	38,13 a	40,57 a	43,71 a	46,43 a	50,13 a	53,36 a	56,73 a	57,25 a
'Showtime'	AE	29,14 b	31,88 b	34,75 b	39,40 a	42,17 b	45,96 a	48,00 a				
	AC	31,32 a	34,29 a	39,30 a	40,64 a	46,81 a	47,30 a	48,80 a				

Para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$).

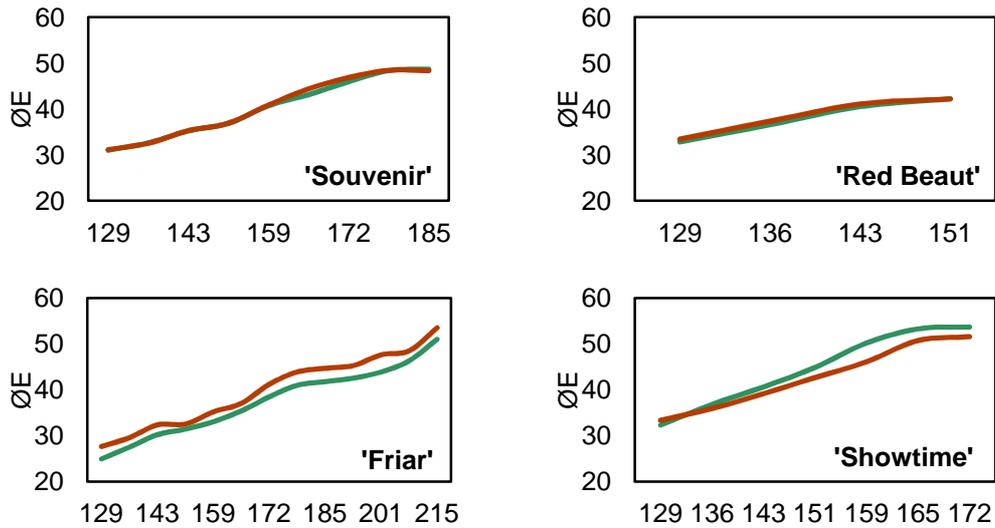


Figura 4.38. Evolución del diámetro ecuatorial de la fruta ($\varnothing E$, mm) de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2012.

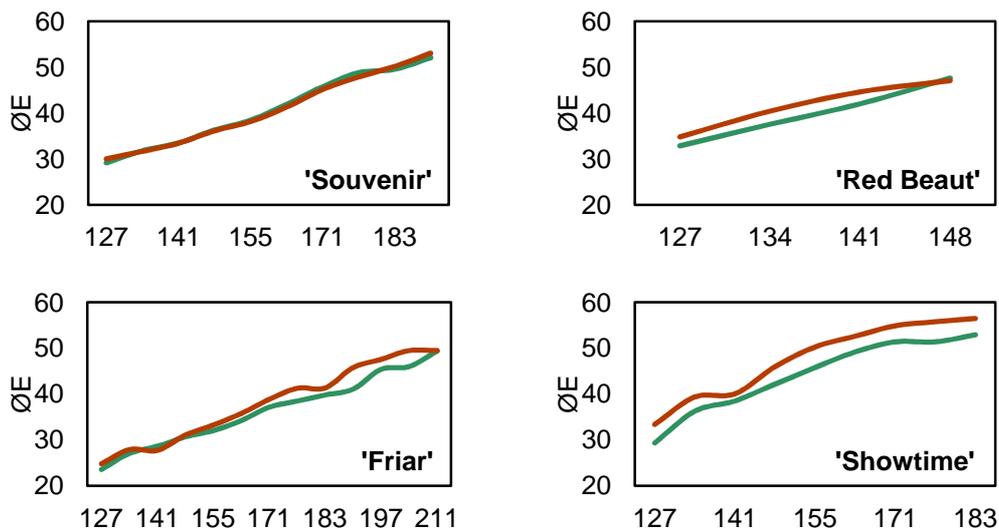


Figura 4.39. Evolución del diámetro ecuatorial de la fruta ($\varnothing E$, mm) de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2013.

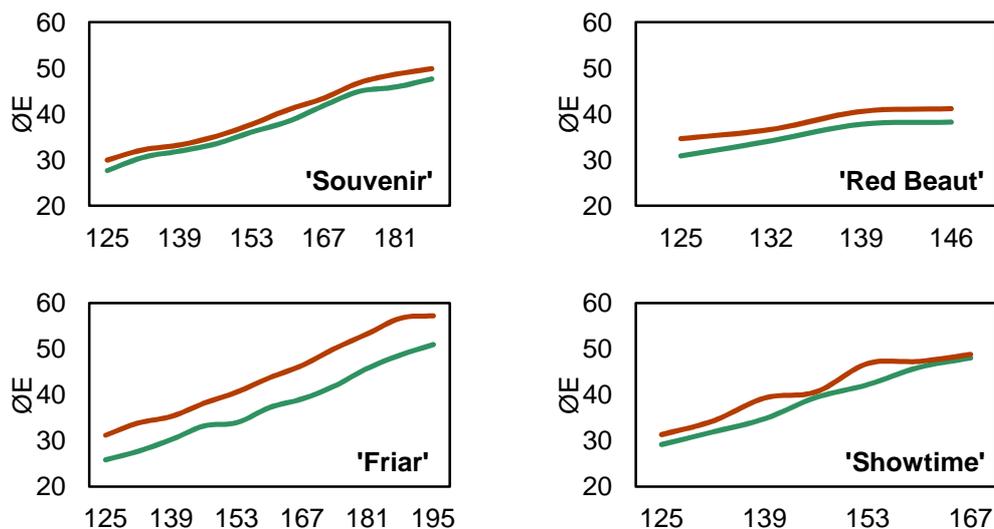


Figura 4.40. Evolución del diámetro ecuatorial de la fruta ($\varnothing E$, mm) de cuatro cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (línea verde) y convencional (línea marrón) en el año 2014.

4.1.9.2. Diámetro medio

En Material y Métodos se definió el diámetro medio ($\varnothing M$) como la media de los diámetros polar, ecuatorial y de sutura de la ciruela en el momento de su recolección. Con el fin de no aportar información que en muchos aspectos puede resultar redundante, se refieren sólo los valores de dichos diámetros medios. Los resultados obtenidos se indican en las Tablas 4.40 y 4.41.

El $\varnothing M$ fue mayor en la fruta producida en AC, aunque existieron excepciones puntuales algunos años. A continuación se exponen estos resultados de forma detallada para cada año del estudio.

En el año 2008 el $\varnothing M$ de las ciruelas fue casi siempre mayor en las ciruelas producidas en AC, con diferencias estadísticamente significativas en 'Larry-Ann', 'Fortune', 'Songold', 'Laetitia', 'Friar' y 'Showtime'. 'Red Beaut' fue la única excepción, siendo el $\varnothing M$ significativamente mayor en la fruta en manejo ecológico.

En el año 2009 el $\varnothing M$ de los cultivares 'Fortune', 'Songold', 'Laetitia' y 'Friar' fue significativamente mayor en AC y en el resto de los cultivares fue similar o sólo ligeramente mayor en el manejo en AC.

En el año 2010 tres cultivares, 'Songold', 'Primetime' y 'Angeleno', tuvieron un $\varnothing M$ ligeramente mayor en el manejo en AE, aunque las diferencias fueron muy pequeñas. El resto de cultivares tuvo un $\varnothing M$ mayor en las ciruelas producidas en AC, con diferencias estadísticamente significativas en 'Larry-Ann', 'Laetitia', 'Blackamber', 'Santa Rosa' y 'Friar'.

En el año 2011 cuatro cultivares tuvieron un tamaño ligeramente mayor en las ciruelas producidas en AE, 'Souvenir', 'Songold', 'Blackamber' y 'Golden Japan'. El resto de cultivares tuvo un $\varnothing M$ mayor en el manejo en AC, de los cuales cinco, 'Larry-Ann', 'Sapphire', 'Laetitia', 'Primetime' y 'Santa Rosa', mostraron diferencias estadísticamente significativas.

En el año 2012 seis cultivares mostraron diferencias significativas en sus ØM dependiendo del tipo de manejo, 'Larry-Ann' (mayor en el manejo en AE) y 'Fortune', 'Red Beaut', 'Blackamber', 'Santa Rosa' y 'Friar' (mayor en el manejo en AC). Los otros cultivares tuvieron ØM muy similares.

En el año 2013 las ciruelas de los cultivares 'Larry-Ann', 'Fortune', 'Songold', 'Angeleno', 'Golden Japan' y 'Friar' tuvieron ØM significativamente mayores en AC, mientras que 'Laetitia' tuvo mayor diámetro, con diferencias estadísticamente significativas, en el manejo en AE. Los otros siete cultivares tuvieron ØM muy similares.

Los datos de ØM del año 2014 indican que este fue de todo el periodo estudiado en el que mayor número de cultivares mostraron mayor ØM con diferencias estadísticamente significativas en las ciruelas manejadas en AC: 'Larry-Ann', 'Fortune', 'Souvenir', 'Sapphire', 'Laetitia', 'Primetime', 'Angeleno' y 'Friar'. Los otros seis cultivares tuvieron ØM muy similares en ambos tratamientos.

Los valores promedio de los siete años, incluidos en la última fila de las Tablas 4.40 y 4.41, indican que el valor promedio del ØM fue superior en AC, a excepción de 'Red Beaut' ligeramente superior en AE, y con los cultivares 'Fortune', 'Santa Rosa' y 'Friar' mostrando diferencias estadísticamente significativas. Los cultivares que mayor ØM tuvieron fueron 'Laetitia', 'Primetime' y 'Larry-Ann', y en el otro extremo, los cultivares con menor ØM fueron 'Golden Japan', 'Red Beaut' y 'Santa Rosa'.

Tabla 4.40. Diámetro medio del fruto (mm) de siete cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años 2008 al 2014.

Año	'Larry-Ann'		'Fortune'		'Souvenir'		'Songold'		'Sapphire'		'Red Beaut'		'Laetitia'	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
2008	49,77 b	55,37 a	51,92 b	55,12 a	51,71 a	53,25 a	52,30 b	56,77 a	51,14 a	51,72 a	49,43 a	45,50 b	55,11 b	59,79 a
2009	52,69 a	54,22 a	51,83 b	54,82 a	50,51 a	51,00 a	52,62 b	56,35 a	48,06 a	48,61 a	43,94 a	44,41 a	53,17 b	55,90 a
2010	52,52 b	55,46 a	54,07 a	56,14 a	53,18 a	54,59 a	51,28 a	50,88 a	51,90 a	53,65 a	42,51 a	43,43 a	52,47 b	55,03 a
2011	53,18 b	56,44 a	51,49 a	53,04 a	52,06 a	51,13 a	53,06 a	52,58 a	52,18 b	55,70 a	46,95 a	48,41 a	51,51 b	54,77 a
2012	51,02 a	48,74 b	50,00 b	53,46 a	48,61 a	50,11 a	48,22 a	48,54 a	49,77 a	50,91 a	44,23 a	42,57 b	52,56 a	50,65 a
2013	56,54 b	59,16 a	51,29 b	59,19 a	52,80 a	52,33 a	54,55 b	58,40 a	53,15 a	53,01 a	nd	nd	60,05 a	57,62 b
2014	46,29 b	49,56 a	47,39 b	49,50 a	49,03 b	51,00 a	50,51 a	51,74 a	45,34 b	48,34 a	42,21 a	42,45 a	52,39 b	53,58 a
Media	51,72 a	54,14 a	51,14 b	54,57 a	51,13 a	51,92 a	51,79 a	53,61 a	50,22 a	51,71 a	44,88 a	44,46 a	53,89 a	55,33 a

Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$). nd: no determinada.

Tabla 4.41. Diámetro medio del fruto (mm) de siete cultivares adicionales de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años 2008 al 2014.

Año	'Blackamber'		'Primetime'		'Santa Rosa'		'Angeleno'		'Golden Japan'		'Friar'		'Showtime'	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
2008	50,21 a	51,61 a	52,93 a	53,11 a	44,09 b	48,08 a	nd	nd	43,73 a	44,88 a	47,96 b	62,33 a	49,03 b	54,95 a
2009	51,29 a	51,88 a	53,26 a	55,27 a	45,19 a	46,28 a	nd	nd	36,54 a	38,08 a	47,07 b	50,16 a	48,27 a	50,70 a
2010	46,54 b	51,23 a	53,55 a	53,17 a	44,55 b	48,45 a	48,85 a	48,34 a	43,22 a	49,00 a	49,40 b	57,61 a	46,74 a	48,42 a
2011	52,62 a	50,61 a	55,43 b	57,59 a	43,11 b	46,74 a	nd	nd	41,38 a	41,17 a	47,93 a	49,12 a	49,30 a	50,33 a
2012	44,54 b	51,31 a	52,85 a	53,00 a	41,73 b	46,01 a	48,55 a	46,94 a	39,26 a	38,02 a	48,09 b	50,81 a	47,77 a	46,61 a
2013	52,87 a	52,51 a	57,77 a	57,46 a	49,03 a	49,56 a	47,90 b	52,01 a	42,43 b	46,13 a	49,12 b	52,02 a	53,05 a	53,61 a
2014	46,02 a	47,09 a	50,59 b	52,35 a	47,17 a	47,94 a	48,22 b	49,61 a	41,71 a	41,51 a	50,74 b	57,12 a	47,73 a	49,14 a
Media	49,16 a	50,89 a	53,77 a	54,56 a	44,98 b	47,58 a	48,38 a	49,22 a	41,18 a	42,68 a	48,62 b	54,17 a	48,84 a	50,54 a

Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$). nd: no determinada.

4.1.9.3. Peso

En general, como sucedió con el ØM de la fruta, los resultados de peso, expuestos en las Tablas 4.42 y 4.43, indican que la ciruela procedente de la parcela en manejo convencional tuvo mayor peso que la procedente del manejo ecológico, salvo excepciones puntuales. A continuación se comentan más detalladamente los resultados de cada año.

En el año 2008 el peso de la ciruela siempre fue superior en el manejo en AC, con nueve cultivares mostrando diferencias significativas, 'Larry-Ann', 'Fortune', 'Souvenir', 'Songold', 'Red Beaut', 'Laetitia', 'Santa Rosa', 'Friar' y 'Showtime'.

En 2009 también el peso de la ciruela procedente de AC fue siempre superior, pero solamente cuatro cultivares tuvieron diferencias significativas, 'Fortune', 'Songold', 'Laetitia' y 'Friar'.

En el año 2010 el peso de la fruta en el manejo en AC fue superior, a excepción de los cultivares 'Songold', 'Primetime', 'Angeleno' y 'Golden Japan', en los que el peso fue ligeramente superior en el manejo en AE. Los cultivares 'Larry-Ann', 'Laetitia', 'Blackamber', 'Santa Rosa' y 'Friar' tuvieron un peso significativamente mayor en el manejo en AC.

En el año 2011 el peso volvió a ser superior en los cultivares manejados en AC, con diferencias estadísticamente significativas en los cultivares 'Larry-Ann', 'Sapphire', 'Laetitia', 'Primetime' y 'Santa Rosa'. Los cultivares 'Songold', 'Blackamber' y 'Golden Japan' tuvieron un peso ligeramente superior en la fruta procedente de AE.

En el año 2012 las ciruelas procedentes de AC de los cultivares 'Fortune', 'Souvenir', 'Blackamber', 'Santa Rosa' y 'Friar' tuvieron un peso significativamente mayor. Ese año, la ciruela 'Larry-Ann' procedente de AE tuvo un peso significativamente mayor.

En el año 2013 cinco cultivares, 'Larry-Ann', 'Fortune', 'Songold', 'Angeleno' y 'Golden Japan' mostraron un peso significativamente superior en la fruta procedente de AC, mientras que 'Laetitia' tuvo un peso significativamente superior en la fruta producida en AE.

En el año 2014 siete cultivares, 'Larry-Ann', 'Fortune', 'Souvenir', 'Songold', 'Sapphire', 'Friar' y 'Showtime' tuvieron un peso significativamente superior en las ciruelas producidas en AC. Los otros siete cultivares tuvieron un peso muy similar, ligeramente superior en el manejo en AC, con la excepción de 'Golden Japan', que fue ligeramente superior en AE.

Los valores promedio de los siete años, incluidos en la última fila de las Tablas 4.42 y 4.43, indican que los cultivares con mayor peso fueron 'Primetime', 'Larry-Ann' y 'Fortune', mientras que los cultivares cuya fruta tuvo menor peso fueron 'Golden Japan', 'Red Beaut' y 'Santa Rosa'. El valor promedio del peso fue superior en AC para todos los cultivares, mostrando los cultivares 'Fortune', 'Santa Rosa' y 'Friar' diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 4.42. Peso de la fruta (g) de siete cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años 2008 al 2014.

Año	'Larry-Ann'		'Fortune'		'Souvenir'		'Songold'		'Sapphire'		'Red Beaut'		'Laetitia'	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
2008	80,26 b	107,64 a	83,44 b	105,55 a	84,22 b	97,02 a	86,40 b	104,16 a	79,11 a	88,61 a	56,08 b	62,96 a	97,06 b	121,03 a
2009	93,76 a	99,23 a	84,44 b	100,10 a	74,90 a	85,24 a	84,97 b	103,13 a	70,28 a	72,25 a	52,87 a	53,73 a	85,89 b	102,05 a
2010	93,77 b	107,53 a	96,26 a	108,96 a	92,57 a	98,76 a	79,15 a	77,06 a	91,27 a	98,94 a	50,77 a	52,25 a	88,16 b	99,13 a
2011	95,61 b	111,06 a	85,11 a	89,17 a	79,71 a	85,87 a	85,94 a	85,26 a	87,11 b	104,42 a	64,53 a	66,43 a	78,64 b	98,48 a
2012	83,73 a	74,19 b	78,53 b	90,64 a	71,37 b	78,21 a	67,32 a	69,29 a	79,08 a	82,75 a	49,02 a	45,32 a	84,32 a	85,66 a
2013	111,33 b	128,47 a	85,58 b	124,49 a	95,94 a	94,45 a	91,24 b	110,23 a	92,73 a	95,02 a	nd	nd	123,04 a	109,21 b
2014	72,53 b	87,52 a	65,14 b	72,92 a	72,85 b	81,63 a	74,47 b	80,74 a	60,44 b	72,70 a	43,09 a	43,73 a	84,13 a	88,82 a
Media	90,14 a	102,23 a	82,64 b	98,83 a	81,65 a	88,74 a	81,36 a	89,98 a	80,00 a	87,81 a	52,73 a	54,07 a	91,61 a	100,63 a

Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los tipos de manejo ($p \leq 0,05$). nd: no determinada.

Tabla 4.43. Peso de la fruta (g) de siete cultivares adicionales de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años 2008 al 2014.

Año	'Blackamber'		'Primetime'		'Santa Rosa'		'Angeleno'		'Golden Japan'		'Friar'		'Showtime'	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
2008	74,12 a	80,66 a	86,65 a	89,28 a	50,33 b	62,87 a	nd	nd	46,75 a	47,67 a	65,65 b	146,08 a	68,43 b	95,53 a
2009	81,91 a	82,21 a	94,32 a	101,20 a	55,93 a	62,22 a	nd	nd	29,99 a	32,96 a	63,76 b	77,52 a	71,40 a	77,04 a
2010	62,25 b	83,94 a	95,71 a	94,61 a	53,76 b	69,85 a	69,66 a	68,97 a	46,46 a	45,10 a	88,18 b	128,44 a	61,70 a	67,48 a
2011	84,69 a	79,20 a	98,61 b	112,30 a	51,79 b	61,77 a	nd	nd	41,98 a	41,82 a	69,11 a	71,78 a	72,56 a	77,65 a
2012	54,29 b	80,73 a	89,16 a	88,82 a	45,36 b	60,61 a	68,93 a	71,42 a	35,42 a	33,03 a	65,21 b	77,60 a	65,38 a	61,29 a
2013	90,56 a	87,82 a	118,90 a	118,80 a	70,90 a	75,58 a	66,39 b	84,10 a	44,37 b	57,75 a	80,05 a	87,32 a	90,77 a	91,08 a
2014	59,27 a	64,31 a	78,49 a	85,92 a	62,59 a	66,21 a	68,59 a	72,64 a	43,03 a	42,52 a	84,15 b	116,84 a	63,70 b	72,16 a
Media	72,44 a	79,84 a	94,55 a	98,70 a	55,81 b	65,59 a	68,39 a	74,28 a	41,14 a	42,98 a	73,73 b	100,80 a	70,56 a	77,46 a

Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$). nd: no determinada.

4.1.9.4. Firmeza

Los resultados obtenidos sobre la firmeza de la fruta se presentan en las Tablas 4.44 y 4.45.

Se observó que en líneas generales la firmeza fue superior en el tratamiento ecológico, aunque encontramos algunas excepciones dependiendo del año y el cultivar. A continuación se realiza una descripción más detallada de los resultados que se obtuvieron cada año del estudio.

En el año 2008 la firmeza fue significativamente superior para la fruta procedente de manejo ecológico de los cultivares 'Souvenir', 'Red Beaut', 'Friar' y 'Showtime', mientras que la firmeza de la ciruela 'Blackamber' fue significativamente superior en la fruta de manejo convencional.

En el año 2009 cinco cultivares mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ambos tipos de manejo, 'Red Beaut', 'Primetime', 'Golden Japan' y 'Friar' (mayor firmeza en la fruta ecológica) y 'Fortune' (mayor firmeza en la fruta convencional).

En el año 2010 la firmeza fue muy similar para la mayoría de cultivares, exceptuando 'Fortune', 'Songold' y 'Santa Rosa', que tuvieron significativamente mayor firmeza en la fruta de los árboles manejados en AE.

En el año 2011 cuatro cultivares mostraron diferencias estadísticamente significativas, 'Red Beaut', 'Primetime' y 'Santa Rosa' (mayor firmeza en la fruta ecológica) y 'Friar' (mayor firmeza en la fruta convencional). El resto de cultivares tuvo una firmeza muy similar en ambos tipos de manejo.

Los años 2012 y 2013 hubo muy pocas diferencias en la firmeza de la fruta procedente de ambos tipos de manejo, con dos excepciones, 'Santa Rosa' en 2012, mayor firmeza en la fruta ecológica, y 'Showtime' en 2013, mayor firmeza en la fruta convencional.

En 2014 la firmeza fue muy parecida en nueve de los 14 cultivares. Los otros cinco cultivares, 'Larry-Ann', 'Red Beaut', 'Blackamber', 'Santa Rosa' y 'Friar', tuvieron significativamente mayor firmeza en la fruta de los árboles manejados en AE.

Los valores promedio de los resultados registrados los siete años muestran para la mayoría de los cultivares una firmeza ligeramente superior en la fruta producida en AE. El cultivar 'Friar' fue el que presentó una diferencia más acentuada en el valor promedio, con una diferencia por encima de 0,50 kg/cm².

Los tres cultivares cuya fruta tuvo mayor firmeza en ambos tipos de manejo fueron 'Larry-Ann', 'Friar' y 'Fortune', mientras que en el extremo contrario, las que menor firmeza tuvieron fueron 'Golden Japan', 'Red Beaut' y 'Santa Rosa'.

Tabla 4.44. Firmeza de la fruta (kg/cm²) de siete cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.

Año	'Larry-Ann'		'Fortune'		'Souvenir'		'Songold'		'Sapphire'		'Red Beaut'		'Laetitia'	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
2008	3,60 a	3,42 a	3,11 a	3,54 a	3,57 a	2,77 b	2,91 a	2,61 a	2,64 a	2,40 a	2,53 a	1,89 b	2,31 a	2,24 a
2009	3,01 a	2,91 a	2,92 b	3,36 a	2,52 a	2,27 a	2,38 a	2,19 a	2,20 a	2,26 a	2,03 a	1,63 b	1,71 a	1,85 a
2010	4,17 a	4,30 a	3,10 a	2,60 b	2,66 a	2,42 a	3,13 a	2,54 b	2,72 a	2,41 a	1,51 a	1,41 a	1,99 a	2,07 a
2011	3,75 a	3,47 a	2,98 a	3,03 a	2,26 a	2,08 a	2,51 a	2,13 a	2,66 a	2,74 a	1,79 a	1,29 b	2,44 a	2,64 a
2012	3,22 a	3,34 a	3,60 a	3,25 a	2,34 a	2,07 a	1,90 a	1,74 a	2,36 a	2,14 a	1,65 a	1,45 a	2,17 a	2,15 a
2013	3,47 a	3,70 a	3,01 a	3,19 a	1,95 a	2,03 a	2,16 a	2,10 a	4,04 a	4,38 a	nd	nd	2,91 a	2,99 a
2014	4,57 a	4,18 b	2,96 a	2,56 a	1,98 a	2,17 a	1,64 a	1,79 a	1,98 a	1,82 a	1,67 a	1,33 b	2,23 a	2,43 a
Media	3,68 a	3,62 a	3,10 a	3,08 a	2,47 a	2,26 a	2,38 a	2,16 a	2,66 a	2,59 a	1,86 a	1,50 b	2,25 a	2,34 a

Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$). nd: no determinada.

Tabla 4.45. Firmeza de la fruta (kg/cm²) de siete cultivares adicionales de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.

Año	'Blackamber'		'Primetime'		'Santa Rosa'		'Angeleno'		'Golden Japan'		'Friar'		'Showtime'	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
2008	2,49 b	3,39 a	4,89 a	4,72 a	3,01 a	2,55 a	nd	nd	2,44 a	3,09 a	6,25 a	3,70 b	3,67 a	2,33 b
2009	2,04 a	1,79 a	3,50 a	2,81 b	1,45 a	1,69 a	nd	nd	2,04 a	1,34 b	3,13 a	2,85 b	2,06 a	2,32 a
2010	2,28 a	1,89 a	2,67 a	2,52 a	2,08 a	1,75 b	2,49 a	2,60 a	1,82 a	1,59 a	4,34 a	3,99 a	3,11 a	2,62 a
2011	2,71 a	2,97 a	3,17 a	2,67 b	1,71 a	1,38 b	nd	nd	1,40 a	1,44 a	3,10 b	3,64 a	2,32 a	2,36 a
2012	1,69 a	1,50 a	2,87 a	2,39 a	1,82 a	1,41 b	2,91 a	2,75 a	1,31 a	1,01 a	3,67 a	3,38 a	1,96 a	1,90 a
2013	2,62 a	2,07 a	2,62 a	2,43 a	2,05 a	1,93 a	2,54 a	2,63 a	1,62 a	1,36 a	3,00 a	3,02 a	2,08 b	2,68 a
2014	2,15 a	1,62 b	2,87 a	2,51 a	2,89 a	1,87 b	2,78 a	3,00 a	1,06 a	0,96 a	3,71 a	2,97 b	2,52 a	2,13 a
Media	2,28 a	2,18 a	3,23 a	2,86 a	2,14 a	1,80 a	2,68 a	2,75 a	1,67 a	1,54 a	3,89 a	3,36 a	2,53 a	2,33 a

Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$). nd: no determinada.

4.1.9.5. Color

La interpretación del color se ha realizado espectrofotométricamente mediante la medición de las coordenadas L^* , a^* y b^* , también referido como sistema CIELAB. En este sistema, L^* indica la luminosidad y a^* y b^* son las coordenadas cromáticas:

L^* =luminosidad

a^* = coordenadas rojo/verde (+a indica rojo, -a indica verde)

b^* = coordenadas amarillo/azul (+b indica amarillo, -b indica azul)

De cualquier forma, frecuentemente la interpretación del color es compleja y requiere de un enfoque correcto. En este sentido, antes de comenzar a detallar los resultados concernientes al color que se registraron, creemos de utilidad introducir un párrafo extractado del artículo de Daza *et al.*, (2012a), en el que se explica cómo se puede interpretar el color en función de cómo varían los valores de las coordenadas a^* y b^* (Figura 4.41). Este trabajo divide los 14 cultivares que se estudian en esta tesis doctoral en tres grupos. El primer grupo incluye los cultivares cuya fruta en su proceso de maduración el color va virando desde verde a amarillo verdoso ('Songold') y amarillo ('Golden Japan'). En estos dos casos colores más verdes se relacionan con valores más negativos de la coordenada a^* y valores más amarillos se correlacionan con valores más positivos de la coordenada b^* . El segundo grupo incluye los cultivares 'Blackamber', 'Angeleno' y 'Friar', el color de cuya fruta en el proceso de maduración evoluciona de tonalidades rojas más o menos intensas a negro. En este grupo el color más negro se correlaciona con bajos valores de la coordenada b^* (que indica menor color rojo), y también el color negro se correlaciona bien con bajos valores de a^* . En el tercer grupo se incluye el resto de cultivares de este estudio, en cuya maduración el color de las ciruelas cambia de un color rosa poco intenso a rosa más fuerte o rojo. En este grupo, los colores más rojos vienen expresados por valores más elevados de a^* y valores bajos de la coordenada b^* .

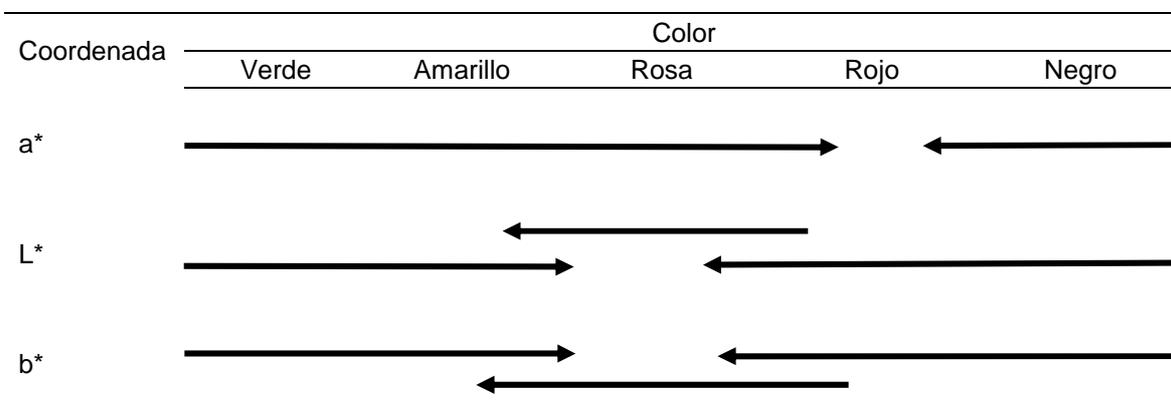


Figura 4.41. Cambio en los valores de las tres coordenadas de color en diferentes cultivares de ciruelas^a (Daza *et al.*, 2012a).

^a Diagrama preparado con datos empíricos obtenidos de numerosas mediciones en diferentes ciruelas.

De acuerdo con los criterios reseñados, se puede decir que en general los valores de las coordenadas a^* (Tablas 4.46 y 4.47) y b^* (Tablas 4.48 y 4.49) obtenidos en este trabajo parecen mostrar que el tipo de manejo no ha tenido una influencia importante sobre el color, aunque se pueden destacar algunas diferencias estadísticamente significativas, que se detallan a continuación para cada uno de los años del estudio.

En el año 2008 'Friar' tuvo un color más negro en el manejo en AE, 'Golden Japan' tuvo un color más amarillo en el manejo en AC y 'Showtime' fue ligeramente más rojo en el manejo en AC.

En el año 2009 'Friar', y en menor medida 'Blackamber', fueron más negras en el manejo en AE, 'Songold' fue ligeramente más amarilla en el manejo en AC y 'Santa Rosa' y 'Red Beaut' tuvieron un color más rojo en el manejo en AC.

En el año 2010 cinco cultivares presentaron diferencias entre los dos tipos de manejo, 'Blackamber' y 'Friar' fueron más negras en AE y 'Angeleno' fue más negra en AC. Además, 'Songold' fue más amarilla en AE y 'Laetitia' más roja en AC.

En el año 2011, las diferencias estadísticamente significativas obtenidas en la coordenada de color b^* , con un valor superior en el manejo en AC, en 'Santa Rosa' y 'Showtime' indican que ambas tuvieron un color más rojo en el manejo en AE.

En el año 2012, 'Angeleno' fue más negra en el manejo en AE, 'Souvenir' tuvo un color rojo más intenso en el manejo en AC y 'Laetitia' tuvo un color rojo más intenso en AE.

En el año 2013, 'Golden Japan' fue más amarilla en AC, 'Angeleno' fue más negra en AC, 'Souvenir' fue más roja en AE, 'Larry-Ann' ligeramente más roja en AE y 'Sapphire' ligeramente más roja en AC.

En el año 2014 'Souvenir' fue más roja en AE, 'Angeleno' fue más negra en AE y 'Friar' ligeramente más negra en AE.

Tabla 4.46. Valores de la coordenada a* del color de la fruta de siete cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.

Año	'Larry-Ann'		'Fortune'		'Souvenir'		'Songold'		'Sapphire'		'Red Beaut'		'Laetitia'	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
2008	22,83 a	24,72 a	26,87 a	28,03 a	3,08 a	4,57 a	- 1,31 a	-1,62 a	15,13 a	20,35 a	16,01 a	17,79 a	21,26 a	20,17 a
2009	16,29 a	17,12 a	29,00a	27,37 a	15,59 a	12,49 a	-2,49 b	-1,49 a	14,38 a	16,11 a	13,65 b	17,80 a	22,22 a	21,01 a
2010	13,20 a	16,31 a	24,11 a	21,50 a	11,51 a	10,27 a	-2,36 a	-1,92 a	11,75 a	10,33 a	18,78 a	20,50 a	19,91 a	17,77 a
2011	21,96 a	22,75 a	25,67 b	30,45 a	10,32 a	12,43 a	-2,46 a	-2,01 a	15,86 a	18,30 a	15,32 a	21,89 a	29,17 a	29,80 a
2012	13,51 a	15,59 a	4,90 a	5,04 a	18,21 b	21,49 a	-0,65 a	0,80 a	22,02 a	23,72 a	24,23 a	22,74 a	24,00 a	17,87 b
2013	23,72 a	25,08 a	31,32 a	29,15 a	24,30 a	18,36 b	0,07 a	-3,45 b	18,13 a	16,98 a	nd	nd	17,17 a	16,02 a
2014	8,55 a	10,26 a	22,98 b	30,09 a	21,14 a	16,64 b	-2,16 a	-1,44 a	20,53 a	20,73 a	27,75 a	28,77 a	20,80 a	19,15 a
Media	17,15 a	18,83 a	23,55 a	24,52 a	14,88 a	13,75 a	-1,62 a	-1,59 a	16,83 a	18,07 a	19,29 a	21,58 a	22,08 a	20,26 a

Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$). nd: no determinada.

Tabla 4.47. Valores de la coordenada a* del color de la fruta de siete cultivares adicionales de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.

Año	'Blackamber'		'Primetime'		'Santa Rosa'		'Angeleno'		'Golden Japan'		'Friar'		'Showtime'	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
2008	9,35 a	13,54 a	22,89 a	25,73 a	11,85 a	9,32 a	nd	nd	-16,06 a	-17,23 b	15,04 a	11,56 b	23,26 b	26,65 a
2009	4,17 a	5,73 a	19,19 a	10,53 b	26,62 a	21,85 b	nd	nd	-3,10 a	-4,56 b	8,27 a	5,80 b	29,43 a	27,64 a
2010	5,51 a	3,59 b	12,07 b	14,68 a	19,84 a	18,43 a	15,20 b	18,55 a	-3,32 a	-3,18 a	9,13 a	6,65 b	16,73 a	20,35 a
2011	7,60 a	6,29 a	15,13 a	8,45 b	22,83 a	26,39 a	nd	nd	-1,23 a	-1,70 a	10,36 a	10,31 a	25,11 a	29,61 a
2012	3,26 a	2,28 a	10,63 a	12,21 a	24,94 a	28,56 a	6,04 a	7,84 a	0,35 a	0,45 a	6,27 a	6,63 a	28,03 a	26,48 a
2013	8,10 a	7,14 a	16,07 b	19,49 a	26,43 a	24,93 a	20,32 a	20,77 a	-3,89 b	-2,61 a	10,03 a	9,06 a	29,79 a	30,35 a
2014	3,08 a	4,67 a	9,64 a	9,89 a	27,05 b	32,01 a	9,75 b	17,71 a	-2,71 a	-2,21 a	2,42 a	2,88 a	29,04 a	27,63 a
Media	5,87 a	6,18 a	15,09 a	14,43 a	22,79 a	23,07 a	12,83 a	16,22 a	-4,28 a	- 4,43 a	8,79 a	7,56 a	25,91 a	26,96 a

Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$). nd: no determinada.

Tabla 4.48. Valores de la coordenada b* del color de la fruta de siete cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.

Año	'Larry-Ann'		'Fortune'		'Souvenir'		'Songold'		'Sapphire'		'Red Beaut'		'Laetitia'	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
2008	18,25 a	24,53 a	14,80 a	16,59 a	33,17 a	32,45 a	30,19 b	35,69 a	21,25 a	20,67 a	18,18 a	19,66 a	17,99 a	20,64 a
2009	5,53 a	6,40 a	9,03 a	10,96 a	11,27 b	17,66 a	23,87 a	24,06 a	17,23 a	16,10 a	21,88 a	18,80 a	14,36 a	17,93 a
2010	23,98 a	19,01 a	10,14 a	10,96 a	16,10 a	16,65 a	22,07 b	27,16 a	16,26 a	14,74 a	15,83 a	16,55 a	12,43 b	18,66 a
2011	14,87 a	17,86 a	5,38 b	8,58 a	27,65 a	28,23 a	36,93 a	37,63 a	13,72 a	10,81 a	-11,86 b	17,54 a	21,19 a	19,62 a
2012	1,02 a	3,68 a	0,94 a	0,87 a	11,13 a	11,21 a	23,30 a	23,24 a	10,43 a	11,56 a	17,13 a	15,20 a	9,91 a	10,78 a
2013	12,48 b	18,43 a	22,99 a	20,86 a	16,55 b	29,68 a	35,14 b	46,94 a	15,79 a	10,16 b	nd	nd	27,69 a	29,41 a
2014	-2,14 a	-0,80 a	8,29 b	11,69 a	10,40 a	5,94 a	36,62 a	38,52 a	6,84 a	8,60 a	14,74 a	14,48 a	26,74 a	26,93 a
Media	10,57 a	12,73 a	10,22 a	11,50 a	18,04 a	20,26 a	29,73 a	33,32 a	14,50 a	13,23 a	12,65 a	17,04 a	18,62 a	20,57 a

Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$). nd: no determinada.

Tabla 4.49. Valores de la coordenada b* del color de la fruta de siete cultivares adicionales de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.

Año	'Blackamber'		'Primetime'		'Santa Rosa'		'Angeleno'		'Golden Japan'		'Friar'		'Showtime'	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
2008	4,67 a	6,81 a	16,16 a	14,66 a	26,43 a	32,64 a	nd	nd	41,14 a	39,43 a	8,49 a	5,87 b	15,37 a	15,65 a
2009	-0,38 b	0,89 a	6,55 a	0,19 b	11,03 b	16,25 a	nd	nd	33,62 a	33,36 a	1,31 a	0,17 b	13,64 a	12,37 a
2010	0,70 a	-0,05 a	2,30 a	3,39 a	17,59 a	17,05 a	7,70 b	12,76 a	35,19 a	35,95 a	4,12 a	0,30 b	20,46 a	17,01 a
2011	1,05 a	1,37 a	5,14 a	1,10 b	8,96 b	12,36 a	nd	nd	35,15 a	36,75 a	4,04 a	1,96 a	9,16 b	20,47 a
2012	0,27 a	0,30 a	2,13 a	3,12 a	10,30 a	13,16 a	-2,24 b	-0,21 a	39,09 a	38,85 a	1,52 a	1,61 a	18,69 a	17,38 a
2013	0,35 a	2,81 a	6,22 b	10,50 a	20,01 a	18,30 a	14,35 a	10,33 b	35,46 a	33,64 a	3,75 a	2,65 a	13,19 a	14,31 a
2014	-0,09 a	0,49 a	1,66 a	2,07 a	11,41 b	14,70 a	1,83 b	8,20 a	34,83 a	33,81 a	-2,59 b	0,24 a	13,51 a	11,57 a
Media	0,94 a	1,80 a	5,74 a	5,00 a	15,10 a	17,78 a	5,41 a	7,77 a	36,35 a	35,97 a	2,95 a	1,83 a	14,86 a	15,54 a

Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$). nd: no determinada.

4.1.9.6. Sólidos solubles totales

El contenido de sólidos solubles (SSC) se presenta en las Tablas 4.50 y 4.51. Se puede observar que, en general, los valores de SSC fueron muy similares en ambos tratamientos en el periodo estudiado, sin encontrarse de forma constante un contenido en azúcar superior en un tratamiento frente al otro. No obstante, se han observado algunas diferencias estadísticamente significativas en determinados cultivares algunos años, que se van a relacionar más detalladamente.

En el año 2008 el contenido de sólidos solubles de la fruta fue muy similar para la mayoría de los cultivares en ambos tipos de manejo, existiendo diferencias estadísticamente significativas sólo en 'Santa Rosa' (mayor contenido en AE) y 'Showtime' (mayor contenido en AC).

En el año 2009 los valores de SSC fueron superiores en manejo ecológico, con diferencias estadísticamente significativas en los cultivares 'Red Beaut', 'Blackamber' y 'Golden Japan', mientras que los valores del resto de cultivares fueron muy similares entre ambos tratamientos.

En el año 2010 los valores de SSC de la mayoría de los cultivares fueron de nuevo muy similares entre ambos tipos de manejo, con las excepciones significativas de 'Friar' (mayor en AC) y 'Showtime' (mayor en AE).

En el año 2011, los cultivares 'Blackamber' y 'Primetime' tuvieron un mayor contenido de sólidos solubles, con diferencias estadísticamente significativas, en la fruta de los árboles manejados en AC y el resto de los cultivares tuvieron valores similares.

El año 2012 se observó que 10 cultivares, 'Larry-Ann', 'Fortune', 'Songold', 'Sapphire', 'Laetitia', 'Santa Rosa', 'Angelino', 'Golden Japan', 'Friar' y 'Showtime', tuvieron un SSC significativamente superior en el manejo ecológico.

En el año 2013 las diferencias estadísticamente significativas estuvieron en los cultivares 'Blackamber' (superior SSC en la fruta producida en AE) y en 'Souvenir', 'Primetime', 'Santa Rosa' y 'Angelino' (mayor SSC en la fruta producida en AC).

En el año 2014 los valores de SSC de la fruta fueron muy similares en 12 de los 14 cultivares estudiados, observándose diferencias estadísticamente significativas sólo en 'Souvenir' (mayor en la fruta producida en AE) y 'Sapphire' (mayor en la fruta producida en AC).

Si se observa el contenido de sólidos solubles en los diferentes cultivares, se puede apreciar que los cultivares con mayor contenido de azúcar fueron, de más a menos: 'Larry-Ann', 'Fortune' y 'Souvenir', mientras que en el otro extremo, los tres cultivares con menor contenido de azúcar en su fruta fueron, de menos a más: 'Red Beaut', 'Golden Japan' y 'Blackamber'. El valor promedio del contenido de sólidos solubles de los siete años del estudio muestra valores muy similares para ambos tipos de manejo agronómico en los 14 cultivares, aunque ligeramente superior en la fruta manejada en AE, con la excepción de los cultivares 'Primetime' y 'Friar'. El cultivar 'Primetime' fue el cultivar que tuvo mayor diferencia entre los dos tratamientos en el valor promedio de los siete años estudiados, 0,71 °Brix más en la fruta convencional, mientras que en el otro extremo el cultivar 'Laetitia' fue el cultivar que tuvo mayor diferencia entre los dos tratamientos, 0,65 °Brix más en la fruta ecológica.

Tabla 4.50. Contenido de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) de la fruta de siete cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.

Año	'Larry-Ann'		'Fortune'		'Souvenir'		'Songold'		'Sapphire'		'Red Beaut'		'Laetitia'	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
2008	16,90 a	15,00 a	14,40 a	14,00 a	14,00 a	14,06 a	12,83 a	12,73 a	14,86 a	14,46 a	9,46 a	9,76 a	13,60 a	11,76 a
2009	17,63 a	18,13 a	13,16 a	14,33 a	12,20 a	13,10 a	12,80 a	12,93 a	12,86 a	12,63 a	11,93 a	11,23 b	13,23 a	13,73 a
2010	14,43 a	14,66 a	14,00 a	13,00 a	14,70 a	14,16 a	12,36 a	13,00 a	12,93 a	12,61 a	10,23 a	9,23 a	13,86 a	12,76 a
2011	18,53 a	18,74 a	16,44 a	15,97 a	14,14 a	13,81 a	13,40 a	12,94 a	13,61 a	13,11 a	10,05 a	10,59 a	12,69 a	12,67 a
2012	16,97 a	15,67 b	15,82 a	13,90 b	15,06 a	14,49 a	17,81 a	14,86 b	14,03 a	13,10 b	9,53 a	9,73 a	15,11 a	13,45 b
2013	16,08 a	15,77 a	13,74 a	13,59 a	14,03 b	14,95 a	13,15 a	13,53 a	12,57 a	12,90 a	nd	nd	12,67 a	12,68 a
2014	13,12 a	13,91 a	13,68 a	13,88 a	15,64 a	14,54 b	14,40 a	13,83 a	12,43 b	13,42 a	9,54 a	9,79 a	12,18 a	11,73 a
Media	16,24 a	15,98 a	14,46 a	14,10 a	14,25 a	14,16 a	13,82 a	13,40 a	13,33 a	13,18 a	10,12 a	10,06 a	13,33 a	12,68 a

Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$). nd: no determinada.

Tabla 4.51. Contenido de sólidos solubles (°Brix) de la fruta de siete cultivares adicionales de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.

Año	'Blackamber'		'Primetime'		'Santa Rosa'		'Angeleno'		'Golden Japan'		'Friar'		'Showtime'	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
2008	11,93 a	11,33 a	11,83 a	11,96 a	13,40 a	12,26 b	nd	nd	9,83 a	10,10 a	13,53 a	13,53 a	12,83 b	13,80 a
2009	13,36 a	11,80 b	12,50 a	13,46 a	13,76 a	13,30 a	nd	nd	13,26 a	10,55 b	13,43 a	13,40 a	11,53 a	11,40 a
2010	10,06 a	10,43 a	11,63 a	12,50 a	11,30 a	11,23 a	12,40 a	12,96 a	8,86 a	9,46 a	13,60 b	14,90 a	11,80 a	10,30 b
2011	11,50 b	12,49 a	13,54 b	14,94 a	13,71 a	13,53 a	nd	nd	11,84 a	11,33 a	12,91 a	12,74 a	13,63 a	14,14 a
2012	13,02 a	13,20 a	13,59 a	13,14 a	14,89 a	12,91 b	15,12 a	14,03 b	12,03 a	11,33 b	14,79 a	13,94 b	11,96 a	11,13 b
2013	12,62 a	11,78 b	12,36 b	14,22 a	12,31 b	13,26 a	12,43 b	13,21 a	10,22 a	10,33 a	12,87 a	12,82 a	12,44 a	12,64 a
2014	12,87 a	12,62 a	14,29 a	14,51 a	12,77 a	12,67 a	15,31 a	14,72 a	12,18 a	11,72 a	16,23 a	16,68 a	12,51 a	12,57 a
Media	12,19 a	11,95 a	12,82 a	13,53 a	13,16 a	12,74 a	13,82 a	13,73 a	11,17 a	10,69 a	13,91 a	14,00 a	12,39 a	12,28 a

Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$). nd: no determinada.

4.1.9.7. Acidez

Los resultados de la acidez se presentan en las Tablas 4.52 y 4.53. En general se observaron muy pocas diferencias en este parámetro en la fruta de la mayoría de los cultivares, independientemente del tipo de manejo agronómico. No obstante se observaron algunas diferencias puntuales, que pasamos a detallar para cada año.

En el año 2008 dos cultivares, 'Songold' y 'Showtime', tuvieron una acidez significativamente mayor en AC. La fruta del resto de cultivares tuvo una acidez muy similar.

En el año 2009 cuatro cultivares mostraron diferencias estadísticamente significativas, 'Red Beaut' y 'Primetime', con mayor acidez en AE, y 'Laetitia' y 'Showtime', mayor en AC.

En el año 2010 solo dos cultivares mostraron diferencias estadísticamente significativas, 'Blackamber', con mayor acidez en AE, y 'Showtime', con mayor acidez en AC. La fruta del resto de cultivares tuvo una acidez similar.

En el año 2011 la acidez fue similar para la mayoría de cultivares, a excepción de 'Golden Japan' y 'Friar', con significativamente mayor acidez en AE.

En el año 2012 la acidez fue también parecida para la mayoría de los cultivares estudiados, y solo la fruta de los cultivares 'Blackamber' y 'Santa Rosa' fue significativamente más ácida en AE.

En el año 2013 solo encontramos dos cultivares que mostraron diferencias estadísticamente significativas en la acidez de las ciruelas, 'Blackamber', con mayor contenido en las ciruelas ecológicas y 'Showtime', con mayor acidez en AC.

En el año 2014 tres cultivares mostraron diferencias estadísticamente significativas, 'Fortune' y 'Songold' con mayor acidez en AE, y 'Primetime', con mayor acidez en la fruta de los árboles manejados en AC.

En general el valor promedio de acidez en el periodo estudiado fue similar para casi todos los cultivares en ambos tipos de manejo, con la excepción de 'Showtime', que mostró grandes diferencias entre ambos tratamientos, siendo la acidez superior en el tratamiento convencional en seis de los siete años del estudio, diferencias que fueron significativas los años 2008, 2009, 2010 y 2013.

La fruta más ácida fue la del cultivar 'Showtime', seguida de la de 'Golden Japan' y 'Red Beaut'. Por el contrario, los cultivares con la fruta menos ácida fueron 'Angelino', 'Friar' y 'Songold'.

Tabla 4.52. Acidez (g de ácido málico/100 ml) de la fruta de siete cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.

Año	'Larry-Ann'		'Fortune'		'Souvenir'		'Songold'		'Sapphire'		'Red Beaut'		'Laetitia'	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
2008	2,48 a	2,33 a	2,06 a	2,10 a	1,76 a	1,93 a	1,88 b	1,99 a	1,96 a	1,83 a	1,70 a	1,68 a	1,76 a	1,81 a
2009	1,20 a	1,12 a	1,56 a	1,65 a	1,85 a	1,99 a	1,21 a	1,27 a	1,05 a	1,14 a	1,89 a	1,61 b	1,09 b	1,36 a
2010	1,59 a	1,53 a	1,49 a	1,55 a	1,85 a	1,71 a	1,22 a	1,25 a	1,32 a	1,34 a	2,43 a	2,21 a	1,19 a	1,21 a
2011	1,44 a	1,29 a	1,13 a	1,21 a	1,67 a	1,62 a	1,15 a	1,18 a	1,02 a	1,07 a	2,28 a	2,41 a	1,38 a	1,35 a
2012	1,09 a	1,16 a	0,97 a	0,94 a	1,73 a	1,57 a	0,99 a	0,89 a	0,94 a	0,93 a	1,94 a	1,93 a	1,00 a	1,05 a
2013	1,43 a	1,32 a	1,31 a	1,13 a	1,35 a	1,47 a	1,07 a	1,03 a	1,62 a	1,61 a	nd	nd	1,11 a	1,10 a
2014	1,22 a	1,22 a	1,43 a	1,23 b	1,73 a	1,54 a	1,26 a	1,12 b	0,96 a	1,08 a	1,78 a	1,66 a	1,37 a	1,28 a
Media	1,49 a	1,42 a	1,42 a	1,40 a	1,71 a	1,69 a	1,25 a	1,25 a	1,27 a	1,29 a	2,00 a	1,92 a	1,27 a	1,31 a

Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$). nd: no determinada.

Tabla 4.53. Acidez (g de ácido málico/100 ml) de la fruta de siete cultivares adicionales de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.

Año	'Blackamber'		'Primetime'		'Santa Rosa'		'Angeleno'		'Golden Japan'		'Friar'		'Showtime'	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
2008	1,86 a	1,80 a	2,25 a	2,72 a	2,34 a	2,48 a	nd	nd	3,20 a	3,28 a	1,38 a	1,28 a	2,09 b	3,85 a
2009	1,28 a	1,31 a	2,01 a	1,88 b	1,67 a	1,71 a	nd	nd	1,81 a	1,67 a	1,09 a	1,20 a	2,90 b	3,06 a
2010	1,97 a	1,75 b	1,35 a	1,39 a	2,10 a	1,99 a	0,88 a	0,89 a	1,73 a	1,82 a	1,48 a	1,38 a	2,66 b	3,85 a
2011	1,66 a	1,71 a	1,31 a	1,29 a	1,42 a	1,43 a	nd	nd	1,91 a	1,75 b	1,43 a	1,13 b	2,68 a	2,82 a
2012	1,14 a	1,03 b	1,19 a	1,18 a	1,91 a	1,77 b	0,59 a	0,61 a	1,72 a	1,61 a	1,12 a	1,02 a	2,28 a	2,04 a
2013	1,51 a	1,31 b	1,18 a	1,20 a	2,08 a	2,13 a	0,84 a	0,78 a	1,64 a	1,59 a	1,27 a	1,10 a	2,28 b	2,39 a
2014	1,50 a	1,34 a	1,01 b	1,39 a	2,12 a	2,14 a	0,65 a	0,63 a	2,00 a	1,81 a	1,19 a	1,02 a	2,14 a	2,35 a
Media	1,56 a	1,46 a	1,47 a	1,58 a	1,95 a	1,95 a	0,74 a	0,73 a	2,00 a	1,93 a	1,28 a	1,16 a	2,43 a	2,91 a

Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$). nd: no determinada.

4.1.9.8. Índice de madurez

El índice de madurez, definido como el cociente matemático entre el contenido de sólidos solubles y la acidez, varió poco en general entre los dos tipos de manejo agronómico (Tablas 4.54 y 4.55). No obstante, existieron diferencias puntuales algunos años y para algunos cultivares que se comentarán a continuación.

En el año 2008 el índice de madurez fue muy similar para la gran mayoría de cultivares, excepto para los cultivares 'Primetime' y 'Showtime', con significativamente mayor índice de madurez en AE.

En el año 2009 tres cultivares mostraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos tipos de manejo agronómico, 'Larry-Ann' (mayor índice de madurez en AC), y 'Sapphire' y 'Laetitia' (mayor índice de madurez en AE). Los demás cultivares no presentaron diferencias relevantes.

En el año 2010 sólo dos cultivares presentaron diferencias estadísticamente significativas, 'Blackamber', con mayor índice de madurez en AC y 'Showtime', con mayor índice de madurez en AE.

En el año 2011 el cultivar 'Fortune' tuvo de forma significativa mayor índice de madurez en AE. Por otro lado, tres cultivares, 'Blackamber', 'Golden Japan' y 'Friar', también tuvieron un significativo mayor índice de madurez en AC. No se obtuvieron apenas diferencias en el resto de cultivares.

En el año 2012 casi todos los cultivares tuvieron un índice de madurez similar en ambos tipos de manejo, excepto el cultivar 'Laetitia', con un índice de madurez estadísticamente superior en el manejo en AE y 'Blackamber', con un índice de madurez estadísticamente superior en AC.

En el año 2013 sólo dos cultivares tuvieron diferencias estadísticamente significativas entre los dos tipos de manejo agronómico, 'Angelino' y 'Friar', ambos con un índice de madurez superior en AC.

En el año 2014 ninguno de los 14 cultivares presentó diferencias reseñables en cuanto al índice de madurez en ambos tipos de manejo, siendo el año dentro del periodo estudiado en el que este parámetro fue más similar en ambos tipos de manejo.

El valor promedio del índice de madurez de los siete años de estudio, que se incluye en la última fila de las Tablas 4.54 y 4.55, muestra que no existieron grandes diferencias para este parámetro, sin que se observara una tendencia clara en ningún sentido, ya que el valor promedio es ligeramente superior en seis cultivares para el manejo en AE y ligeramente superior en ocho cultivares para el manejo en AC.

Tabla 4.54. Índice de madurez de la fruta de siete cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.

Año	'Larry-Ann'		'Fortune'		'Souvenir'		'Songold'		'Sapphire'		'Red Beaut'		'Laetitia'	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
2008	6,82 a	6,74 a	6,98 a	6,76 a	7,94 a	7,38 a	6,80 a	6,40 a	7,59 a	7,87 a	5,59 a	5,78 a	7,73 a	6,56 a
2009	14,61 b	16,08 a	8,53 a	9,49 a	6,59 a	6,60 a	10,56 a	10,16 a	12,24 a	11,05 b	6,30 a	6,96 a	12,11 a	10,12 b
2010	9,07 a	9,60 a	9,35 a	8,37 a	7,92 a	8,25 a	10,65 a	9,87 a	8,89 a	8,28 a	4,20 a	4,18 a	11,67 a	10,50 a
2011	13,21 a	14,79 a	13,52 a	12,35 b	8,45 a	9,05 a	11,30 a	11,41 a	13,63 a	12,49 a	4,39 a	3,96 a	9,38 a	9,51 a
2012	15,97 a	13,72 a	15,97 a	14,96 a	8,69 a	8,87 a	17,48 a	16,38 a	14,99 a	14,42 a	4,71 a	4,88 a	14,84 a	12,51 b
2013	10,94 a	12,30 a	10,18 a	12,38 a	10,25 a	9,74 a	11,46 a	12,78 a	8,20 a	7,98 a	nd	nd	11,42 a	11,65 a
2014	10,83 a	11,02 a	9,46 a	11,26 a	8,96 a	9,24 a	11,32 a	11,80 a	13,19 a	12,77 a	5,34 a	5,50 a	9,19 a	9,39 a
Media	11,64 a	12,04 a	10,57 a	10,80 a	8,40 a	8,45 a	11,37 a	11,26 a	11,25 a	10,69 a	5,09 a	5,21 a	10,91 a	10,03 a

Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$). nd: no determinada.

Tabla 4.55. Índice de madurez de la fruta de siete cultivares adicionales de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2008 al 2014.

Año	'Blackamber'		'Primetime'		'Santa Rosa'		'Angeleno'		'Golden Japan'		'Friar'		'Showtime'	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
2008	6,54 a	6,27 a	5,24 a	4,39 b	5,73 a	4,94 a	nd	nd	3,07 a	3,07 a	9,78 a	10,50 a	6,61 a	3,33 b
2009	10,41 a	9,00 a	6,21 a	7,15 a	8,22 a	7,84 a	nd	nd	5,35 a	5,84 a	12,26 a	11,27 a	3,97 a	3,72 a
2010	5,08 b	5,95 a	8,59 a	9,04 a	5,36 a	5,63 a	14,00 a	14,52 a	5,10 a	5,18 a	9,21 a	10,76 a	4,43 a	2,67 b
2011	7,01 b	7,46 a	10,96 a	12,20 a	10,14 a	9,58 a	nd	nd	5,73 b	6,25 a	9,41 b	11,98 a	4,97 a	4,94 a
2012	11,49 b	12,88 a	11,88 a	11,43 a	7,90 a	7,68 a	25,52 a	22,60 a	6,51 a	6,54 a	13,45 a	13,96 a	5,36 a	5,34 a
2013	8,42 a	8,98 a	11,13 a	10,99 a	5,84 a	6,28 a	14,98 b	17,59 a	5,73 a	6,13 a	10,07 b	12,13 a	5,34 a	5,28 a
2014	8,56 a	9,42 a	14,09 a	10,29 a	5,87 a	5,93 a	23,44 a	23,79 a	6,15 a	6,35 a	13,66 a	16,10 a	5,39 a	5,13 a
Media	8,22 a	8,57 a	9,73 a	9,36 a	7,00 a	6,84 a	19,48 a	19,62 a	5,38 a	5,62 a	11,12 a	12,39 a	5,15 a	4,34 a

Para cada año y cultivar, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre los dos tipos de manejo ($p \leq 0,05$). nd: no determinada.

4.2. ALBARICOQUERO

4.2.1. Fertilización y principales labores realizadas en ambas parcelas

Las principales labores realizadas en ambas parcelas han sido las mismas que se mencionan en el apartado 4.1.1 para el cultivo de ciruelo y fueron detalladas en Material y Métodos aunque el ensayo de albaricoquero fue plantado cuatro años más tarde, en el año 2009.

El laboreo, la poda y el riego fueron similares en los dos tipos de manejo agronómico. Sin embargo, la fertilización, el control fitosanitario y el manejo de adventicias fueron diferentes en ambas parcelas.

La fertilización en las dos parcelas (ecológica y convencional), fue la misma que se ha descrito en el apartado 4.1.1. En la Tabla 4.56 se presenta el contenido medio de nutrientes para el periodo 2009-2013 a partir del análisis químico realizado cada año del estiércol animal y compost vegetal aportado en los diferentes años.

Tabla 4.56. Contenido anual medio de nutrientes en el periodo 2009-2013 en el estiércol aportado a la parcela ecológica de albaricoquero.*

Elemento	mg/kg	kg/ha
N	4.479	112
P	1.462	37
K	11.620	290
Ca	13.644	341
Mg	1.879	47
Na	3.766	94
B	3,47	0,08
Fe	264	7
Cu	6,03	0,15
Zn	26,60	0,66
Mn	76,68	1,92

*Cálculo basado en la aplicación de 25.000 kg de compost/ha/año

La Tabla 4.57 muestra los valores brutos de los diferentes elementos minerales aportados por las diferentes cubiertas vegetales incorporadas en la parcela ecológica desde el año 2009.

Tabla 4.57. Contribución bruta en materia seca y macronutrientes de las diferentes cubiertas vegetales utilizadas en la parcela ecológica de albaricoquero.

Cubierta	Siembra	Enterrado	kg/ha			
			Materia seca	N	P	K
Haba	Octubre 2009	Marzo 2010	10.353	225	24	274
Veza + Avena	Octubre 2010	Marzo 2011	4.100	140	12	120
Haba	Noviembre 2011	Febrero 2012	nd	nd	nd	nd
Veza + Avena	Octubre 2012	Marzo 2013	2.850	83	12	108
Haba	Octubre 2013	Enero 2014	6.164	232	17	293

nd: no determinada.

El control fitosanitario de las plagas y enfermedades fue diferente en ambos tipos de tratamientos. Aunque este aspecto no es un objetivo directo de esta tesis doctoral, se comentarán brevemente algunas cuestiones generales. La mosca mediterránea de la fruta, *Ceratitis capitata* (Wiedeman), es una plaga que causa enormes problemas en fruticultura, pero la precocidad del cultivar 'Ninfa' en la región, maduración a mediados de mayo, hace que eluda los efectos de *Ceratitis*, cuyas poblaciones empiezan a ser relevantes a partir de mediados de junio. Este cultivar de albaricoquero resultó, sin embargo, muy atacado por el pulgón ceroso, *Hyalopterus pruni* (Geoffroy), requiriéndose la aplicación de varios tratamientos de pelitre. En cuanto a las enfermedades, se han observado ciertos ataques de cribado y de oidio, aunque los daños no han sido importantes. El problema más importante del cultivar 'Ninfa' ha resultado su susceptibilidad al virus de la sharka, cuestión que se comentará más detenidamente en el apartado de Discusión.

4.2.2. Resultados de los análisis de suelo

En la Tabla 4.58 se presenta los datos resultantes del análisis de suelo realizado en las parcelas ecológica y convencional de albaricoquero en julio de 2013. Se observó que los niveles de los macronutrientes en el suelo de ambas parcelas fueron muy similares, destacando sólo que el N fue ligeramente superior en el suelo de la parcela convencional.

Los valores de los micronutrientes fueron también muy similares a excepción del B, claramente superior en AC. El Fe, Mn y Zn fueron ligeramente superiores en el suelo de la parcela en manejo convencional.

Tabla 4.58. Características químicas del suelo en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en la plantación de albaricoquero en el año 2012.

Fecha	Manejo	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	B
Julio 2013	AE	923,90	10,20	0,60	35,00	2,80	85,40	82,10	2,10	1,60
	AC	979,90	10,70	0,80	34,50	2,80	88,90	92,90	3,10	2,80

MO: material orgánica, CE: conductividad eléctrica. Las unidades se expresan en: % (MO), $\mu\text{S}/\text{cm}$ (CE), mg/kg (N, P, Fe, Mn, Zn, B) y meq/100 g (K, Ca, Mg).

4.2.3. Crecimiento vegetativo del árbol

En este apartado se incluyen los resultados obtenidos del único parámetro, TCSA, relacionado con el crecimiento vegetativo que fue medido en albaricoquero los años 2012 y 2013.

4.2.3.1. TCSA

Los valores de TCSA en los años 2012 y 2013 se presentan en la Tabla 4.59. Se observó un TCSA significativamente mayor de los árboles injertados sobre el portainjerto 'Nemaguard' los dos años y en ambos tipos de manejo. Por otro lado, también se puede apreciar un mayor TCSA de los árboles manejados en AC los dos años estudiados, aunque las diferencias únicamente fueron estadísticamente significativas para el portainjerto 'Nemaguard'.

Tabla 4.59. TCSA (cm²) del cultivar 'Ninfa' de albaricoquero injertado sobre los portainjertos 'Nemaguard' y 'Real Fino' cultivado en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012 y 2013.

Portainjerto	2012		2013	
	AE	AC	AE	AC
'Nemaguard'	*112,16 a	*182,57 b	*131,91 a	*214,56 b
'Real Fino'	70,12 a	74,78 a	84,06 a	98,15 a

En cada fila, para cada portainjerto y año, letras diferentes indican la existencia de dif. sig. entre manejos. En cada columna, para cada tipo de manejo, las dif. sig. entre los dos portainjertos se indican con un asterisco ($p \leq 0,05$).

4.2.4. Floración

Siguiendo una metodología similar a la utilizada para el estudio de la floración en ciruelo, se evaluó la floración del cultivar de albaricoquero 'Ninfa' sobre ambos portainjertos los años 2012 y 2013. Los datos obtenidos se presentan en la Tabla 4.60 y se representan gráficamente en las Figuras 4.42 y 4.43. Los resultados pusieron de manifiesto un adelanto de la floración en los árboles manejados en AC los dos años del estudio. El adelanto de los árboles injertados sobre el portainjerto 'Nemaguard' fue de dos días en 2012 y tres en 2013, y para los árboles injertados sobre el portainjerto 'Real Fino' dicho adelanto en AC fue de un día en 2012 y seis en 2013. Por otra parte, se vio que el portainjerto 'Nemaguard' provocó un ligero adelanto en la floración, comparado con 'Real Fino', en los dos tipos de manejo. El número de días que duró la floración fue superior en los árboles manejados en AC, a excepción del año 2012, donde no hubo diferencias con el portainjerto 'Real Fino'. En 2012, la floración sobre el portainjerto 'Nemaguard' duró dos días más en AC que en AE. Si se analiza la duración de la floración por portainjerto, se puede observar una floración más larga en los árboles injertados sobre 'Nemaguard'. Así, en 2012 esta diferencia fue de uno, en AE, o dos días, en AC. En 2013 la floración sobre 'Nemaguard' fue cinco, en AC, o cuatro, en AE, días más larga que sobre

'Real Fino'. La duración media global de la floración en 2013 fue de 27 días, frente a sólo 11 en 2012.

Tabla 4.60. Inicio de la floración (IF), plena floración (PF), final de la floración (FF) (días después del 1 de enero) y duración de la floración en días (DF) del cultivar 'Ninfa' de albaricoquero injertado sobre 'Nemaguard' y 'Real Fino' en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012 y 2013.

Portainjerto	Manejo	2012				2013			
		IF	PF	FF	DF	IF	PF	FF	DF
'Nemaguard'	AE	62	69	72	10	56	70	84	28
	AC	60	67	73	13	53	67	84	31
'Real Fino'	AE	63	70	74	11	62	76	86	24
	AC	62	69	73	11	56	70	82	26

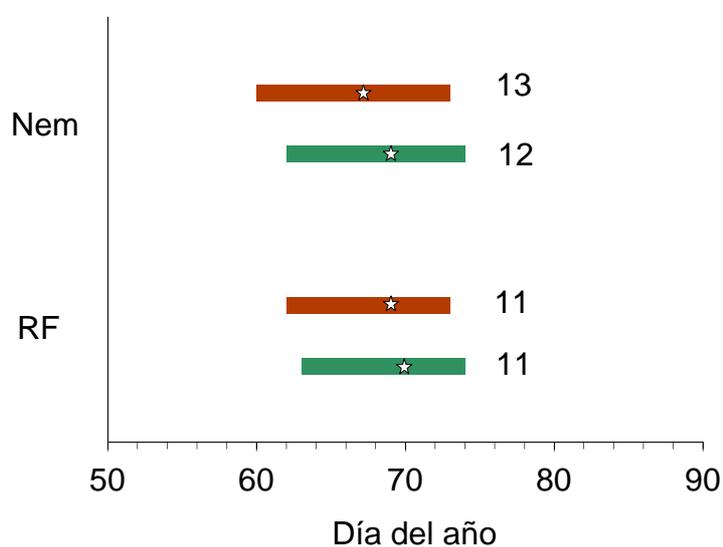


Figura 4.42. Cronograma de floración del cultivar 'Ninfa' de albaricoquero injertado sobre los portainjertos 'Nemaguard' (Nem) y 'Real Fino' (RF) cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2012. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración; el asterisco incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.

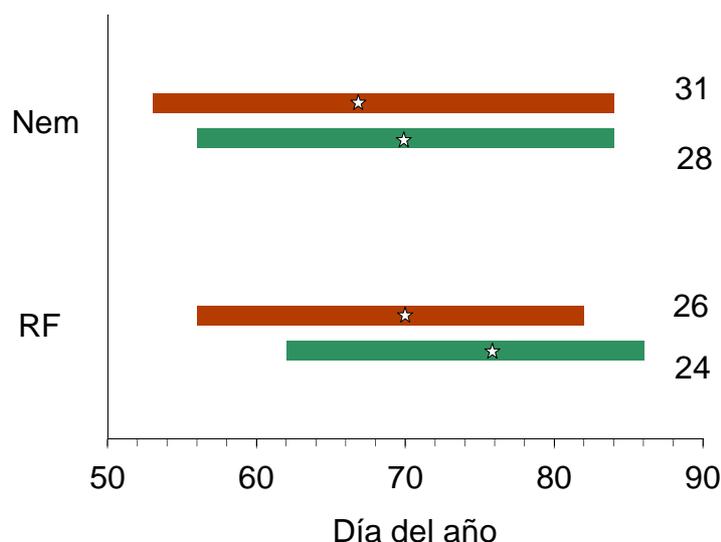


Figura 4.43. Cronograma de floración del cultivar ‘Ninfa’ de albaricoquero injertado sobre los portainjertos ‘Nemaguard’ (Nem) y ‘Real Fino’ (RF) cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2013. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración; el asterisco incluido en cada una de las barras indica el momento de PF.

4.2.5. Producción y calidad de la fruta

Se ha determinado la producción y los parámetros de calidad de la fruta del albaricoquero ‘Ninfa’ sobre ambos portainjertos y en ambos tipos de manejo los años 2012 y 2013.

4.2.5.1. Producción de fruta

La producción del cultivar ‘Ninfa’ de albaricoquero sobre ambos portainjertos y en ambos sistemas agronómicos en los años 2012 y 2013 se presenta en la Tabla 4.61. La producción fue superior en AC, con diferencias significativas, sobre ambos portainjertos, en 2012. Por otra parte, se constató también una producción mayor sobre el portainjerto ‘Nemaguard’, significativa en AE ambos años y en AC en 2012. El calendario medio de recolección (años 2012-2013) del cultivar de albaricoquero ‘Ninfa’ fue del 13 al 24 de mayo.

Tabla 4.61. Producción (kg/árbol y kg/ha) del cultivar ‘Ninfa’ injertado sobre los portainjertos ‘Nemaguard’ y ‘Real Fino’ cultivado en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años 2012 y 2013.

Portainjerto	kg/árbol				kg/ha			
	2012		2013		2012		2013	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
‘Nemaguard’	*7,74 b	*32,56 a	3,74 a	8,12 a	4.412	18.559	2.132	4.628
‘Real Fino’	1,12 b	17,09 a	*0,96 a	3,87 a	638	9.741	547	2.205

En cada fila, para cada portainjerto y año, letras diferentes indican dif. sig. entre tipo de manejo. En cada columna, para cada año y tipo de manejo, la existencia de dif. sig. entre ambos portainjertos se indica con un asterisco ($p \leq 0,05$).

4.2.5.2. Calidad de la fruta

4.2.5.2.1. Diámetro medio

Los valores referidos al diámetro medio de la fruta se presentan en la Tabla 4.62. Se vio que el diámetro fue siempre mayor en manejo en AE y mayor también en los albaricoqueros injertados sobre el portainjerto ‘Nemaguard’. En el año 2012 el diámetro medio de los albaricoques fue mayor en AE sobre ambos portainjertos, con diferencias estadísticamente significativas en el portainjerto ‘Nemaguard’. Por otra parte, el calibre del fruto fue mayor sobre el portainjerto ‘Nemaguard’, existiendo diferencias significativas en los dos tipos de manejo. En el año 2013, el diámetro medio de los albaricoques fue sólo ligeramente mayor en AE en los dos portainjertos y de nuevo también algo mayor sobre el portainjerto ‘Nemaguard’, aunque las diferencias fueron muy pequeñas y nunca significativas.

Tabla 4.62. Diámetro medio de la fruta (mm) del cultivar ‘Ninfa’ de albaricoquero injertado sobre los portainjertos ‘Nemaguard’ y ‘Real Fino’ cultivado en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012 y 2013.

Portainjerto	2012		2013	
	AE	AC	AE	AC
‘Nemaguard’	* 48,22 a	*45,31 b	45,03 a	44,29 a
‘Real Fino’	45,53 a	43,89 a	44,06 a	43,52 a

En cada fila, para cada portainjerto y año, letras diferentes indican dif. sig. entre manejos. En cada columna, para cada año y sistema de manejo, las dif. sig. entre portainjertos se indican con asterisco. ($p \leq 0,05$).

4.2.5.2.2. Peso

Los valores referidos al peso de la fruta se presentan en la Tabla 4.63. Se observó que el peso fue siempre superior en los albaricoques de los árboles injertados sobre el portainjerto 'Nemaguard', obteniéndose diferencias estadísticamente significativas en el manejo en AE el año 2012. Por otra parte, la fruta producida en AE tuvo mayor peso en 2012 y 2013 en los árboles injertados sobre 'Nemaguard' con diferencias estadísticamente significativas el año 2012. La fruta de los árboles injertados sobre 'Real Fino' tuvo pesos muy similares en los dos manejos, siendo ligeramente mayor en el manejo en AC el año 2012 y ligeramente superior en el manejo en AE el año 2013.

Tabla 4.63. Peso de la fruta (g) del cultivar 'Ninfa' de albaricoquero, injertado sobre los portainjertos 'Nemaguard' y 'Real Fino' cultivado en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012 y 2013.

Portainjerto	2012		2013	
	AE	AC	AE	AC
'Nemaguard'	*65,21 a	52,64 b	54,44 a	51,64 a
'Real Fino'	49,63 a	50,03 a	49,23 a	47,89 a

En cada fila, para cada portainjerto y año, letras diferentes indican dif. sig. entre manejos. En cada columna, para cada año y sistema de manejo, las dif. sig. entre portainjertos se indican con asterisco. ($p \leq 0,05$).

4.2.5.2.3. Firmeza

Los datos de firmeza de la pulpa se presentan en la Tabla 4.64. Se observa que con el portainjerto 'Nemaguard' no hubo diferencias entre tipos de manejo en 2012, y en 2013 la fruta producida en AE tuvo una significativa mayor firmeza. Sobre el portainjerto 'Real Fino' hubo diferencias significativas ambos años, superior en AE en 2012 y en AC en 2013. Comparando portainjertos, los resultados son también complejos. Así, en AE, la fruta sobre el portainjerto 'Real Fino' tuvo mayor firmeza, significativa, en 2012 pero menor en 2013. En el sistema AC, la fruta producida sobre el portainjerto 'Nemaguard' fue más firme en 2012, pero menos en 2013, y en ambos casos las diferencias fueron significativas.

Tabla 4.64. Firmeza del fruto (kg/cm²) del cultivar ‘Ninfa’ de albaricoquero, injertado sobre los portainjertos ‘Nemaguard’ y ‘Real Fino’ cultivado en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012 y 2013.

Portainjerto	2012		2013	
	AE	AC	AE	AC
‘Nemaguard’	1,95 a	2,06 a	2,21 a	1,63 b
‘Real Fino’	*2,82 a	1,89 b	1,69 b	*2,65 a

En cada fila, para cada portainjerto y año, letras diferentes indican dif. sig. entre manejos. En cada columna cada año y sistema de manejo, las dif. sig. entre portainjertos se indican con asterisco. ($p \leq 0,05$).

4.2.5.2.4. Color

Las coordenadas CIELAB de color a* y b*, al igual que en las ciruelas, son también buenos indicadores para la interpretación del color en los albaricoques. En el momento de su maduración, el albaricoque ‘Ninfa’ va virando desde el verde a tonalidades amarillas y naranjas. Los valores bajos de las coordenadas a* y b* indican un color más naranja.

Los valores de las coordenadas a* y b* se indican en la Tabla 4.65. El color de los albaricoques sobre el portainjerto ‘Nemaguard’ fue más naranja en AC el año 2012, pero el año 2013 no hubo diferencias para este portainjerto entre ambos tipos de manejo. Con relación al portainjerto ‘Real Fino’, en el año 2013 los albaricoques fueron más naranjas en AC, y en 2013 apenas hubo diferencias entre tipos de manejo. Comparando el color obtenido sobre los dos portainjertos no se observaron grandes diferencias de color y sí cierta variabilidad. Así, los albaricoques del portainjerto ‘Real Fino’ fueron significativamente más naranjas en AC en 2013 que los albaricoques de ‘Nemaguard’. En el año 2012 los albaricoques del portainjerto ‘Real Fino’ fueron ligeramente más naranjas en AE, mientras que en AC fueron algo más naranjas los albaricoques sobre ‘Nemaguard’.

Tabla 4.65. Coordenadas CIELAB de color a* y b* del fruto del cultivar ‘Ninfa’ de albaricoquero, injertado en los portainjertos ‘Nemaguard’ y ‘Real Fino’ cultivado en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012 y 2013.

Portainjerto	a*				b*			
	2012		2013		2012		2013	
	AE	AC	AE	AC	AE	AC	AE	AC
‘Nemaguard’	*47,20 a	42,12 b	45,61 a	*45,88 a	16,12 a	13,69 b	18,48 a	*20,45 a
‘Real Fino’	40,52 b	*47,81 a	45,27 a	42,43 b	16,86 a	15,19 a	17,91 a	15,30 b

En cada fila, para cada portainjerto y año, letras diferentes indican dif. sig. entre manejos. En cada columna, para cada año y sistema de manejo, las dif. sig. entre portainjertos se indican con asterisco. ($p \leq 0,05$).

4.2.5.2.5. Sólidos solubles totales

El contenido de sólidos solubles en la fruta del cultivar 'Ninfa' sobre ambos portainjertos y en ambos tipos de manejo agronómico en los años 2012 y 2013 se presenta en la Tabla 4.66. Se observó que la concentración fue siempre ligeramente superior en la fruta de los árboles injertados sobre el portainjerto 'Real Fino', aunque las diferencias solo fueron estadísticamente significativas el año 2013 en los árboles manejados en AE. Por otra parte, también se observó que la fruta procedente del manejo en AE siempre tuvo mayor contenido de sólidos solubles, aunque solo se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas con el portainjerto 'Real Fino', en los dos años estudiados.

Tabla 4.66. Contenido de sólidos solubles del fruto (°Brix) del cultivar 'Ninfa' de albaricoquero, injertado sobre los portainjertos 'Nemaguard' y 'Real Fino' cultivado en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012 y 2013.

Portainjerto	2012		2013	
	AE	AC	AE	AC
'Nemaguard'	9,27 a	8,67 a	10,10 a	9,63 a
'Real Fino'	10,33 a	9,13 b	*11,60 a	10,40 b

En cada fila, para cada año y portainjerto, letras diferentes indican dif. sig. entre manejos. En cada columna, para cada año y tipo de manejo, las dif. sig. entre portainjertos se indican con un asterisco ($p \leq 0,05$).

4.2.5.2.6. Acidez

Los valores de acidez se presentan en la Tabla 4.67, constatándose la no existencia de diferencias significativas ninguno de los dos años, ni entre tipos de manejo, ni entre portainjertos.

Tabla 4.67. Acidez del fruto (g de ácido málico/100 ml) del cultivar 'Ninfa' de albaricoquero injertado sobre los portainjertos 'Nemaguard' y 'Real Fino' cultivado en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012 y 2013.

Portainjerto	2012		2013	
	AE	AC	AE	AC
'Nemaguard'	1,65 a	1,66 a	1,56 a	1,54 a
'Real Fino'	1,75 a	1,71 a	1,56 a	1,45 a

En cada fila, para cada portainjerto y año, letras diferentes indican dif. sig. entre manejos. En cada columna cada año y sistema de manejo, las dif. sig. entre portainjertos se indican con asterisco. ($p \leq 0,05$).

4.2.5.2.7. Índice de madurez

Los datos referidos al índice de madurez se presentan en la Tabla 4.68. Se observó que el índice de madurez fue siempre ligeramente superior en los albaricoques manejados en AE para los dos portainjertos, aunque sin diferencias significativas. Por otro lado, si se comparan los valores del índice de madurez entre los dos portainjertos se observa que fueron siempre mayores en los albaricoques de los árboles injertados sobre 'Real Fino' aunque sólo se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas en AC en 2013.

Tabla 4.68. Índice de madurez del fruto del cultivar 'Ninfa' de albaricoquero injertado sobre los portainjertos 'Nemaguard' y 'Real Fino' cultivado en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) los años 2012 y 2013.

Portainjerto	2012		2013	
	AE	AC	AE	AC
'Nemaguard'	5,63 a	5,23 a	6,48 a	6,24 a
'Real Fino'	5,91 a	5,39 a	7,45 a	* 7,16 a

En cada fila, para cada portainjerto y año, letras diferentes indican dif. sig. entre manejos. En cada columna, para cada año y sistema de manejo, las dif. sig. entre portainjertos se indican con asterisco. ($p \leq 0,05$).

DISCUSIÓN

5. DISCUSIÓN

A pesar de la extensa superficie dedicada a la Agricultura Ecológica en Andalucía, los frutales de hueso en cultivo ecológico son aún un segmento con muy escasa implantación. De hecho, desde el año 2011, en el que se alcanzó el máximo histórico de superficie de frutales en cultivo ecológico, 1.463 ha, al año 2014, con 972 ha, ha habido un claro retroceso. Entendemos que existen dos hándicaps importantes que bloquean el desarrollo de la fruticultura ecológica. Por una parte, la presión que ejercen las plagas y enfermedades y, en segundo lugar, las dificultades existentes para obtener buenos rendimientos mediante la aplicación de una fertilización orgánica, que además tenga un coste asumible. Quizá habría que tener en cuenta también la escasez de canales adecuados de comercialización de los productos ecológicos. Desde hace unos años en el IFAPA Centro “Las Torres-Tomejil” (Alcalá del Río, Sevilla) se viene desarrollando una línea de investigación y experimentación sobre fruticultura ecológica, centrada especialmente en el cultivo ecológico del ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl). Se ha realizado un estudio comparado en dos parcelas similares, una en manejo ecológico y otra en convencional, que contienen 14 cultivares comerciales con fechas de maduración que se extienden desde principios de junio hasta mediados de septiembre. Se ha venido realizando una evaluación holística, llevando a cabo estudios sobre aspectos agronómicos del cultivo (riego, laboreo, fertilización, manejo de adventicias), sanitarios (plagas y enfermedades, susceptibilidad varietal a las mismas, eficacia de los tratamientos), medioambientales (calidad del suelo, biodiversidad), de fisiología y fenología (crecimiento del árbol, floración, reposo invernal, reservas de azúcares y de nitrógeno en la planta) y de producción y calidad de la fruta. Algunos de estos aspectos, aunque en menor extensión, se ha estudiado también en un estudio comparado, en manejo ecológico y convencional, de un cultivar de albaricoquero injertado sobre dos portainjertos.

En el trabajo que se presenta en esta Tesis Doctoral se han estudiado especialmente aspectos relacionados con el crecimiento y la fenología del cultivo, los rendimientos y los parámetros estándar de calidad de la fruta. Se ha realizado también una primera aproximación al estudio del contenido de reservas de carbohidratos y de nitrógeno en madera. En relación con este último aspecto, se ha realizado un seguimiento de la enfermedad de la roya, que provoca defoliación prematura en los cultivares susceptibles.

Un estudio más detallado de la incidencia de las diferentes plagas y enfermedades, así como de la susceptibilidad varietal y los sistemas de control utilizados junto con determinados aspectos relacionados con la calidad biológica del suelo ha sido objeto del desarrollo de otra tesis doctoral (Pedro A. García Galavís, en preparación).

A continuación se discuten los resultados obtenidos, siguiendo un orden similar al que se ha seguido para la presentación en el apartado de Resultados, independientemente de que se imbriquen cuestiones diferentes cuando se estime oportuno.

5.1. NUTRIENTES EN EL SUELO Y FOLIARES

La fertilización aplicada en ambas parcelas, ecológica y convencional, ha sido una de las acciones más claramente diferenciadas en ambos tipos de manejo de cuantas se han ejecutado a lo largo de los años del estudio. En total han sido diez años (2005-2014) en los que la parcela ecológica ha recibido sólo fertilización orgánica frente a la parcela en manejo convencional, en la que se han aplicado diferentes fertilizantes sintéticos minerales. Resumiendo, puede decirse que los análisis de suelo han reflejado niveles muy semejantes de los diferentes elementos en ambos sistemas de manejo. Con relación a los macroelementos, sus niveles fueron adecuados para todos ellos, excepto para el fósforo, bajo en ambas parcelas. Los microelementos también estuvieron en niveles normales, excepto el cinc, bajo, y el hierro, ligeramente bajo, si bien esto se observó en ambos tipos de manejo. De una forma más detallada se pueden comentar otros aspectos. La materia orgánica es el factor fundamental de la agricultura ecológica (Tisdall y Oades, 1982; Labrador, 2003). En este trabajo se ha visto que los valores de la materia orgánica fueron bajos en ambos manejos agronómicos los tres primeros años de estudio, pero a partir de esa fecha en la parcela en manejo ecológico en general se observaron niveles netamente superiores de MO, y en un rango considerado óptimo (1,5-3 %) (Cobianchi *et al.*, 1989). Parece evidente que las cubiertas vegetales y el compost aportados al suelo contribuyeron al aumento de la materia orgánica en dicho suelo, como se ha documentado en numerosos trabajos previos (Darwish *et al.*, 1995; Stratton *et al.*, 1995; Melero *et al.*, 2006; Melero *et al.*, 2007). Los niveles de MO en el suelo de la parcela convencional estuvieron siempre ligeramente por encima del 1 %, considerados normales en suelos de la zona sometidos a este tipo de manejo (Canet, 2007).

Los valores de N en el suelo fueron bajos en ambas parcelas hasta el año 2009, probablemente como consecuencia de la historia de cultivos anteriores acaecida en las mismas. A partir de esa fecha se obtuvieron niveles algo superiores en el suelo en manejo ecológico, si bien los valores de N en el suelo de la parcela convencional estuvieron también dentro del rango óptimo. En otros estudios previos ya se obtuvieron mayores niveles de N en suelos con fertilización orgánica frente a mineral (Scheller y Raupp, 2005; Warman, 2005).

Los niveles de P en el suelo en manejo ecológico fueron generalmente un poco superiores, pero en ambos tipos de manejo dichos niveles estuvieron por debajo de los considerados normales y adecuados. Las micorrizas, asociación mutualista establecida entre las raíces de las plantas y ciertos hongos del suelo (Smith y Read, 1997; Barea y Olivares, 1998) juegan un papel clave en la supervivencia de las plantas y el reciclado de nutrientes en los ecosistemas naturales y los agroecosistemas, en concreto, son importantes para la captación del fósforo de los suelos (Smith *et al.*, 2011). En consecuencia, su presencia abundante en los suelos puede interpretarse como un estado natural saludable de los mismos. En diferentes años se han tomado raíces de ciruelos de ambas parcelas y se ha analizado la presencia de hongos endomicorrícicos hallándose en general un alto porcentaje de micorrizas, en torno al 70 %, pero muy parecido en ambos tipos de manejo (Daza *et al.*, 2013). Quizá fuera oportuno optimizar la fertilización fosfórica en este tipo de suelos, en el caso del suelo en manejo convencional, mediante la aplicación de

superfosfatos, y en el suelo en manejo ecológico, aplicando roca fosfórica molida o el aporte de otros compuestos orgánicos ricos en fósforo.

Los niveles del resto de macroelementos, K, Mg, Na, en los suelos de ambos tipos de manejo estuvieron en general dentro o próximos a los niveles considerados normales, sin que pueda pensarse que pudieran haber influido en otros aspectos de la plantación. Los niveles de calcio en este tipo de suelo son elevados, aunque no se incluyen en los resultados por la dificultad analítica de este elemento, que hace que a veces aparezcan valores erráticos. Los niveles de los microelementos en el suelo fueron también muy similares en ambas parcelas y en general estuvieron dentro de los rangos aceptables, exceptuando el cinc, que fue netamente bajo. En consecuencia, no parece probable que se pudiera ocasionar una carencia importante o toxicidad por defecto o exceso de alguno de ellos.

Los análisis foliares determinan el contenido de nutrientes en las hojas, siendo más adecuados que los análisis de suelo para evaluar el estado nutricional de los cultivos, al arrojar una información más precisa sobre el grado de absorción de los diferentes nutrientes (Fernández-Escobar y Parra, 1985). Se han realizado durante varios años numerosos análisis foliares en diferentes cultivares de ciruelo japonés. Los resultados constataron dos aspectos generales, por una parte, que no se han encontrado diferencias fundamentales entre los dos tipos de manejo y por otra, que el nivel de la mayoría de los nutrientes estuvo dentro o próximo a los niveles estimados como adecuados para frutales (Beutel *et al.*, 1978; Shear y Faust, 1980). No obstante, se han evidenciado una serie de cuestiones que se van a comentar, ya que pueden ser importantes para la adecuada gestión de la plantación.

Dos elementos fundamentales para las plantas, N y K, tuvieron en numerosas ocasiones valores un poco más elevados en los árboles sometidos a manejo convencional, si bien los niveles existentes en manejo ecológico se hallaron generalmente dentro del rango considerado normal. En el caso del nitrógeno se da la paradoja de que los niveles de este elemento fueron en general algo superiores en el suelo sometido a manejo ecológico, lo que sugiere la existencia de diferencias en la disponibilidad real de este elemento en el suelo o en la capacidad final de su absorción por las plantas sometidas a un tipo u otro de manejo. El fósforo, en concordancia con sus niveles bajos en el suelo, es un elemento cuyos niveles foliares estuvieron generalmente por debajo de su rango óptimo.

Fe, Mn y Zn son tres microelementos que suelen tener problemas de disponibilidad en suelos calizos de pH elevado, como es el caso de los suelos de las parcelas de este estudio (Brown y Albrecht, 1947; Sharma *et al.*, 1999). No obstante, solamente el cinc parece hallarse en una concentración siempre por debajo de los valores adecuados. En este trabajo en general no se ha observado clorosis o carencias en el cultivo, exceptuando una cierta clorosis férrica transitoria en algunos cultivares los años 2012 y 2013, que afectó sólo al cultivo en manejo convencional, aunque los valores de la clorofila en los cultivares 'Souvenir', 'Red Beaut', 'Friar' y 'Showtime', medidos con un SPAD, no detectaron diferencias significativas entre ambos manejos agronómicos (datos no mostrados). De hecho, el portainjerto 'Mariana GF8-1', utilizado en este estudio, presenta buena tolerancia a la clorosis férrica (Rodrigo y Guerra, 2014). Los niveles de boro fueron también bajos. Puesto que no se han

observado concentraciones excesivamente elevadas de ningún elemento, parece lógico que no se hayan observado tampoco fitotoxicidades en hoja.

5.2. CRECIMIENTO VEGETATIVO DEL ÁRBOL

El crecimiento y el vigor de los árboles frutales están condicionados en primera instancia por la carga genética del cultivar, pero modulados por determinados factores como las condiciones climáticas (luz, pluviometría, humedad, temperatura) (Legave *et al.*, 2006b), el tipo de suelo (Fraga, *et al.*, 2014), los nutrientes y el agua (Coletto, 1989), el tipo de portainjerto (Sottile *et al.*, 2007; Rozpara, *et al.*, 2010), la carga frutal (Blanco *et al.*, 1995; Inglese *et al.*, 2001) o el grado de afectación de plagas y enfermedades (Flore y Layne, 1996). Uno de los aspectos en los que se ha centrado este trabajo ha sido determinar el efecto que pudiera tener un manejo agronómico diferenciado ecológico y convencional, sobre el crecimiento vegetativo de la plantación. En los estudios realizados con el cultivar 'Ninfa' de albaricoquero se estudió también el efecto de dos portainjertos diferentes sobre los diferentes parámetros analizados.

Aunque existen numerosos trabajos en los que se comparan los sistemas productivos ecológico y convencional, la mayoría de ellos se centran en la productividad y la calidad. Sin embargo, los estudios que enfocan aspectos relativos al crecimiento y el vigor del cultivo son muy escasos. De hecho, como indican Bravo *et al.* (2012), la influencia de la fertilización orgánica sobre el crecimiento de los árboles se ha estudiado muy escasamente. Existen algunos estudios sobre este campo en diferentes frutales que presentan resultados opuestos. Así, por ejemplo, Peck *et al.* (2006) indicaron que una plantación ecológica de manzano del cultivar 'Galaxy Gala' tuvo menos vigor que la plantación en cultivo convencional y en la misma línea, Walsh *et al.* (2011) observaron menor vigor en seis cultivares de manzano ('Autumn Gala,' 'Royal Court', 'Sun Fuji', 'Enterprise', 'GoldRush' y 'Liberty') y tres de peral ('Atago', 'Niitaka' y 'Olympic'), mientras que Roussos y Gasparatos (2009), con el cultivar 'Starking Delicious' de manzano, encontraron mayor vigor en producción ecológica, si bien esto pudiera explicarse por la baja producción en dicho sistema, menos de la mitad de la productividad de la parcela convencional. Los resultados obtenidos en este trabajo, parte de los cuales han sido publicados en los manuscritos de Arroyo *et al.* (2013a) y Pérez-Romero *et al.* (2014a), van en la misma línea que los obtenidos por Peck *et al.* (2006) y Walsh *et al.* (2011). Los siete parámetros del crecimiento vegetativo medidos en ciruelo japonés y el único parámetro, TCSA, medido en albaricoquero, indican un mayor vigor de los árboles manejados en AC. Se han observado algunas excepciones puntuales que responden a determinadas causas. Así, el crecimiento de los ramos en el año 2012 fue superior en los árboles manejados en AE, lo que pudo deberse a la no eliminación ese año de los frutos de los ramos estudiados, produciendo una mayor merma del crecimiento en los árboles manejados en AC, debido a su mayor producción. El hecho de que una mayor producción de fruta tiene como efecto una reducción del crecimiento vegetativo ha sido ampliamente documentado en numerosos trabajos (Landsberg, 1980; Kappel, 1991; Blanco *et al.*, 1995; Grossman y DeJong, 1995). No obstante, dado que en general el crecimiento vegetativo fue siempre mayor en los árboles en manejo convencional, sistema en el que los

rendimientos fueron también casi siempre superiores, se deduce que el desnivel vegetativo y de vigor entre los sistemas convencional y ecológico ha sido lo suficientemente grande como para contrarrestar la dirección del modelo de Landsberg (1980), que manifiesta que a mayor producción, menor crecimiento vegetativo. En consecuencia, parece probable que puedan hallarse implicados en el crecimiento vegetativo del cultivo otros factores, tales como la fertilización o el ataque de plagas y enfermedades. Aunque los niveles de nutrientes en el suelo, y también en hoja, fueron adecuados en ambos sistemas de manejo, sin embargo, en agricultura ecológica los momentos de máximas necesidades del cultivo no coinciden siempre con los de máxima disponibilidad de nutrientes en el suelo (Berry *et al.*, 2002; Barker, 2010). Se piensa que el nitrógeno es uno de los factores limitantes responsable de la baja productividad de los sistemas ecológicos (Torstensson, 1998), y ello cuando muchas veces los balances netos de N son superiores en dichos sistemas orgánicos (Kaffka y Koepf, 1989; Nolte y Werner, 1994; Berry *et al.*, 2002). De hecho, Gill *et al.* (1995) y Bhogal *et al.* (2001) comprobaron que el aporte global de N mineral a partir de la materia orgánica en la agricultura ecológica puede suponer más de 300 kg/ha/año. Esto sugiere que el problema no estaría en la cantidad total sino más bien en una baja disponibilidad de N en determinadas etapas del cultivo a lo largo del año (Berry *et al.*, 2002). En línea con estos estudios, no se puede descartar, sino que más bien parece muy oportuno pensar que en los dos periodos de mayor crecimiento vegetativo de los frutales de zona templada, en primavera y en otoño, (Coletto, 1989), la disponibilidad de nutrientes en el suelo no fuera la óptima, teniendo como consecuencia un menor crecimiento vegetativo de los árboles manejados en AE frente a los manejados en AC.

Cannell (1985) observó en manzano que la eliminación de las hojas y otras partes vegetativas del árbol redujo el crecimiento vegetativo y el crecimiento acumulado de sucesivos años. A la vista de estos resultados en manzano, es probable que la defoliación anticipada que ocurrió en los árboles de nuestro estudio en el manejo en AE, pudiera encontrarse también entre las causas de esta reducción del crecimiento vegetativo del árbol.

Además, se podría pensar en otra tercera causa, la incidencia de plagas y enfermedades, que en general fue mayor en el sistema ecológico que en el convencional (García-Galavís *et al.*, 2009; García-Galavís, Tesis Doctoral en preparación). Otros autores han observado que un inadecuado control de plagas y enfermedades puede provocar una reducción del vigor de los árboles (Alvarado *et al.*, 2004; Lenz *et al.* 2009).

En consecuencia, creemos que los tres factores conjuntamente, el tipo de fertilización, la mayor incidencia de plagas y enfermedades y la defoliación adelantada, tuvieron una relación directa con el menor crecimiento vegetativo de los árboles manejados en AE de las dos especies estudiadas en este trabajo.

5.3. FLORACIÓN Y DEFOLIACIÓN OTOÑAL

Siguiendo la escala BBCH de codificación de los estadios de crecimiento de las plantas (Meier *et al.*, 1994) se ha analizado la floración de los diferentes cultivares de ciruelo todos los años del periodo 2007-2014. Los resultados obtenidos han permitido constatar que en general cada año la parcela ecológica ha sufrido un retraso de su periodo de floración con respecto a la

parcela convencional. Se retrasan el inicio y la plena floración y además la duración de la floración de dicha parcela es menor.

Diversos factores como las condiciones climáticas (Serrano *et al.*, 2011) o el material vegetal (Beckman *et al.*, 1992), pueden incidir en el adelanto o retraso de la floración. En este estudio comparado, tanto las condiciones climáticas como los cultivares fueron similares, variando, por tanto, sólo el tipo de manejo agronómico, especialmente la fertilización y el control de las plagas y enfermedades.

Se ha observado que la parcela ecológica defolia prematuramente en comparación con la parcela en manejo convencional, y que una de las posibles causas de ello puede ser la enfermedad de la roya, de difícil control en AE, ya que los cultivares más susceptibles presentan de forma más acusada esta defoliación prematura (García-Galavís *et al.*, 2009; Daza *et al.*, 2010; Arroyo *et al.*, 2014). No obstante, no parece que sea la roya el único agente causante de esta defoliación anticipada en manejo ecológico, ya que el cultivar 'Red Beaut', tolerante a la roya, también defolió anticipadamente en el manejo en AE. Aunque no se cuantificó la cinética de defoliación del cultivar 'Ninfa' de albaricoquero, sí se observó que la defoliación de los árboles en manejo en AE también se inició antes.

Las plagas y enfermedades y las deficiencias de nutrientes conducen a defoliaciones prematuras de los frutales (Adicott y Lyon, 1973; Bubici *et al.*, 2010). Couvillon y Lloyd (1978), observaron que una defoliación anticipada en melocotonero causó un retraso de la floración. Se podría inferir, por tanto, que la defoliación prematura pudo ser uno de los factores que provocó el retraso de la floración en manejo en AE en los años del estudio, tanto en ciruelo japonés como en el cultivar de albaricoquero. Esta hipótesis adquiere mayor sentido al observar que cultivares con alta susceptibilidad a la roya ('Santa Rosa', 'Friar' y 'Showtime'), y por tanto con una defoliación anticipada más acentuada en el manejo en AE, se encontraban entre los cultivares que mayor retraso tuvieron en el IF. Sin embargo, el cultivar 'Larry-Ann', muy susceptible también a la roya, tuvo un desfase pequeño en el IF entre los dos manejos. La mayor incidencia de la roya en los árboles manejados en AE estuvo motivada por la incapacidad de controlar este hongo con los tratamientos autorizados en AE (Arroyo *et al.*, 2014). Se han realizado algunos ensayos dirigidos sobre cultivares susceptibles aplicando cola de caballo, azufre y extracto de ajo, pero se ha obtenido muy escasa eficacia (Pérez-Romero *et al.*, 2014b).

Se ha descrito que la defoliación prematura también tiene como efecto una menor acumulación de reservas (Worley, 1979; Nzima, *et al.*, 1999; Alves *et al.*, 2008). Los carbohidratos parecen ser la principal fuente de energía implicada en la brotación de las yemas vegetativas y de flor (Flore y Layne, 1996). Se podría pensar que una defoliación prematura de los cultivares en manejo en AE podría tener como consecuencia una menor acumulación de carbohidratos, pudiéndose ocasionar el retraso del inicio de la floración, aunque, como se discutirá más adelante, esto no está nada claro en este estudio, dada la similar concentración de carbohidratos y de N encontradas en ambos tratamientos.

Así pues, en principio es posible que tanto el estrés global ocasionado por las plagas y enfermedades como el tipo de fertilización orgánica aplicado en la parcela ecológica puedan ser las causas más o menos directas tanto del

retraso en la floración como de la defoliación prematura observadas en la parcela ecológica.

5.4. RESERVAS DE CARBOHIDRATOS Y NITRÓGENO EN MADERA

Cada año, en la última fase del periodo vegetativo, los árboles de hoja caduca acumulan nitrógeno y carbohidratos no estructurales los cuales, tras el periodo de reposo invernal, son movilizados al principio de la siguiente estación vegetativa (Titus y Kang, 1982; Tromp, 1983; Oliveira y Priestley, 1988; Loescher *et al.*, 1990). Estas reservas acumuladas son las que en gran medida proporcionan los compuestos y la energía necesarios para el rebrote y nuevo crecimiento tras la parada invernal (Oliveira y Priestley, 1988; Millard, 1996; Bi *et al.*, 2004).

Existen una serie de factores climáticos o agronómicos que inciden sobre las reservas de las plantas como son, por ejemplo, la luz, la temperatura, las horas frío acumuladas (González-Rossia *et al.*, 2008), el anillado (Li *et al.*, 2003) o la poda (Chesney y Vasquez, 2007). Se conoce también, trabajando con distintas especies, que una defoliación anticipada de la planta en otoño provoca una disminución de las reservas de carbohidratos (Loescher *et al.*, 1990; Nzima *et al.*, 1999), pero también ocasiona una disminución de las reservas nitrogenadas (Faby y Naumann, 1986; Guak *et al.*, 2001). Aunque subsisten dudas sobre si el menor crecimiento observado en los árboles en los que se ha realizado una defoliación manual prematura se debe a las bajas reservas de N, de carbohidratos, o a ambas cosas, los estudios realizados hasta el momento con manzanos sugieren que el crecimiento inicial es más dependiente de las reservas de N (Tromp, 1983; Cheng y Fuchigami, 2002). No obstante, a pesar de esta aparente mayor implicación de las reservas de N, las reservas de carbohidratos parecen hallarse muy imbricadas también en el proceso, ya que la síntesis de aminoácidos y proteínas tiene lugar a expensas de los carbohidratos no estructurales presentes en la planta (Taylor *et al.*, 1975; Bi *et al.*, 2004) interpretándose, pues, que estas reservas de carbohidratos son también fundamentales para el rebrote y crecimiento inicial en primavera (Bond y Midgley, 2001; Kabeya y Sakay, 2005).

En manzanos jóvenes se ha analizado las dinámica de reservas de N y carbohidratos en función de la fertilización nitrogenada y se ha visto que en condiciones de baja fertilización nitrogenada la mayor parte del nitrógeno se almacena en forma de proteínas, y sólo una pequeña fracción está en forma de aminoácidos libres (Cheng *et al.*, 2004); en estas condiciones se encuentra una alta concentración de carbohidratos no estructurales. Si se incrementa la fertilización nitrogenada, se observa un descenso de los carbohidratos no estructurales que se incorporan en aminoácidos y proteínas. Aunque también en condiciones de riqueza de nitrógeno la mayor forma de almacenaje del N sean las proteínas, son los aminoácidos libres los que abastecen la primera demanda fuerte de N que tiene lugar a principios de primavera. Posteriormente el aporte de N será suministrado por la hidrólisis de proteínas (Malaguti *et al.*, 2001).

Los resultados obtenidos en este trabajo, retraso en la brotación y la floración y una defoliación anticipada, ya observables desde los primeros años del estudio, nos llevaron a plantearnos la hipótesis de que la defoliación anticipada en los árboles manejados en AE estuviera ocasionando una

disminución de las reservas de carbohidratos y/o nitrógeno en madera, tal y como han observado otros autores (Hudgeons *et al.*, 2007; Alves *et al.*, 2008). Además, puesto que la roya parece ser uno de las causas importantes de esta defoliación prematura, se decidió incluir en el estudio dos cultivares muy susceptibles a la enfermedad, 'Showtime' y 'Friar', y dos tolerantes, 'Red Beaut' y 'Souvenir'.

Sin embargo, y a pesar de todo lo comentado, los resultados de este trabajo no han sido clarificadores en este sentido, puesto que se han obtenido valores muy similares entre ambos tipos de manejo, con algunas excepciones puntuales. Las variaciones anuales sí parecen haber sido más o menos lógicas, ya que las diferentes fracciones que forman parte de las reservas generalmente fueron más elevadas al final del crecimiento vegetativo y durante el reposo invernal y disminuyeron en los momentos del crecimiento vegetativo. Puesto que las plantas acumulan estas reservas tanto en raíces como en el tronco principal y ramas secundarias (Tromp, 1983), y nosotros hemos analizado sólo ramas o raíces secundarias, no se puede descartar totalmente que pueda existir diferencias en las reservas del tronco o raíz principales.

El ensayo de crecimiento controlado y dos tipos de fertilización, orgánica y mineral, que se realizó con las miniplantas de 'Mariana 2624', pretendió simular lo acontecido en condiciones de campo en ambas parcelas. Como se ha indicado, el apartado de crecimiento vegetativo se ve condicionado por el grado de afectación de plagas y enfermedades (Alvarado *et al.*, 2004; Lenz *et al.* 2009), que pueden provocar defoliaciones prematuras (Adicott y Lyon, 1973). En este estudio, mediante la minimización de la problemática ocasionada en campo por la incidencia de las plagas y enfermedades, se intentó focalizar más intensamente la atención en el tipo de fertilización. Adicionalmente, las condiciones controladas de temperatura y fotoperiodo nos permitieron descartar que los resultados obtenidos hubieran estado modulados por circunstancias puntuales asociadas a unas condiciones climáticas adversas, que también pueden afectar al crecimiento (Legave *et al.*, 2006b).

Los resultados obtenidos en este ensayo fueron en la misma línea que los obtenidos en los ensayos de campo. Así, se observó igualmente una defoliación adelantada en las plantas crecidas en sustrato orgánico. Ya cuando se comentó la alta correlación entre la incidencia de la roya y el adelanto de la defoliación se mencionó la posibilidad de que hubiera otros factores adicionales que estuvieran motivando el adelanto de la defoliación, probablemente sobre todo el tipo de fertilización. Los resultados obtenidos en condiciones de crecimiento controladas parecen apoyar firmemente esta idea, ya que las miniplantas no desarrollaron la enfermedad de la roya durante el ensayo. De forma equivalente a lo que ocurrió en condiciones de campo, en este ensayo también se obtuvo un menor crecimiento vegetativo en las miniplantas sometidas a fertilización orgánica. De forma similar a lo que ocurrió en los cuatro cultivares de ciruelo japonés en cultivo ecológico y convencional, tampoco hubo diferencias en las reservas de carbohidratos y nitrógeno de las miniplantas crecidas con los dos tipos de fertilización, orgánica y convencional.

El análisis de los elementos de reserva en árboles es un tema complejo, ya que su concentración fluctúa durante todo el ciclo anual. Un ejemplo de esta complejidad lo representa el almidón, que dependiendo de la especie frutal se acumula en mayor o menor concentración en diferentes momentos del ciclo; así, algunas especies comienzan a almacenar almidón al comienzo del ciclo

vegetativo, mientras que otras lo hacen cuando la fruta está casi madura (Keller y Loescher, 1989; Yamashita, 1986). Otro aspecto complejo es la concentración a la que se almacenan los carbohidratos y el nitrógeno en los diferentes tejidos del árbol. La mayoría de los trabajos indican que las reservas se almacenan en mayor concentración en las raíces (Hillcottingham y Lloydjones, 1975; Loescher *et al.*, 1990), pero aunque la concentración sea superior en las raíces, la cantidad total de reservas es superior en la parte aérea, ya que las ramas, ramos, tallos y hojas representan un mayor peso seco que las raíces (Pallardi, 2007). Siguiendo este hilo argumental, puede establecerse que aunque las concentraciones de carbohidratos solubles, almidón y nitrógeno en la madera de los árboles de ambos tipos de manejo fueran similares, las reservas totales fueron superiores en los árboles en manejo convencional, ya que el tronco y ramas principales fueron mayores en este tratamiento. En nuestro caso, los resultados obtenidos en raíces en el análisis realizado en noviembre del 2010 no mostraron diferencias entre la concentración observada en raíz o parte aérea. Diferentes estudios sobre estas reservas se focalizan principalmente en el análisis en ramas (González-Rossia *et al.*, 2008), tal y como ha sido desarrollado en este trabajo. Otro aspecto adicional que dificulta el estudio de las reservas de carbohidratos y nitrógeno es la relación entre ellas, ya que algunos autores han descrito una correlación negativa entre el contenido de nitrógeno y el de carbohidratos (Cheng y Fuchigami, 2002). En los resultados obtenidos en este trabajo se ha observado una correlación negativa débil ($r = -0,29$) entre el N y los azúcares solubles totales y una correlación negativa fuerte ($r = -0,57$) entre el N y la concentración de almidón, lo que en cierta medida va en la misma línea de lo hallado por Cheng y Fuchigami, (2002).

En líneas generales los niveles de azúcares solubles totales hallados en este trabajo han sido más bajos que los descritos en otros trabajos con manzano y ciruelo (Sivaci, 2006; González-Rossia *et al.*, 2008) y similares a los descritos en pistacho (Nzima *et al.*, 1997). Por el contrario, los niveles de N han sido superiores. La concentración de almidón ha sido similar a la descrita en algunos de los trabajos citados.

No se han hallado en la literatura estudios paralelos al nuestro, en el que se analicen de forma comparada las reservas de una determinada especie o cultivar en ambos tipos de manejo, ecológico y convencional. No obstante, se han encontrado algunos estudios previos que apuntan en la dirección de que una diferencia de vigor en el árbol no conlleva cambios relevantes en las reservas. Gaudillere *et al.* (1992) estudiaron las reservas de carbohidratos solubles en cultivares de ciruelo europeo injertados sobre tres portainjertos diferentes que producen árboles de diferente vigor y no hallaron diferencias en los niveles de reservas. En estudios parecidos, también en ciruelo europeo, Moing *et al.* (1994) estudiaron las reservas de nitrógeno y de carbohidratos en árboles sometidos a dos tipos diferentes de poda y manejo que produjeron ramas de muy diferente vigor, hallando niveles muy similares de reservas en ambos casos. Parece obvio y necesario la conveniencia de profundizar en el análisis de las reservas en los frutales de hoja caduca.

5.5. RENDIMIENTOS

La agricultura ecológica suele ser menos productiva que la convencional, hecho constatado en estudios y revisiones recientes realizados para diversos cultivos, entre los que se encuentran diferentes frutales (do Amarante *et al.*, 2008; Roussos y Gasparatos, 2009; Gastol *et al.*, 2011; de Ponti *et al.*, 2012). Los resultados obtenidos en este trabajo para las dos especies estudiadas van en la misma línea de los resultados obtenidos en los trabajos citados.

Uno de los aspectos fundamentales en el que se diferencian los dos tipos de manejo agronómico es el tipo de fertilización empleado. Se puede pensar que ello puede ser una de las causas de la menor productividad en el sistema ecológico. No obstante, las diferencias en elementos nutritivos tanto en el suelo como en la hoja en ambos sistemas de manejo no han sido significativas. Se piensa que el nitrógeno es uno de los factores limitantes responsable de la baja productividad de los sistemas ecológicos (Torstensson, 1998). En este sentido, por ejemplo, se ha mostrado que el aporte de N desde las cubiertas vegetales incorporadas en primavera posibilita mejor sincronía de la liberación de N asimilable con la demanda de las plantas que la incorporación otoñal de abonos verdes (Henrikson *et al.*, 2000). En consecuencia, parece factible que el sistema de fertilización empleado en el cultivo ecológico pudiera ser una de las causas que hubiera ocasionado un rendimiento menor, por problema de disponibilidad en momentos claves.

Otra posible causa del menor rendimiento del sistema ecológico puede ser el mayor estrés provocado por plagas y enfermedades al que estuvieron sometidos los árboles cultivados en AE (García-Galavis *et al.*, 2009). Esta relación directa es recogida en los resultados publicados por Choi *et al.* (2012b) en peral. Además, la defoliación prematura que ocurrió en los árboles manejados en AE también pudo estar involucrada en la menor producción, ya que este hecho puede originar una reducción del número de yemas vegetativas y de flor (Oliveira y Priestley, 1988). A pesar de esta tendencia productiva general, se han obtenido algunas excepciones, como sucedió en el año 2013, con una producción superior en manejo ecológico. Aunque el ciruelo no se caracteriza por ser una especie frutal con una gran tendencia a la vecería, no obstante, se ha descrito este fenómeno en algunos cultivares de ciruelo europeo (Couranjou, 1970). Este hecho, junto con los factores climáticos de cada año, podrían explicar las oscilaciones anuales observadas entre los diferentes cultivares. El año 2013 fue excepcional, en el sentido de que por primera y única vez la producción global en el sistema ecológico fue claramente superior. ¿Qué sucedió en 2013 para que se invirtiera la producción a favor de la parcela ecológica? Una argumentación muy escuchada desde los defensores a ultranza de la agricultura ecológica es que tras varios años las producciones de los sistemas ecológicos se van aproximando a las de los sistemas convencionales. Un primer razonamiento podría habernos hecho pensar que esto podía estar detrás de lo observado en este año. Sin embargo, la hipótesis diferente que barajamos es la siguiente: generalmente la floración se retrasa unos días en la parcela ecológica con respecto a la convencional y ese periodo en 2013 fue especialmente lluvioso, húmedo y escaso de luz, con respecto a otros años, según se muestra en la Figura 5.1.a es posible que dicho retraso posibilitara que la floración en la parcela ecológica, pero no en la convencional, tuviera unos días finales sin lluvia y más luminosos y templados

que propiciaron una mejor polinización y cuajado (Figura 5.1.b). Se sabe que una climatología adversa dificulta la polinización realizada por los insectos (Gradziel y Weinbaum, 1999) y que el exceso de humedad provoca también la ruptura de los granos de polen y disminuye la dehiscencia de las anteras (Corbet, 1990), disminuyendo en consecuencia el cuajado y, por tanto, la producción. Los rendimientos obtenidos el año siguiente, 2014, de nuevo claramente superiores en la parcela convencional, parecen apoyar que la hipótesis comentada sea correcta. El año 2014, desde nuestro punto de vista, es también importante porque nos permite valorar la potencialidad de ambos sistemas de manejo en las condiciones de este estudio. Ese año puede estimarse que las plantaciones ya han alcanzado su plena madurez vegetativa y productiva y además la climatología en el periodo de floración fue benigna y apropiada para la adecuada polinización y cuajado. Pues bien, ese año las producciones medias fueron de 27.200 kg/ha en la parcela ecológica y de 39.400 kg/ha en la parcela convencional, producciones que pueden considerarse buenas en ambos sistemas, pero que ponen de manifiesto una especie de insalvable escalón entre los dos tipos de manejo, en concordancia con la mayor parte de la literatura científica que estudia con rigor estas cuestiones.

Se pueden comentar también algunos resultados concretos relativos a determinados cultivares. Así, 'Friar', 'Angelino' y 'Santa Rosa' son tres cultivares que tuvieron rendimientos bajos en las condiciones del estudio, al menos algunos años. El cultivar 'Friar', que tuvo una producción significativamente baja los años 2010 y 2014, se caracteriza por tener unos requerimientos de horas frío superiores al resto de cultivares del ensayo, necesidades que algunos años no se cubren en la zona, como ocurrió esos dos años, en los que se alcanzaron sólo 404 y 520 horas frío, respectivamente. En consecuencia, esos años hubo muy escasa o casi nula floración en ambas parcelas, con la consiguiente repercusión negativa en la producción. El cultivar 'Angelino' que presentó también baja producción, principalmente en el manejo en AE, es de recolección tardía (primera quincena de septiembre) y en esta época del año las poblaciones de mosca de la fruta son muy elevadas y difíciles de controlar en el sistema ecológico (Arroyo *et al.*, 2013b), teniendo como consecuencia directa una importante caída de fruta durante el mes de agosto y los primeros días de septiembre. El cultivar 'Santa Rosa' se caracterizó por unos bajos rendimientos en los dos tipos de manejo debido a un bajo cuajado y una continua caída de frutos en sus primeros estadios.

La producción del albaricoquero fue muy superior en los dos tipos de manejo y los dos portainjertos en el año 2012 en comparación con el 2013, a excepción de la producción obtenida en los árboles injertados sobre 'Real Fino' en manejo en AE, que fue muy baja y similar en los dos años. La duración media del periodo de floración fue netamente superior en 2013 (26,75 días) que en 2012 (11,77 días), lo que viene a mostrar claramente que un periodo de floración más largo necesariamente no conlleva un cuajado y producción mejores, sino que intervienen también otros factores como, por ejemplo, las condiciones climáticas. De hecho, la floración de 2013 coincidió con un periodo de más lluvias y humedad que la de 2012.

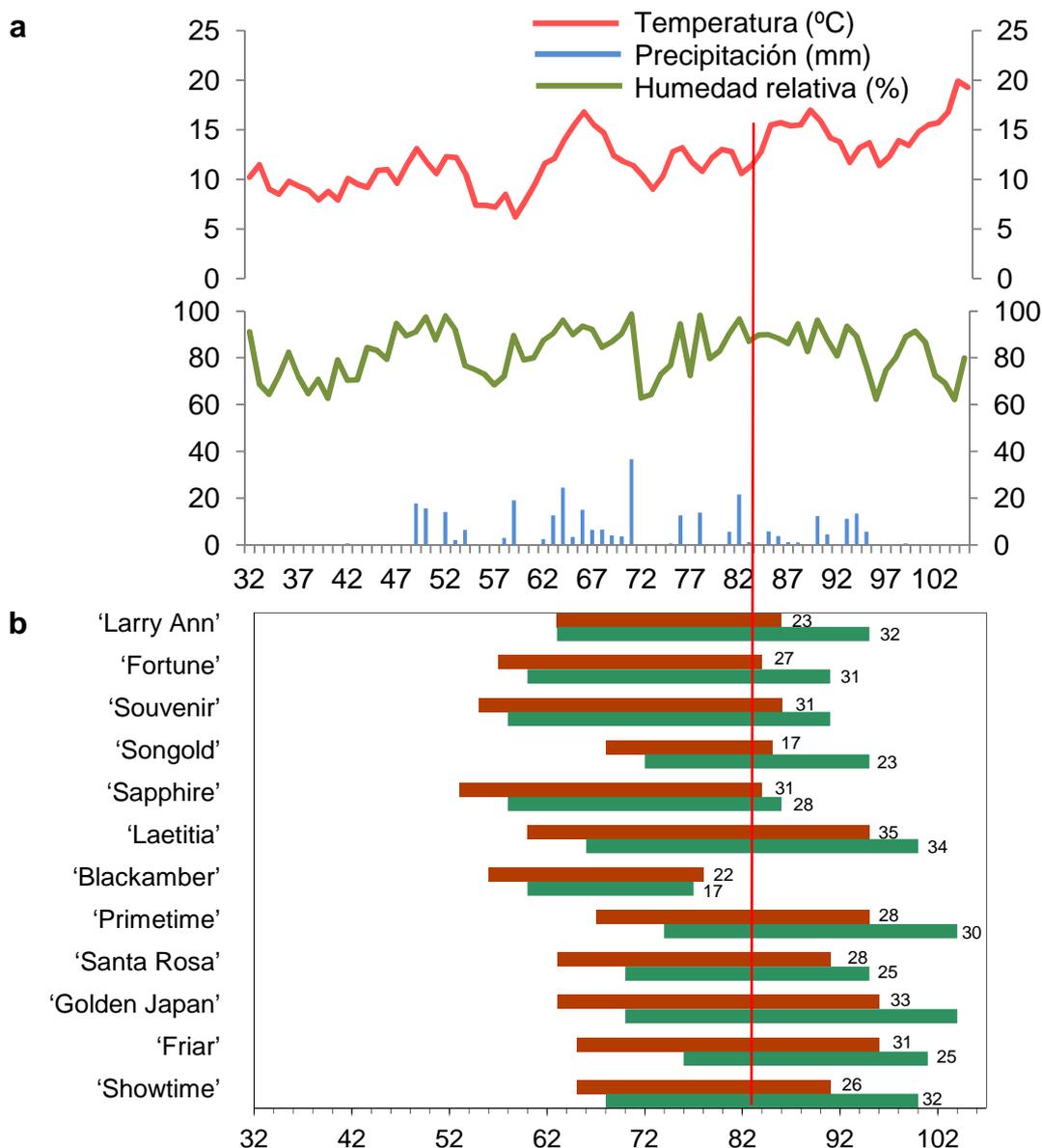


Figura 5.1. a) Condiciones agroclimáticas registradas en la zona del estudio durante los meses de febrero a abril de 2013. La humedad relativa y la temperatura son las medias diarias. b) Cronograma de floración de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (barra verde) y convencional (barra marrón) en el año 2013. El número a la derecha de la barra indica el número de días que duró la floración.

5.6. CALIDAD DE LA FRUTA

La calidad de un alimento es un concepto amplio que contempla aspectos diferentes tales como su apariencia, su autenticidad (p.e., ausencia de conservantes), su funcionalidad o adaptación tecnológica, el valor nutricional, la bondad de su acción biológica (p. e., no provocar alergias) e incluso sus repercusiones éticas, medioambientales y sociales.

Se han realizado numerosos análisis comparativos entre distintos productos convencionales y ecológicos en cuestiones de calidad. Williams (2002) señala que la percepción general es que los productos ecológicos son más sanos; pero en general en la mayoría de los estudios se han encontrado pocas diferencias entre ambos sistemas (véanse las revisiones de Schupman, 1974; Woese *et al.*, 1997; Diver, 2002; Dangour *et al.*, 2009). Algunos autores encuentran que las frutas y verduras ecológicas contienen más minerales, proteínas y vitaminas que las convencionales (Schupman, 1974; Magkos *et al.*, 2003). Otros estudios indican que los productos ecológicos presentan menor contenido en residuos de pesticidas (Baker *et al.*, 2002). Schupman (1974) y Woese *et al.*, (1997) señalan contenidos de materia seca mayores en los productos ecológicos que en los convencionales.

Muchos de los problemas que tienen estos estudios comparativos, ecológico *versus* convencional, es que previamente no se han homogeneizado adecuadamente todos los parámetros que pueden afectar a la calidad como son el tipo de suelo, la climatología del lugar, el cultivar, el portainjerto o la edad de las plantas. Todos estos factores interfieren con el factor “tipo de manejo”, dificultando el estudio de su influencia real. En consecuencia, un prerequisite importante para proceder a este tipo de análisis es disponer de muestras de alimentos obtenidos teniendo una serie de parámetros comunes. Creemos que ello se cumple en la plantación del ensayo objeto de estudio.

A continuación se realizará una breve discusión sobre cada uno de los parámetros de calidad estudiados.

5.6.1. Tamaño y peso del fruto

Los resultados obtenidos para el diámetro y el peso de la fruta serán discutidos de forma conjunta en este apartado, ya que ambos parámetros están positivamente correlacionados. El tamaño de la fruta es un parámetro muy importante y apreciado por los consumidores (Walkowiak-Tomczak *et al.*, 2007), teniendo mayor aceptación y mayor valor económico la fruta de mayor tamaño o calibre (Hajagos *et al.*, 2012). El tamaño de la fruta puede estar condicionado por factores como la densidad de plantación (Gurcharan *et al.*, 2004), la carga del árbol, condiciones climáticas y prácticas culturales (Guerra y Casquero, 2009), la disponibilidad de nutrientes (Daane *et al.*, 1995) y la intensidad de la poda (Kumar *et al.*, 2010). Todos estos factores fueron iguales para el manejo en AE y AC, a excepción de la disponibilidad de nutrientes y la carga de fruta en el árbol.

Los resultados mostraron que la parcela en producción convencional generalmente no sólo ha producido más, sino que además la fruta ha sido de mayor peso y tamaño. En consecuencia, parece que la influencia del tipo de fertilización ha sido lo suficientemente relevante como para ocasionar esta situación. Tampoco hay que descartar la posible influencia del estado sanitario de cada parcela.

Las deficiencias de N pueden tener como consecuencia frutos de menor tamaño (Daane *et al.*, 1995); no obstante, los análisis de suelo realizados no mostraron deficiencias específicas de N ni de otros nutrientes en el suelo de ninguna de ambas parcelas. No obstante, no se puede descartar que en AE, en los momentos de máximas necesidades del cultivo, uno de los cuales es el periodo de crecimiento del fruto, existiesen limitaciones derivadas de una

insuficiente disponibilidad de nutrientes en el suelo (Berry *et al.*, 2002; Barker, 2010), teniendo como consecuencia un menor tamaño final de la fruta ecológica.

También se ha descrito que la disponibilidad de las reservas de carbohidratos limita el tamaño del fruto, disminuyendo éste a menor disponibilidad (Wright, 1989), sin embargo, en nuestro caso no se han encontrado diferencias relevantes en la concentración de reservas de carbohidratos y de nitrógeno de la plantas en ambos tipos de manejo.

5.6.2. Firmeza

La firmeza es un parámetro de suma importancia en la poscosecha, ya que la fruta con mayor firmeza soportará mejor la manipulación posterior a la recolección (Crisosto *et al.*, 1995). Se han descrito trabajos de investigación en los que se ha puesto de manifiesto que diversos factores pueden influir en la firmeza de la fruta: tipo de suelo y portainjerto (Rato *et al.*, 2008), densidad de plantación (Gurcharan *et al.*, 2004), condiciones climáticas y prácticas culturales (Guerra y Casquero, 2009). En este estudio, exceptuando las prácticas culturales, todos ellos fueron similares. En este sentido, y a la luz de los resultados obtenidos en este trabajo, en general se apreció mayor firmeza en la fruta procedente del manejo en AE, a excepción de la firmeza del albaricoque injertado sobre 'Real Fino' en 2013.

A la vista de los resultados puede ser interesante averiguar de qué forma esta ligera diferencia en la firmeza puede hallarse relacionada con el tipo de manejo diferenciado. Algunos estudios previos indican que el uso de compost, estiércol y cubiertas vegetales puede mejorar la firmeza de la fruta (Crisosto *et al.*, 1995). En esta misma línea, Milosevic y Milosevic (2013) apuntaron que el tipo de fertilización usado (orgánica e inorgánica), influía sobre la firmeza del albaricoque, teniendo mayor firmeza los árboles con fertilización orgánica. En consecuencia, es factible indicar que el tipo de manejo diferenciado pudo ser uno de los factores que contribuyó a obtener una mayor firmeza en la fruta producida en AE. No obstante, no se debe descartar la influencia de otros posibles factores. Se ha descrito también una correlación negativa del tamaño del fruto con la firmeza (Blanpied *et al.*, 1978), y en este estudio la fruta ecológica tuvo frecuentemente menor tamaño que la convencional, por consiguiente, este factor también pudo contribuir en cierta medida a que la fruta manejada en AE tuvieran mayor firmeza. En consecuencia, parece que el tipo de manejo pudo influir en la firmeza de la fruta de una forma más o menos directa, a través del tipo de fertilización, o indirecta, mediante una modulación por el tamaño de la fruta.

La firmeza, en el caso del albaricoque 'Ninfa' ha resultado un carácter poco estable, exhibiendo una gran variabilidad entre tratamientos y años. De hecho sus valores cambian mucho en muy breve espacio de tiempo.

5.6.3. Color

El color es un carácter importante visualmente para el consumidor, además de estar correlacionado positivamente con algunos compuestos

considerados beneficiosos para la salud, como los carotenoides y antocianinas (Ruiz *et al.*, 2005; Díaz-Mula *et al.*, 2008).

El color se ve afectado por algunos factores como la densidad de plantación (Gurcharan *et al.*, 2004), la posición de la fruta en el árbol (Lewallen y Marini, 2003) o el exceso de N (Daane *et al.*, 1995). La poda de verano y eliminación del follaje que rodea el fruto aumenta la exposición a la luz del fruto, aumentando su color (Francisconi *et al.*, 1996; Crisosto y Costa, 2008). En este trabajo se ha observado un menor crecimiento vegetativo de los árboles manejados en AE, lo que pudo contribuir a un menor follaje y mayor exposición a la luz, que tendría como consecuencia frutos más coloreados. Sin embargo, esto no parece haber ocurrido, al menos de una forma generalizada. Quizá esto se ha visto de una forma más clara en los cultivares de ciruela negra, que algunos años como en 2008, 2009, 2010, 2012 y 2014, produjeron una fruta de un color negro más intenso.

El color en el caso del albaricoque, como sucedió con la firmeza, ha resultado un parámetro muy variable.

5.6.4. Sólidos solubles totales

El contenido de sólidos solubles es un parámetro de la calidad organoléptica de gran importancia en la fruta, estrechamente relacionado con el sabor y la aceptación de la fruta por parte del consumidor (Crisosto *et al.*, 2004; Crisosto y Crisosto, 2005), correlacionándose positivamente un alto contenido en azúcar con una mayor grado de aceptación (Bruhn *et al.*, 1991).

Los resultados obtenidos en las dos especies estudiadas en este trabajo no han sido lo suficientemente consistentes como para indicar que se haya obtenido mayor contenido de sólidos solubles en la fruta de alguno de los dos tipos de manejo agronómico. Sin embargo, el valor promedio del periodo analizado en los 14 cultivares de ciruelo japonés mostró que el contenido de sólidos solubles fue ligeramente superior en el manejo en AE para 12 de los 14 cultivares estudiados. También se apreció un mayor contenido de sólidos solubles en los albaricoques manejados en AE, en los dos años estudiados y sobre los dos portainjertos utilizados.

Existen numerosos trabajos que estudian el contenido de azúcar de la fruta en un sistema de producción ecológico *versus* convencional. En estudios realizados en manzano por DeEll y Prange (1992) y Reganold *et al.*, (2001), se obtuvo mayor contenido de azúcar en la fruta producida en sistema ecológico; sin embargo, también en manzano se han obtenido resultados en los que no se hallaron diferencias significativas entre ambos tratamientos (Peck *et al.*, 2006). No obstante, es complejo evaluar de una forma aislada la importancia que tiene el tipo de manejo agronómico sobre este parámetro de calidad de la fruta, ya que existen factores ambientales y culturales que pueden influir en general en la calidad de la fruta (Gastol *et al.*, 2011) y en particular en el contenido de sólidos solubles. Alguno de los factores que pueden incidir en el contenido de azúcar en la fruta son: manejo del riego (Uriu *et al.*, 1964), temperatura y humedad (Vangdal, *et al.*, 2005), posición de la fruta en el árbol (Marini *et al.*, 1991; Saenz, 1991), carga de fruta (Crisosto *et al.*, 1995), defoliación previa a la cosecha (Day *et al.*, 1995).

De todos estos factores citados no se considera que ninguno de ellos haya influido de una forma específica en el contenido de sólidos solubles de la

fruta en uno u otro tipo de manejo, ya que los árboles de ambos tratamientos siempre recibieron la misma cantidad de agua, la temperatura y humedad fueron las mismas debido a la proximidad de las dos parcelas experimentales y el muestreo de fruta para los análisis de calidad se realizó a distintas alturas del árbol evitando el efecto de la posición de la fruta en el árbol. Aunque los árboles cultivados en manejo ecológico defoliaron prematuramente, dicha defoliación siempre fue posterior al momento de cosecha de la fruta, con lo que no es probable que esta defoliación afectara, al menos directamente, al contenido de sólidos solubles de la fruta.

De los factores citados en el párrafo anterior, el único que fue diferente entre ambos manejos, y que por tanto pudo tener alguna influencia, fue la carga de fruta, que a excepción del año 2013 en ciruelo japonés, siempre fue superior en el manejo convencional. Crisosto *et al.* (1995) describieron como una mayor carga de fruta reduce el contenido de sólidos solubles. En nuestro trabajo el promedio del contenido de sólidos solubles para el periodo de estudio fue ligeramente superior en el manejo en AE, aunque dichas diferencias no fueron significativas, y resulta complejo discernir si pudieron ser debidas al manejo diferenciado (ecológico y convencional) o a la menor carga de fruta que tuvieron los árboles cultivados en manejo ecológico.

5.6.5. Acidez

La acidez, junto con el contenido de sólidos solubles, es otro parámetro de calidad de la fruta de suma importancia (DaillantSpinnler *et al.*, 1996; Crisosto *et al.*, 2004). Al igual que para el contenido en azúcar, se pueden encontrar en la bibliografía diversos estudios que apuntan en direcciones opuestas sobre el efecto de un manejo agronómico diferenciado en la acidez de la fruta.

Los resultados expuestos en este trabajo muestran en los dos tipos de manejo agronómico una acidez muy similar en los albaricoques y sólo ligeramente inferior en las ciruelas de la parcela ecológica. En manzana se han realizado estudios comparados que muestran resultados diversos. Así, do Amarante *et al.* (2008) encontraron menor acidez en el manejo en producción ecológica pero otros estudios no encontraron diferencias (Peck *et al.*, 2006; Roussos y Gasparatos, 2009). Reig *et al.* (2007), también en manzana, hallaron, sin embargo, mayor acidez en la fruta ecológica. A la vista de la diversidad de resultados encontrados en la bibliografía, es complejo discernir el efecto que puede tener el tipo de manejo sobre la acidez de la fruta. Se han descrito otros factores que pueden hacer variar la acidez: posición de la fruta en el árbol (Marini *et al.*, 1991; Saenz, 1991), fecha de recolección (Singh *et al.*, 2009) o intensidad de la poda (Kumar *et al.*, 2010). Es evidente que los factores climáticos (temperatura, pluviometría, humedad relativa), ataque de plagas y enfermedades, etc. inciden sobre la calidad de la fruta en general y sobre la acidez en particular (Vangdal *et al.*, 2007). Exceptuando la cuestión de la posible influencia, más o menos difusa, ocasionada por la diferente afectación de plagas o enfermedades y del tipo de fertilización diferenciada, el resto de los factores han sido prácticamente iguales en ambos tipos de manejo. En consecuencia, parece que el efecto del tipo de manejo sobre la acidez de la fruta ha sido realmente escaso.

5.6.6. Índice de madurez

El índice de madurez se considera también un parámetro relevante muy relacionado con la calidad de la fruta, usado frecuentemente para estimar la madurez de la fruta (Lill *et al.*, 1989; Guerra y Casquero, 2009) y que se puede usar también como una importante herramienta para predecir la aceptación de la fruta por el consumidor (López *et al.*, 2012). El índice de madurez, al ser un parámetro con una relación directa con el azúcar y la acidez, se ve afectado por los mismos factores que ya enumeramos con anterioridad para estos parámetros: manejo del riego (Uriu *et al.*, 1964), temperatura y humedad (Vangdal, *et al.*, 2005), carga de fruta (Crisosto *et al.*, 1995), defoliación previa a la cosecha (Day *et al.*, 1995), posición de la fruta en el árbol (Marini *et al.*, 1991; Saenz, 1991), fecha de recolección (Singh *et al.*, 2009), intensidad de la poda (Kumar *et al.*, 2010).

Los resultados han mostrado que prácticamente no hubo diferencias relevantes en el índice de madurez de la fruta procedente de los dos tipos de manejo.

El estudio de la calidad comparada de los alimentos en producción ecológica *versus* convencional ha sido abordado por diferentes trabajos de investigación en los últimos años, observándose que la gran mayoría de estos estudios han encontrado pequeñas diferencias en la mayoría de los parámetros de calidad (Woese *et al.*, 1997; Dangour *et al.*, 2009; Lima y Vianello, 2011). Los resultados obtenidos en este trabajo van en la misma dirección, en el sentido de que no se han encontrado grandes diferencias en los parámetros de calidad estudiados. No obstante, existen también estudios centrados en el análisis de los compuestos funcionales de la fruta (antioxidantes, vitaminas) que en muchos casos han hallado concentraciones superiores de estos compuestos en la fruta ecológica, mientras que los valores de elementos indeseables en los alimentos como son los metales pesados, micotoxinas, residuos de plaguicidas y glicoalcaloides son más bajos (Baker *et al.*, 2002; Cirillo *et al.*, 2003; Niggli, 2009). En este sentido, como un trabajo complementario a esta tesis doctoral, se han analizado durante dos años una serie de compuestos funcionales en la ciruela producida en ambos tipos de manejo, encontrándose que la ciruela ecológica presentó en líneas generales niveles superiores de polifenoles totales, antocianinas, ácidos málico, tartárico, succínico y shikímico (Cuevas *et al.*, 2015). En definitiva, la ciruela producida en manejo ecológico tuvo de una forma clara mayor capacidad antioxidante que la producida en el sistema convencional. Está pendiente realizar un estudio riguroso sobre el comportamiento y calidad en poscosecha de la fruta ecológica *versus* la fruta producida en el sistema convencional.

5.7. CONSIDERACIONES FINALES

Durante casi una década se ha realizado una aproximación holística al cultivo ecológico del ciruelo japonés. Con relación a los aspectos estudiados durante el desarrollo de esta tesis: vigor y crecimiento, fenología, producción y calidad de la fruta, puede enunciarse que los resultados obtenidos son muy consistentes, ya que el estudio se ha llevado a cabo durante varios años

consecutivos y en numerosos cultivares de ciruelo japonés. Los resultados obtenidos en esta tesis doctoral conjuntamente con los que de forma paralela se han ido obteniendo durante el desarrollo de la Tesis Doctoral de García-Galavís (en preparación) sobre la incidencia de plagas y enfermedades así como la diferente susceptibilidad varietal de los distintos cultivares ensayados, han permitido evaluar el comportamiento de los diferentes cultivares en las condiciones de manejo ecológico y nos ha permitido recomendar aquellos que entendemos que se adaptan mejor a dicho cultivo ecológico en la zona de estudio (Tabla 5.1; Daza *et al.*, 2014).

Tabla 5.1. Cultivares de ciruelo japonés recomendados para su cultivo en manejo ecológico en el valle del Guadalquivir.

Cultivar	Afectados por <i>C. capitata</i>	Susceptibles a Moniliosis	Producción muy baja	Cultivares recomendados
'Larry-Ann'	X	X		
'Fortune'				X
'Souvenir'				X
'Songold'	X	X		
'Sapphire'		X		
'Red Beaut'			X	
'Laetitia'	X	X		
'Blackamber'				X
'Primetime'				X
'Santa Rosa'			X	
'Angeleno'	X			
'Golden Japan'				X
'Friar'	X			
'Showtime'				X

Los resultados obtenidos con el cultivar 'Ninfa' de albaricoquero, aunque menos extensos, apuntan en la misma dirección: menos vigor y menor producción en el manejo ecológico. No obstante, la principal debilidad exhibida por el cultivar 'Ninfa' ha sido su gran susceptibilidad al virus de la sharka, Plum pox virus, lo que hace desaconsejar su cultivo en la zona, independientemente de que se realice un manejo convencional o ecológico. La aparición de síntomas en árboles aislados en el año 2013, confirmados por test ELISA, nos ha llevado al arranque y eliminación de todos los árboles del ensayo. Tras el arranque, la observación del sistema radical de los árboles nos ha permitido comprobar el mayor número y desarrollo radical del portainjerto 'Nemaguard', lo que puede explicar, al menos parcialmente, el mayor vigor y los mejores resultados productivos obtenidos sobre este portainjerto.

El suelo sobre el que se ha llevado a cabo el estudio es de tipo franco limoso, típico de vega fluvial y fértil. ¿Las diferencias observadas entre ambos tipos de manejo en un suelo más limitante habrían sido similares? Habrá que confirmarlo, pero *a priori* se puede pensar que es posible que incluso pudieran haberse incrementado. Otra duda es qué habría pasado con un enfoque diferente en relación con determinadas prácticas agronómicas: riego por goteo

y aplicación de fertilizantes orgánicos solubles en fertirrigación. Evidentemente, persisten dudas sobre algunos de estas cuestiones, no obstante, aunque este tipo de acciones puedan encajar dentro del Reglamento (CE) 834/2007 de la producción ecológica, entendemos que no responderían tan fielmente a las exigencias de un manejo agroecológico como estimamos que cumple el tipo de manejo llevado a cabo.

No se ha incluido en este trabajo un estudio detallado de los costes productivos, debido a la complejidad que entraña realizarlo adecuadamente en una parcela experimental como la de este ensayo, con 14 cultivares distribuidos en tres bloques de seis árboles cada uno. No obstante, se pueden reseñar algunas apreciaciones generales al respecto. Tres operaciones muy costosas en una explotación frutícola son la poda, el aclareo y, sobre todo, la recolección. Los restos de poda generados en el periodo estudiado fueron un 40 % menor en el manejo en AE, sin embargo esto no implica un 40 % menos de costes o de tiempo necesario para realizar la poda. De hecho, se estima que se necesitó un 20 % menos de peonadas para realizar la poda en la parcela ecológica que en la convencional. El aclareo fue menor en los árboles manejados en AE, ya que estos tuvieron una menor carga de fruta, estimándose aproximadamente un 30 % menos de peonadas para esta labor en la parcela ecológica. Los árboles manejados en AE obtuvieron un 25 % menos de fruta, y de menor tamaño, que los manejados en AC, estimándose que el número de peonadas necesarias para recoger la fruta en el manejo en AE fue un 20 % menor. El control de la flora adventicia ha conllevado algunas peonadas más en la parcela ecológica. El control de las plagas y enfermedades, teniendo en cuenta también las capturas masivas de *Ceratitis capitata* y de *Anarsia lineatella*, ha sido algo más caro en la parcela en AE. La fertilización orgánica ha podido ser un 20-30 % más cara, teniendo en cuenta su precio y costes de aplicación. Otras labores realizadas con el tractor y sus costes fueron similares para ambos manejos agronómicos. En definitiva, en las condiciones del estudio, los costes de cultivo en ambas parcelas han sido muy similares o sólo ligeramente superiores en la parcela convencional. Teniendo en cuenta la menor producción de la parcela ecológica, podríamos pensar que la producción de un kg de fruta ecológica tiene un coste aproximadamente un 15-20 % superior.

El consumidor percibe los alimentos ecológicos como más seguros y libres de residuos químicos estando dispuesto a pagar más por ellos (Winter y Davis, 2006). El mayor coste de los productos ecológicos viene asociado principalmente al menor rendimiento productivo, siendo este aspecto un hándicap importante para un desarrollo mayor de la AE. Diversos autores, incrédulos con relación a la AE, teorizan sobre el hecho de que en un futuro hipotético sería imposible alimentar a la población mundial únicamente con productos ecológicos (Connor, 2008; Goulding *et al.*, 2009). Quizá esto sea así, pero, de la misma manera que la presencia de ciertos partidos políticos minoritarios son frecuentemente positivos en un parlamento, por su labor de control, regulación o concienciación de los grupos mayoritarios y de la sociedad, estimamos que la AE es uno de los sistemas agrarios sostenibles que mayor labor de concienciación ciudadana está ejerciendo en relación con el respeto medioambiental y la salud alimentaria. En este sentido, su desarrollo es muy positivo tanto por su valor intrínseco como por su contagio hacia otros

sistemas agrarios más extendidos, y su trascendencia va mucho más allá del exiguo porcentaje que pueda suponer frente al total de la superficie agraria.

CONCLUSIONES

6. CONCLUSIONES

El estudio comparado, ecológico *versus* convencional, de determinados aspectos del cultivo ecológico de 14 cultivares de ciruelo japonés y del cultivar 'Ninfa' de albaricoquero sobre los portainjertos 'Nemaguard' y 'Real Fino' en el valle del Guadalquivir ha permitido extraer las conclusiones siguientes:

- 1.- A pesar de la diferente fertilización aplicada en ambos sistemas de manejo, orgánica *versus* mineral, se ha observado un contenido similar y generalmente adecuado de macro y micronutrientes tanto en el suelo como en las hojas.
- 2.- El tipo de manejo agronómico afectó el crecimiento vegetativo, ya que el vigor de los árboles sometidos a manejo ecológico fue menor que el de los árboles cultivados en el sistema convencional.
- 3.- Las concentraciones de reservas nitrogenadas, azúcares solubles y almidón han sido similares en ambos sistemas de manejo.
- 4.- Se ha observado un ligero retraso del inicio de la floración de los árboles de ambas especies manejados en el sistema ecológico. Además el periodo de floración fue de 2 a 5 días más corto.
- 5.- La defoliación otoñal tuvo lugar anticipadamente en los árboles cultivados en el sistema ecológico. Aunque ello estuvo muy influido por la enfermedad de la roya, no fue el único factor, ya que algunos cultivares tolerantes a esta enfermedad también defoliaron prematuramente en este tipo de manejo.
- 6.- La producción de ciruela en la parcela ecológica ha sido aproximadamente un 25 % inferior. La producción del albaricoquero 'Ninfa' también ha sido inferior en el sistema ecológico sobre ambos portainjertos. El portainjerto 'Nemaguard' produjo mayores rendimientos que 'Real Fino' en ambos tipos de manejo.
- 7.- Los parámetros estándar de calidad medidos en el fruto se han visto poco afectados por el tipo de manejo agronómico, exceptuando un calibre y pesos mayores en la fruta convencional, mientras que la fruta ecológica tuvo un contenido en azúcar y una firmeza de la pulpa ligeramente superiores y una acidez algo inferior.
- 8.- Los resultados de este estudio relacionados con la producción y la calidad de la fruta, junto con la susceptibilidad a las plagas y enfermedades (datos no incluidos en esta tesis doctoral), sugieren que los cultivares mejor adaptados al cultivo ecológico en la zona de estudio son: 'Fortune', 'Souvenir', 'Blackamber', 'Primetime', 'Golden Japan' y 'Showtime'.

BIBLIOGRAFÍA

7. BIBLIOGRAFÍA

- Abbott, J.A., 1999. Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biology and Technology* 15: 207-223.
- Adicott, F.T. y Lyon, J.L., 1973. The physiological ecology of abscission. En: *Shedding of plant parts*. T.T. Kozlowski (Ed.). Academic Press, New York. p. 475-524.
- Agustí, M., 2004. *Fruticultura*. Mundi-Prensa p. 273-307.
- Ahn, H.K., Sauer, T.J., Richard, T.L. y Glanville, T.D., 2009. Determination of thermal properties of composting bulking materials. *Bioresource Technology* 100: 3974-3981.
- Akin, E.B., Karabulut, I. y Topcu, A., 2008. Some compositional properties of main Malatya apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties. *Food Chemistry* 107: 939-948.
- Alburquerque, N., Carrillo, A. y García-Montiel, F., 2007. Estimación de las necesidades de frío para florecer en variedades de cerezo. *Fruticultura Profesional* 164: 5-12.
- Alkorta, I., Amezaga, I., Albizu, I., Aizpurua, A., Onaindia, M., Buchner, V. y Garbisu, C., 2003. Molecular microbial biodiversity assessment: a biological indicator of soil health. *Reviews on environmental health* 18: 131-151.
- Alonso, A. y Arcos, J., 2008. Buenas prácticas en producción ecológica. Cultivo de frutales. Ministerio de Agricultura, Medio ambiente y Medio Rural y Marino.
- Alvarado, M., Berlanga, M., Duran, J.M., Flores, R., González, M.I., Montes, F., Morera, B., Muñoz, C., Páez, J., Pérez, S., Prats, T., Rosa, A., Ruiz, J.A., Serrano, A., Vega, J.M. y Villalgorido, E., 2004. Plagas y enfermedades de los frutales de hueso. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca.
- Alves, G., May-De Mio, L.L., Zanette, F. y Oliveira, M.C., 2008. Peach rust and its effect on the defoliation and carbohydrate concentration in branches and buds. *Tropical Plant Pathology* 33: 370-376.
- AOAC, 1984. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 14th Edition, Arlington, VA. 1141 p.
- Arrieche, I.E., 2008. Efecto de la fertilización orgánica y química en suelos degradados cultivados con maíz (*Zea mays* L.) en el estado Yaracuy, Venezuela. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid.
- Arroyo, F.T., Camacho M. y Daza, A., 2012c. First Report of Fruit Rot on Plum Caused by *Monilinia fructicola* at Alcalá del Río (Seville), Southwestern Spain. *Plant disease* 96(4): 590.
- Arroyo, F.T., Fairfield, S., García-Galavis, P.A., Santamaría, C., Pérez-Romero, L.F. y Daza A., 2013b. Control de la mosca mediterránea de la fruta (*Ceratitis Capitata* Wiedermann) en ciruelo ecológico mediante trampeo masivo. <http://www.poscosecha.com>.
- Arroyo, F.T., García-Galavis, P.A., Pérez-Romero, L.F. y Daza, A., 2013c. Plagas en frutales de hueso en manejo ecológico incidencia y control. *Agricultura y Ganadería Ecológica* 13: 20-21.
- Arroyo, F.T., Herencia, J.F. y Daza, A., 2012a. Susceptibilidad al oidio de cultivares de ciruelo japonés en manejo ecológico. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura y Pesca.

- Arroyo, F.T., Herencia, J.F., Santamaría, C., Castejón, M. y Daza, A., 2012b. Incidencia del cribado en diferentes cultivares de ciruelo japonés en cultivo ecológico. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura y Pesca.
- Arroyo, F.T., Jimenez-Bocanegra, J.A., Garcia-Galavis, P.A., Santamaria, C., Camacho, M., Castejon, M., Perez-Romero, L.F. y Daza, A., 2013a. Comparative tree growth, phenology and fruit yield of several Japanese plum cultivars in two newly established orchards, organic and conventionally managed. *Spanish Journal of Agricultural Research* 11: 155-163.
- Arroyo, F.T., Pérez-Romero, L.F., García-Galavís, P.A. y Daza, A., 2014. Enfermedades en frutales de hueso en manejo ecológico: Incidencia y control. *Agricultura y Ganadería Ecológica* 16: 18-19.
- Atkinson, D., 1980. The distribution and effectiveness of the roots of tree crops. *Horticultural Reviews* 2: 424-499.
- Atkinson, D. y Wilson, S.A., 1980. The growth and distribution of fruit tree root: Some consequences for nutrient uptake. En: *The mineral nutrition of fruit tree*. D. Atkinson, J.E. Jackson, R.O. Sharples y W.M. Waller (Eds.). Butterworths, Borough Green, England p. 259.
- Badenes, M.L., Llacer, G. y Crisosto, C., 2006. Mejora de la calidad de frutales de hueso. En: *Mejora genética de la calidad en plantas*. G. Llacer, M.J. Diez, J.M. Carrillo y M.L. Badenes (Eds.). Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Sociedad Española de Genética. Universidad Politécnica de Valencia. pp. 549-578.
- Badenes, M.L. y Martínez-Calvo, J., 2014. Mejora genética del albaricoquero en el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. *Vida Rural* 382: 44-47.
- Baggiolini, M., 1952. Stade repères du pecher. *Revue Romande d'Agriculture, Viticulture et Arboriculture* 4: 29.
- Bagnouls, F. y Gaussen, H., 1957. Les climats biologiques et leur classification. *Annales de Géographie* 66(355): 193-220.
- Baker B.P., Benbrook, C.M., Groth, E. y Benbrook, K.L., 2002. Pesticide residues in conventional, integrated pest management (IPM)-grown and organic foods: insights from three US data sets. *Food additives and Contaminants* 19(5): 427-446.
- Barea, J.M., 1998. Interacciones ecológicas de los microorganismos en el suelo y sus implicaciones en agricultura. En: *Agroecología y Desarrollo*. J. Labrador Moreno y M.A. Altieri (Eds.). Servicio Publicaciones Universidad de Extremadura. Ed. Mundi Prensa pp.165-184.
- Barea, J.M. y Olivares, J., 1998. Manejo de las propiedades biológicas del suelo. En: *Agricultura Sostenible*. R. Jiménez-Díaz y R. Lamo Espinosa (Eds.) pp. 173-193.
- Barker, A.V., 2010. *Science and Technology of Organic Farming*. CRC Press.
- Barrett, D.M., Beaulieu, J.C. y Shewfelt, R., 2010. Color, flavor, texture, and nutritional quality of fresh-cut fruits and vegetables: desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effects of processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 50: 369-389.
- Beckman, T.B., 1984. Seasonal patterns of root growth potential (RGP) of two containerized cherry rootstocks. *P. mahaleb* L. and *P. avium* L. cv. Mazzard. Tesis de máster. Michigan State University. East Lansing.

- Beckman, T.G., Okie, W.R. y Meyers, S.C., 1992. Rootstocks affect bloom date and fruit maturation of redhaven peach. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 117: 377-379.
- Berry, P.M., Sylvester-Bradley, R., Philipps, L., Hatch, D.J., Cuttle, S.P., Rayns, F.W. y Gosling, P., 2002. Is the productivity of organic farms restricted by the supply of available nitrogen? *Soil Use and Management* 18: 248-255.
- Bertazza, G., Cristoferi, G. y Bignami, C., 2010. Fruit composition and quality of organically and conventionally grown apple, apricot and pear in the Veneto region (Northern Italy). *Acta Horticulturae* 873: 309-316.
- Beutel, J., Uriu, K. y Lilleland, O., 1978. Leaf analysis for California deciduous fruits. En: *Soil and plant-tissue testing in California*. H.M. Reisenauer (Ed.). Division of Agricultural Science, University of California Bulletin pp. 11-14.
- Bhogal, A., Shepherd, M.A., Hatch, D.J., Brown, L. y Jarvis, S.C., 2001. Evaluation of two N cycle models for the prediction of N mineralization from grassland soils in the U.K. *Soil Use and management* 17: 163-172.
- Bi, G., Scagel, C.F., Cheng, L. y Fuchigami, L.H., 2004. Soil and foliar nitrogen supply affects the composition of nitrogen and carbohydrates in young almond trees. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 79: 175-181.
- Blanco, A., Pequerul, A., Val, J., Monge, E. y Aparisi, J.G., 1995. Crop-load effects on vegetative growth, mineral nutrient concentration and leaf water potential in (Catherine) peach. *Journal of Horticultural Science* 70: 623-629.
- Blanpied, G.D., Bramlage, W.J., Dewey, D.H., LaBelle, R.L., Massey, L.M., Mattus, G.E., Stiles, W.C. y Watada, A.E., 1978. A standardized method for collecting apple pressure test data. *New York's Food and Life Sciences Bulletin* 74.
- Blazek, J., 2007. A survey of the genetic resources used in plum breeding. *Acta Horticulturae* 734: 31-45.
- Bond, W.J. y Midgley, J.J., 2001. Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche. *Trends in Ecology & Evolution* 16: 45-51.
- Bradford, K.J. y Hsiao T.C., 1982. Physiological responses to moderate water stress. En: *Physiological plant ecology II. Water relations and carbon assimilation*. O.L. Lange, P.S. Nobel, C.B. Osmond y H. Ziegler (Eds.). *Encyclopedia of Plant Physiology*, N.S., Springer-Verlag, New York p. 263-324.
- Brady, C.J., 1993. Stone fruit. En: *Biochemistry of fruit ripening*. G.B. Seymour, J.E. Taylor y G.A. Tucker (Eds.). Chapman & Hall. p. 379-404.
- Bravo, K., Toselli, M., Baldi, E., Marcolini, G., Sorrenti, G., Quartieri, M. y Marangoni, B., 2012. Effect of organic fertilization on carbon assimilation and partitioning in bearing nectarine trees. *Scientia Horticulturae* 137: 100-106.
- Bremner, J.M., 1965. Inorganic forms of nitrogen. En: *Methods of soil analysis Part 2. Agronomy*. C.A. Black, D.D. Evans, L.E. Ensminger y R.C. Dinauer (Eds.). American Society of Agronomy, Madison Wisconsin USA 9:1179-1237.
- Broome, J.C., 2012. Pest notes: Peach Leaf Curl. University of California. Agriculture and Natural Resources Publication 7426.
- Brown, D.A. y Albrecht, W.A., 1947. Plant nutrition and the hydrogen ion: VI. calcium carbonate, a disturbing fertility factor in soils. *Soil Science Society Proceedings* 12: 342-347.
- Brown, M.W. y Glenn, D.M., 1999. Ground cover plants and selective insecticides as pest management tools in apple orchards. *Journal of Economic Entomology* 92(4): 899-905.

- Bruhn, C.M., Feldman, N., Garlitz, C., Harwood, J., Ivans, E., Marshall, M., Riley, A., Thurber, D. y Williamson, M., 1991. Consumer perceptions of quality: apricots, cantaloupes, peaches, pears, strawberries, and tomatoes. *Journal of Food Quality* 14: 187-195.
- Buban, T. y Faust, M., 1982. Flower bud induction in apple trees: Internal control and differentiation. *Horticultural Review* 4:174-202.
- Bubici, G., D'Amico, M. y Cirulli, M., 2010. Field reactions of plum cultivars to the shot-hole in southern Italy. *Crop protection* 29: 1396-1400.
- Burgos, L., Alburquerque, N. y Egea, J., 2004. Review. Flower biology in apricot and its implications for breeding. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2: 227-241.
- Caillavet, H. y Souty, J., 1950. Monographie des principales variétés de pêches (Monograph of the main varieties of peaches). *ITEA* 37: 18-26.
- Cambra, M., Bertolini, E., Olmos, A. y Capote, N., 2006. Molecular methods for detection and quantification of virus in aphids. En: *Virus diseases and crop biosecurity*. I. Cooper, T. Kuhne y V. Polischuk (Eds.). Springer, Dordrecht pp 81-88.
- Cambra, M., Crespo, J. y Lozano C., 2002. El virus de la Sharka (*Plum Pox Virus*). Dirección General de Tecnología Agraria. Centro de protección vegetal. Gobierno de Aragón.
- Canet, R., 2007. Aplicación agrícola de materia orgánica. Importancia y aspectos generales. IVIA.
- Cannell, M.G.R., 1985. Dry matter partitioning in tree crops. En: *Attributes of trees as crop plants*. M.G.R. Cannell y J.E. Jackson (Eds.). Inst. Terrestrial Ecology, Huntingdon, England. p. 160-193.
- CAPYDR (Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural), 2014. <http://www.juntadeandalucia.es/organismos/agriculturapesca ydesarrollorural>.
- Casierra-Posada, F., Rodríguez Puerto, J.I., y Cárdenas-Hernández, J., 2007. La relación hoja:fruto afecta a la producción, el crecimiento y la calidad del fruto en duraznero (*Prunus pérsica* L. Batsch, cv. Rubidoux). *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*. Vol 60 no. 1.
- Castejon, M., Arroyo, F.T., Garcia-Galavis, P.A., Santamaria, C. y Daza, A., 2012. Susceptibility of Japanese Plum Cultivars to *Tanzschelia prunispinosae* under Organic and Conventional Management in Southern Spain. *Acta Horticulturae* 933: 463-467.
- Chandler, W.H., Kimball, M.H., Philp, G.L., Tufts, W.P. y Weldon, G.P., 1937. Chilling requirements for opening of buds on deciduous orchard trees and some other plants in California. *Agricultural Experiment Station Bulletin* 611.
- Chen, P., 1996. Quality evaluation technology for agricultural products. En: *Proceedings of the International Conference on Agricultural Machinery Engineering*, vol. 1, Seoul, Korea, November 12-15, 1996 p. 171-204.
- Cheng, L. y Fuchigami, L.H., 2002. Growth of young apple trees in relation to reserve nitrogen and carbohydrates. *Tree Physiology* 22: 1297-1303.
- Cheng, L., Ma, F.W. y Ranwala, D., 2004. Nitrogen storage and its interaction with carbohydrates of young apple trees in response to nitrogen supply. *Tree Physiology* 24: 91-98.
- Chesney, P. y Vasquez, N., 2007. Dynamics of non-structural carbohydrate reserves in pruned *Erythrina poeppigiana* and *Gliricidia sepium* trees. *Agroforestry Systems* 69: 89-105.

- Choi, H.S., Lim, K.H., Gu, M., Kim, W.S., Kim, D.I., Choi, K.J. y Lee, H.C., 2012b. Comparison of Soil Nutrition, Tree Performance, and Insect and Disease Occurrence between Organic and Conventional Asian Pear Orchards. *Journal of the American Pomological Society* 66: 68-77.
- Choi, S.T., Park, D.S., Kang, S.M., Kang, S.K., 2012a. Influence of leaf-fruit ratio and nitrogen rate on fruit characteristics, nitrogenous compounds, and nonstructural carbohydrates in young persimmon trees. *Hortscience* 47: 410-413.
- Choi, S.T., Park, D.S., Song, W.D., Kang, S.M. y Shon, G.M., 2003. Effect of different degrees of defoliation on fruit growth and reserve accumulation in young 'Fuyu' trees. *Acta Horticulturae* 601: 99-104.
- Christensen, N.B., Lindemann, W.C., Salizar-Soza, E. y Gill, R.L., 1994. Nitrogen and carbon dynamics in no till and stubble mulch tillage systems. *Agronomy Journal* 86: 298-303.
- Cirillo, T., Ritieni, A., Visone, M. y Cocchieri, R.A., 2003. Evaluation of conventional and organic Italian foodstuffs for deoxynivalenol and fumonisins B-1 and B-2. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51: 8128-8131.
- Cobianchi, D., Bergamini, A. y Cortesi, A., 1989. *El ciruelo*. Mundi-Prensa.
- Cobos, G., Melgares De Aguilar, J., González Martínez, D., Cobo, A. y González Núñez, M., 2011. Potencial del caolín como barrera física en el control del gusano cabezudo en plantaciones frutales. *Vida Rural* 329: 28-33.
- Coletto, J.M., 1989. *Crecimiento y desarrollo de las especies frutales*. Mundi-Prensa.
- Connor, D.J., 2008. Organic agriculture cannot feed the world. *Field Crops Research* 106: 187-190.
- Corbet, S.A., 1990. Pollination and the weather. *Israel Journal of Botany* 39: 13-30.
- Couranjou, J., 1970. Recherches sur les causes genetiques de l'alternance du prunier domestique (*Prunus domestica* L.) I. Mise en evidence de deux caracteres de productivite comme facteurs d'alternance. Incidence d'un element du milieu sur l'expression de l'alternance et sa modification. *Amelior. Plantes* 20: 297-318.
- Couvillon, G.A. y Lloyd, D.A., 1978. Summer defoliation effects on spring bud development. *HortScience* 13: 53-54.
- Cox, K.D., Villani, S.M., Raes, J.J., Freier, J., Faubert, H., Cooley, D. y Clements, J., 2011. First Reports of Brown Fruit Rot on Sweet Cherry (*Prunus avium*) and Plum (*P. domestica*) and Shoot Blight on Apricot (*P. armeniaca*), Kwanzan Cherry (*P. serrulata*), and Sweet Cherry (*P. avium*) Caused by *Monilinia laxa* in New York, Rhode Island, and Massachusetts. *Plant Disease* 95: 1584-1585.
- Crane, M.B. y Lawrence, W.J.C., 1956. *The genetics of garden plants*. 4th ed. Macmillan, London.
- Crisosto, C.H., 1994. Stone fruit indices: a descriptive review. *Postharvest News and Information* 6: 65N-68N.
- Crisosto, C.H. y Costa, G., 2008. Preharvest factors affecting peach quality. En: *The Peach: Botany, Production and Uses*. D.R. Layne y D. Bassi (Eds.). CAB International 536-549.

- Crisosto, C.H. y Crisosto, G.M., 2005. Relationship between ripe soluble solids concentration (RSSC) and consumer acceptance of high and low acid melting flesh peach and nectarine (*Prunus persica* (L.) Batsch) cultivars. *Postharvest Biology and Technology* 38: 239-246.
- Crisosto, C.H., DeJong, T., Day, K.R., Johnson, R.S., Weinbaum, S., Garner, D., Crisosto, G.M. y Morrison, D., 1995. Studies on stone fruit internal breakdown. En: 1994 research reports for California peaches and nectarines. California Tree Fruit Agreement, Sacramento, California.
- Crisosto, C.H., Garner, D., Crisosto, G.M. y Bowerman, E., 2004. Increasing 'Blackamber' plum (*Prunus salicina* Lindell) consumer acceptance. *Postharvest Biology and Technology* 34: 237-244.
- Crisosto, C.H., Mitchell, F.G. y Johnson, S., 1995. Factors in fresh market stone fruit quality. *Postharvest News and Information* 6 (2): 17-21.
- Cuevas, F.J., Pradas, I., Ruiz-Moreno, M.J., Arroyo, F.T., Pérez-Romero, L.F., Montenegro, J.C. y Moreno-Rojas, J.M., 2015. Organic and conventional management effect in bio functional quality of thirteen plum (*Prunus salicina* Lindl.) Plos One (enviado).
- Cunningham, R.T., Nakagawa, S., Suda, D.Y. y Urago, T., 1978. Tephritid (*Diptera Tephritidae*) Fruit-fly trapping - liquid food baits in high and low rainfall climates. *Journal of Economic Entomology* 71: 762-763.
- Daane, K.M., Johnson, R.S., Michailides, T.J., Crisosto, C.H., Dlott, J.W., Ramirez, H.T., Yokota, G.Y. y Morgan, D.P., 1995. Excess nitrogen raises nectarine susceptibility to disease and insects. *California Agriculture* 49 (4):13-18.
- DaillantSpinnler, B., MacFie, H.J.H., Beyts, P.K. y Hedderley, D., 1996. Relationships between perceived sensory properties and major preference directions of 12 varieties of apples from the southern hemisphere. *Food Quality and Preference* 7: 113-126.
- Dangour, A., Dodhia, S.K., Hayter, A., Allen, E., Lock, K. y Uauy, R., 2009. Nutritional quality of organic foods: a systematic review. *American Journal of Clinical Nutrition* 90: 680-685.
- Dapena, E., Alegre, S., Alins, G., Batllori, I., Blázquez, M.D., Carbó, J., Escudero, A., Iglesias, I., Miñarro, M., Vilardell, P. y Vilajeliu, M., 2008. Propuestas técnicas para el cultivo ecológico de manzana. *Agroecología* 3: 67-76.
- Dapena, E. y Blázquez, M., 2009. Descripción de las variedades de manzana de la D.O.P. Sidra de Asturias. SERIDA.
- Darwish, O.H., Persaud, N. y Martens, D.C., 1995. Effect of long-term application of animal manure on physical-properties of 3 soils. *Plant and Soil* 176: 289-295.
- Daugaard, H., 2008. The Effect of Mulching Materials on Yield and Berry Quality in Organic Strawberry Production. *Biological Agriculture & Horticulture* 26: 139-147.
- Day, K.R., Andris, H., Crisosto, C.H., Crisosto, G.M., DeJong, T.M., Johnson, R.S. y Garner, D., 1995. Preharvest factors affecting fruit quality at harvest and in storage. En: 1994 research reports for California peaches and nectarines. California Tree Fruit Agreement, Sacramento, California.
- Daza, A., Arroyo, F.T, Santamaría, C., Herencia, J.F. y Pérez-Romero, L.F., 2014. Idoneidad agrotecnológica de diferentes cultivares de ciruelo para su cultivo ecológico en el Valle del Guadalquivir. *Fruticultura* 38: 86-95.

- Daza, A., Camacho, M., Galindo, I., Arroyo, F.T., Casanova, L. y Santamaría, C., 2012a. Comparative fruit quality parameters of several Japanese plum varieties in two newly established orchards, organic and conventionally managed. *International Journal of Food Science and Technology* 47: 341-349.
- Daza, A., Castejón, M., Santamaría, C., Arroyo, F.T y García-Galavís, P.A., 2010. Comportamiento de cultivares comerciales de ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl.) en una plantación ecológica frente a tres enfermedades fúngicas. *Phytoma* 221: 28-34.
- Daza, A., García-Galavís, P.A., Grande, M.J. y Santamaría, C., 2008. Fruit quality parameters of 'Pioneer' Japanese plums produced on eight different rootstocks. *Scientia Horticulturae* 118: 206-211.
- Daza, A., Pérez-Romero, L.F., Arroyo, F.T., García-Galavís, P.A., Camacho, M. y Santamaría, C., 2013. Componentes biológicos en el suelo de dos plantaciones similares de ciruelo en producción ecológica y convencional. II IBEMPA Microorganisms for future agriculture, Sevilla (España) 39-40.
- Daza, A., Santamaría, C., Camacho, M., Castejón, M., Herencia, J.F., Pérez-Romero, L.F y Arroyo, F.T., 2012b. Aspectos técnicos y varietales de utilidad para el cultivo ecológico del ciruelo. XIII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, Almería (España) p. 399-402.
- De la Cruz, J.I., Guisado, A., Galera, M.A., García, J.A. y Garlito, V., 2005. Control mediante confusión sexual de la minadora de los brotes y frutos *Anarsia lineatella* (Zeller) en los frutales de hueso de las vegas del Guadiana (Extremadura - España). X Jornadas de la Sociedad Española de Entomología Aplicada, Bragança (Portugal).
- De Nettancourt, D., 2001. Incompatibility and incongruity in wild and cultivated plants. Springer, Berlin, Germany.
- De Ponti, T., Rijk, B. y Van Ittersum, M.K., 2012. The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural Systems* 108: 1-9.
- DeEll, J.R. y Prange, R.K., 1992. Postharvest quality and sensory attributes of organically and conventionally grown apples. *Hortscience* 27: 1096-1099.
- Díaz-Mula, H.M., Zapata, P.J., Guillén, F., Castillo, S., Martínez-Romero, D., Valero, D. y Serrano, M., 2008. Changes in physicochemical and nutritive parameters and bioactive compounds during development and on-tree ripening of eight plum cultivars: a comparative study. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 88: 2499-2507.
- Diekmann, M. y Putter, C.A.J., 1996. Stone Fruit: Technical guidelines for the safe movement of germplasm. FAO/IPGRI No 16. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome/International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
- Dirinck, P., De Pooter, H. y Schamp, N., 1989. Aroma development in ripening fruits. En: *Flavor Chemistry: Trends and Developments*. ACS Symposium Series 388. R. Teranishi y R. Buttery (Eds.). Washington, DC: American Chemical Society p. 23-34.
- Diver, S., 2002. Nutritional quality of organically grown food. ATTRA. <http://www.attra.or>.
- Do Amarante, C.V.T., Steffens, C.A., Mafra, A.L. y Albuquerque, J.A., 2008. Yield and fruit quality of apple from conventional and organic production systems. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* Brasília. 43: 333-340.

- Domínguez, F., 1976. Plagas y enfermedades de las plantas cultivadas. Editorial Dossat, Madrid p. 955.
- Drake, S.R., Elfving, D.C. y Eisele, T.A., 2002. Harvest maturity and storage affect quality of 'Cripps Pink' (Pink Lady®) apples. Horttechnology 12: 388-391.
- Dunegan, J.C., 1938. The rust of stone fruits. Phytopathology 28: 411-427.
- Durán, J.M., Prats, T., De La Rosa, A., Sanchez, A. y Alvarado, M., 2006. Control de *Acalitus phloeocoptes* Nalepa Acarina, *Eriophyidae*, eriofido de las agallas del ciruelo, en la Vega de Sevilla. Boletín de Sanidad Vegetal Plagas 1er Trimestre 32(1): 71-78.
- Duval, H., 1999. Prunes japonaises: un défi à relever. Arboricult. Fruit 524: 35-41.
- Egea, J. y Ruiz, D., 2014. Albaricoquero: situación varietal y aspectos a resolver en el nuevo panorama productivo español. Fruticultura 38: 24-31.
- El-Hage Scialabba, N. y Hattam, C., 2002. Organic agriculture, environment and food security. Environment and Natural Resources Series No. 4 258 pp.
- Erez, A., Fishman, S., Gat, Z. y Couvillon, G.A., 1988. Evaluation of winter climate for breaking bud rest using the dynamic model. Acta Horticulturae 232: 76-89.
- EUFIC (The European Food Information Council), 2014. <http://www.eufic.org>.
- Faby, R. y Naumann, W.D., 1986. Effects of defoliation of apple trees after harvest. II. Mineral and carbohydrate contents in shoots, crop yield. Gartenbauwissenschaft 51: 136-142.
- Fair, S., Arroyo, F.T., García-Galavis, P.A., Santamaría, C., Pérez-Romero, L.F. y Daza, A., 2012. Evaluación de diferentes atrayentes en trampeo masivo de la mosca mediterránea de la fruta (*Ceratitidis capitata* Wiedeman) en cultivo ecológico del ciruelo. XIII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, Almería (España). p. 451-454.
- FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 2014. <http://www.faostat.fao.org>.
- Faust, M., 2000. Physiological considerations for growing temperature-zone fruit crops in warm climates. En: Temperature fruit crops in warm climates. A. Erez (Ed.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht p. 137-156.
- Faust, M., Erez, A., Rowland, L.J., Wang, S.Y. y Norman, H.A., 1997. Bud dormancy in perennial fruit trees: physiological basis for dormancy induction, maintenance, and release. HortScience 32: 623-629.
- Faust, M. y Surányi, D., 1999. Origin and dissemination of plums. Horticultural Review 23: 179-231.
- Faust, M., Surányi, D. y Nyujtó, F., 1998. Origin and dissemination of apricot. En: Horticultural Reviews, vol. 22. J. Janick (Ed.). John Wiley & Sons, Inc., New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto p. 225-266.
- Felipe, A.J., 1989. Patrones para frutales de pepita y hueso. Ediciones Técnicas Europeas, Barcelona, España.
- FEPEX (Federación Española de Asociaciones de Productores Exportadores de Frutas, Hortalizas, Flores y Plantas Vivas), 2014. <http://www.fepex.es>.
- Fernández-Escobar, R. y Parra, M.A., 1985. Análisis foliares y de suelo como guía de fertilización del melocotonero. Hojas Divulgadoras del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación 11:1-20.

- Flore, J.A. y Layne, D.R., 1996. *Prunus*. En: Photoassimilate distribution in plants and crops. Source-sink relationships. E. Zamski, y A.S. Schaffer (Eds.). Marcel Dekker, Inc. pp. 825-849.
- Follett, R.F. y Schimel, D.S., 1989. Effect of tillage practices on microbial biomass dynamics. *Soil Science Society of America Journal* 53: 1091-1096.
- Font i Forcada, C., Gogorcena, Y. y Moreno, M.A., 2012. Agronomical and fruit quality traits of two peach cultivars on peach-almond hybrid rootstocks growing on Mediterranean conditions. *Scientia Horticulturae* 140: 157-163.
- Fraga, H., Malheiro, A.C., Moutinho-Pereira, J., Cardoso, R.M., Soares, P.M.M., Cancela, J.J., Pinto, J.G. y Santos, J.A., 2014. Integrated Analysis of Climate, Soil, Topography and Vegetative Growth in Iberian Viticultural Regions. *Plos One* 9 (9): e108078.
- Francisconi, A.H.D., Barradas, C.I.N. y Marodin, G.A.B., 1996. Effects of intensity of summer pruning on fruit quality and production of peach trees cv Marli. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira* 31: 51-54.
- Gallotta, A., Palasciano, M., Mazzeo, A. y Ferrara, G., 2014. Pollen production and flower anomalies in apricot (*Prunus armeniaca* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae* 172: 199-205.
- García, R., 2014. Introducción. En: La Fruticultura del siglo XXI en España. J.J. Hueso y J. Cuevas (Eds.). Cajamar Caja Rural. p. 15-24.
- García Brunton, J., Sánchez, M.C. y Romeu Santacreu, J.F., 2014. Evolución de la productividad de las variedades de albaricoquero 'Mogador' y 'Colorado' en la región de Murcia en el año 2014. *Fruticultura* 38: 32-41.
- García del Pino, J. y Morton, A., 2005. Efficacy of entomopathogenic nematodes against neonate larvae of *Capnodis tenebrionis* (L.) (Coleoptera: Buprestidae) in laboratory trials. *BioControl* 50: 307-316.
- García-Galavis, P.A., Santamaría, C., Jiménez-Bocanegra, J.A., Casanova, L. y Daza, A., 2009. Susceptibility of several Japanese plum cultivars to pests and diseases in a newly established organic orchard. *Scientia Horticulturae* 123: 210-216.
- García-Mari, F., 2003. La mosca mediterránea de la fruta (*Ceratitis capitata*). *Vida Rural* 177: 44-48.
- Gastol, M., Domagala-Swiatkiewicz, I. y Krosniak, M., 2011. Organic versus conventional - a comparative study on quality and nutritional value of fruit and vegetable juices. *Biological Agriculture & Horticulture* 27: 310-319.
- Gaudillere, J.P., Moing, A. y Carbonne, F., 1992. Vigor and nonstructural carbohydrates in young prune trees. *Scientia Horticulturae* 51: 197-211.
- Gifford, R.M. y Evans, L.T., 1981. Photosynthesis, carbon partitioning, and yield. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 32: 485-509.
- Gil-Albert, F., 1986. La ecología del árbol frutal. Serie técnica. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Gil-Albert, F., 1989a. Tratado de arboricultura frutal, Volumen I Morfología y fisiología del árbol frutal. Mundi-Prensa p. 41-44.
- Gil-Albert, F., 1989b. Tratado de arboricultura frutal, Volumen II La ecología del árbol frutal. Mundi-Prensa p. 37-47.
- Gill, K., Jarvis, S.C. y Hatch, D.J., 1995. Mineralization of nitrogen in long-term pasture soils: effects of management. *Plant and Soil* 172: 153-162.

- Gilreath, P.R. y Buchanan, D.W., 1981. Rest prediction model for low chilling 'Songolds' nectarine. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 106: 426-429.
- González-Aguilar, G., Robles-Sánchez, R.M., Martínez-Téllez, M.A., Olivas, G.I., Álvarez-Parilla, E. y de la Rosa, L.A., 2008. Bioactives compounds in fruit : health benefits and effect of storage conditions. *Stewart Postharvest Review* 4 (3): 1-10.
- González-Rossia, D., Reig, C., Dovis, V., Gariglio, N. y Agustí, M., 2008. Changes on carbohydrates and nitrogen content in the bark tissues induced by artificial chilling and its relationship with dormancy bud break in *Prunus* sp. *Scientia Horticulturae* 118: 275-281.
- Gonzálvez, V. y Pomares, F., 2008. La fertilización y el balance de nutrientes en sistemas agroecológicos. *Sociedad Española de Agricultura Ecológica*.
- Goulding, K.W.T, Trewavas, A.J. y Giller, K.E., 2009. Can organic farming feed the world? A contribution to the debate on the ability of organic farming systems to provide sustainable supplies of food. *International Fertilizer Society*. Cambridge.
- Gradziel, T.M. y Weinbaum, S.A., 1999. High relative humidity reduces anther dehiscence in apricot, peach, and almond. *Hortscience* 34: 322-325.
- Grossman, Y.L. y DeJong, T.M., 1995. Maximum vegetative growth potential and seasonal patterns of resource dynamics during peach tree growth. *Annals of Botany* 76: 473-482.
- Grove, G.G., 1995. Powdery mildew. En: *Compendium of Stone Fruit Diseases*. J.M. Ogawa, E.I. Zehr, G.W. Bird, D.F. Ritchie, K. Uriu y J.K. Uyemoto (Eds.). *American Phytopathological Society*, St. Paul, MN, p. 12-14.
- Guak, S., Cheng, L. y Fuchigami, L.H., 2001. Foliar urea pretreatment tempers inefficient N recovery resulting from copper chelate (CuEDTA) defoliation of apple nursery plants. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 76: 35-39.
- Gucci, R., Petracek, P.D. y Flore, J.A., 1991. The effect of fruit harvest on photosynthesis rate, starch content, and chloroplast ultrastructure in leaves of *Prunus avium* L. *Advances in Horticultural Science* 5: 19-22.
- Guerra, A. y Guerra, M., 2009. Evolución de la fruticultura y poda de los árboles frutales. *Consejería de Agricultura y Ganadería. Junta de Castilla y León* p. 13-17.
- Guerra, M. y Casquero, P.A., 2009. Site and fruit maturity influence on the quality of European plum in organic production. *Scientia Horticulturae* 122: 540-544.
- Guerriero, R. y Bartolini, S., 1995. Flower biology in apricot: main aspects and problems. *Acta Horticulturae* 384: 261-272.
- Gunapala, N. y Scow, K.M., 1998. Dynamics of soil microbial biomass and activity in conventional and organic farming systems. *Soil Biology & Biochemistry* 30: 805-816.
- Gurcharan, S., Harminder, K. y Randhawa, J.S., 2004. Performance of subtropical plum cv. Satluj purple at different planting densities. *Acta Horticulturae* 662: 181-185.
- Guzmán, G. y Alonso, A., 2008a. Buenas prácticas en producción ecológica. Aprovechamiento y control de flora arvense. *Ministerio de Agricultura, Medio ambiente y Medio Rural y Marino*.

- Guzmán, G. y Alonso, A., 2008b. Buenas prácticas en producción ecológica. Uso de abonos verdes. Ministerio de Agricultura, Medio ambiente y Medio Rural y Marino.
- Hajagos, A., Spornberger, A., Modl, P. y Végvéri, G., 2012. The effect of rootstocks on the development of fruit quality parameters of some sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars, 'Regina' and 'Kordia', during the ripening process. *Acta Universitatis Sapientiae Agriculture and Environment* 4: 59-70.
- Hartmann, W. y Neumüller, M., 2009. Plum Breeding. En: *Breeding Plantation Tree Crops: Temperate Species*. S. M. Jain y P. M. Priyadarshan (Eds.). Stuttgart, Germany: Springer Science p. 161-231.
- Havlin, J.L., Kissel, D.E., Maddux, L.D., Claassen, M.M. y Long, J.H., 1990. Crop rotation and tillage effects on soil organic carbon and nitrogen. *Soil Science Society of America Journal* 54: 448-452.
- Hedrick, U.P., 1911. The plums of New York. New York Agricultural Experiment Station. 18th Annual Report Vol 3, Part II, Geneva.
- Henrikson, T.M., Korsæth, A. y Eltun, R., 2000. Impact of incorporation time on the residual N effect of a clover sub crop. En: *Proceedings of the 13 International IFOAM Conference, the world grows organic*. T. Alfoldi, W. Lockertz y U. Niggli (Eds.). Basel pp 76.
- Herrero, J., 1970. Patrones de otras especies de hueso. *ITEA* 1: 137-152.
- Hillcottingham, D.G. y Lloydjones, C.P., 1975. Nitrogen-15 in apple nutrition investigations. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 26: 165-173.
- Ho, L.C., Gange, R.I. y Shaw, A.F., 1989. Source/sink regulations. En: *Transport of photoassimilates*. D.A. Baker y J.A. Milburn (Eds.). Longman Scientific and Technical, Harlow, England 63: 715-717.
- Hudgeons, J.L., Knutson, A.E., Heinz, K.M., DeLoach, C.J., Dudley, T.L., Pattison, R.R. y Kiniry, J.R., 2007. Defoliation by introduced *Diorhabda elongata* leaf beetles (*Coleoptera: Chrysomelidae*) reduces carbohydrate reserves and regrowth of *Tamarix* (*Tamaricaceae*). *Biological Control* 43: 213-221.
- Ichiki, S. y Yamaya, H., 1982. Sorbitol in tracheal sap of dormant apple (*Malus domestica* Borkh.) shoots as related to cold hardiness. En: *Plant cold hardiness and freezing stress*. P.H. Li y A. Sakai (Eds.). Academic, New York. p. 181-187.
- IFOAM (International Foundation for Organic Agriculture), 2014. <http://www.ifoam.org>.
- Ikemura, Y., Shukla, M.K., Tahboub, M. y Leinauer, B., 2008. Some physical and chemical properties of soil in organic and conventional farms for a semi-arid ecosystem of new Mexico. *Journal of Sustainable Agriculture* 31: 149-170.
- Inglese, P., Caruso, T., Gugliuzza, G. y Pace, L.S., 2001. The effect of crop load and rootstock on dry matter and carbohydrate partitioning in peach trees (*Prunus persica* Batsch). *Acta Horticulturae* 557: 447-455.
- IOPI (International Organization for Plant Information), 2014. <http://www.iopi.org>.
- Jänes, H., Kelt, K., Kahu, K., Klaas, L., Kikas, A. y Ardel, P., 2010. Fruit quality and productivity evaluation of nine plum cultivars. *Acta Horticulturae* 874: 357-361.

- Jiang, Y. y Song, J., 2010. Fruits and fruit flavor: Classification and biological characterization. En: Handbook of fruit and vegetable flavors. Y. H. Hui, F. Chen, L.M.L. Nollet, R.P.F. Guine, O. Martín-Belloso, M.I. Mínguez-Mosquera, G. Paliyath, F.L.P. Pessoa, J. Le Quere, J. S. Sidhu, N. Sinha y P. Stanfield (Eds.). John Wiley and Sons. Inc. p. 4.
- Julian, J.W., Strik, B.C., Larco, H.O., Bryla, D.R. y Sullivan, D.M., 2012. Costs of Establishing Organic Northern Highbush Blueberry: Impacts of Planting Method, Fertilization, and Mulch Type. *Hortscience* 47: 866-873.
- Kabeya, D. y Sakai, S., 2005. The relative importance of carbohydrate and nitrogen for the resprouting ability of *Quercus crispula* seedlings. *Annals of Botany* 96: 479-488.
- Kader, A.A. y Mitchell, F.G., 1989. Postharvest physiology. En: Peaches, Plums and Nectarines: Growing and Handling for Fresh Market. J.H. La Rue y R.S. Johnson (Eds.). University of California Department of Agriculture and Natural Resources Publication No. 3331. p. 158-164.
- Kaffka, S. y Koepf, H.H., 1989. A case study in the nutrient regime in sustainable farming. *Biological Agriculture and Horticulture* 6: 89-106.
- Kappel, F., 1991. Partitioning of aboveground dry-matter in lambert sweet cherry trees with or without fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 116: 201-205.
- Kappel, F., 2003. Influence of pruning and interspecific *Prunus* hybrid rootstocks on tree growth, yield and fruit size of apricot. *Journal American Pomological Society* 57: 100-105.
- Keil, H.L. y Wilson, R.A., 1961. Powdery mildew of peach. *Plant Disease* 45: 10-11.
- Keller, J.D. y Loescher, W.H., 1989. Nonstructural carbohydrate partitioning in perennial parts of sweet cherry. *Journal of American Society for Horticultural Science* 114: 969-975.
- Kennedy, A.C. y Smith, K.L., 1995. Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils. *Plant Soil* 170: 75-86.
- Kozlowski, T.T., 1971. Growth and development of trees. Vol. II. Cambial growth, root growth, and reproductive growth. Academic Press, New York.
- Kozlowski, T.T., 1992. Carbohydrate sources and sinks in woody-plants. *Botanical Review* 58: 107-222.
- Kumar, M., Rawat, V., Rawat, J.M.S. y Tomar, Y.K., 2010. Effect of pruning intensity on peach yield and fruit quality. *Scientia Horticulturae* 125: 218-221.
- Kuntz, M., Berner, A., Gatterer, A., Scholberg, J.M., Mader, P. y Pfiffner, L., 2013. Influence of reduced tillage on earthworm and microbial communities under organic arable farming. *Pedobiologia* 56: 251-260.
- Labrador, J., 2003. La material orgánica, base de la fertilización en agricultura ecológica. En: Fundamentos de agricultura ecológica: realidad actual y perspectivas. J. De las Heras, C. Fabeiro y R. Meco (Eds.). Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- Lamb, R.C., 1948. Effect of temperatures above and below freezing on the breaking of rest in the Latham raspberry. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 51: 313-315.
- Landsberg, J.J., 1980. Limits to apple yields imposed by weather. En: Opportunities for increasing crop yields. R.G. Hard, F.V. Biscoe y C. Dennis (Eds.). Ed. Pittman, Londres, U.K. p. 161-180.

- Lang, G.A., 1987. Dormancy - a new universal terminology. *Hortscience* 22: 817-820.
- Lang, G.A., 1996. Plant dormancy: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology, CAB International, Wallington, UK.
- Layne, R.E.C., 1994. *Prunus* rootstocks affect long-term orchard performance of redhaven peach on brookston clay loam. *Hortscience* 29: 167-171.
- Layne, R.E.C., Bailey, C.H. y Hough, L.F., 1996. Apricots. En: Fruit Breeding, Vol 1: Tree and Tropical Fruits. J. Janick y J.N. Moore (Eds.). John Wiley & Sons, New York, USA, pp. 79-111.
- Legave, J.M., Richard, J.C. y Viti, R., 2006a. Inheritance of floral abortion in progenies of 'Stark Early Orange' apricot. *Acta Horticulturae* 701: 127-130.
- Legave, J.M., Segura, V., Fournier, D. y Costes, E., 2006b. The effect of genotype, location and their interaction on early growth and branching in apricot trees. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 81: 189-198.
- Lenz, M.S., Isaacs, R., Flore, J.A. y Howell, G.S., 2009. Vegetative Growth Responses of Pinot gris (*Vitis vinifera* L.) Grapevines to Infestation by Potato Leafhoppers (*Empoasca fabae* Harris). *American Journal of Enology and Viticulture* 60: 130-137.
- Lepsis, J. y Blanke, M.M., 2006. The trunk cross-section area as a basis for fruit yield modelling in intensive apple orchards. *Acta Horticulturae* 707: 231-235.
- Lewallen, K.S. y Marini, R.P., 2003. Relationship between flesh firmness and groundcolor in peach as influenced by light and canopy position. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 128: 163-170.
- Li, C.Y., Weiss, D. y Goldschmidt, E.E., 2003. Girdling affects carbohydrate-related gene expression in leaves, bark and roots of alternate-bearing citrus trees. *Annals of Botany* 92: 137-143.
- Lill, R.E., O'Donoghue, E.M. y King, G.A., 1989. Postharvest physiology of peaches and nectarines. *Horticultural Reviews* 11: 413-452.
- Lima, G. y Vianello, F., 2011. Review on the main differences between organic and conventional-based foods. *International Journal of Food Science & Technology* 46: 1-13.
- Lindsay, W.L. y Norvell, W.A., 1978. Development of a DTPA soil test for zinc, iron, manganese and copper. *Soil Science Society of America Journal* 42: 421-428.
- Loescher, W.H., McCamant, T. y Keller, J.D., 1990. Carbohydrate reserves, translocation, and storage in woody plant-roots. *Hortscience* 25: 274-281.
- Lopez, G., Behboudian, M.H., Vallverdu, X., Girona, J., Marsal, J. y Echeverria, G., 2012. Deficit Irrigation in Peach and Nectarine: Sensory Quality and Consumer Acceptance of the Fruit. *Acta Horticulturae* 1038: 177-184.
- López, M.M., Gorris, M.T., Salcedo, C.I., Montojo, A.M. y Miró, M., 1989. Evidence of biological control of *Agrobacterium tumefaciens* strains sensitive and resistant to agrocin 84 by different *Agrobacterium radiobacter* strains on stone fruits trees. *Applied and Environmental Microbiology* 55: 741-746.
- Luckwill, L.C., 1974. A new look at the process of fruit bud formation in Apple. XIX International Horticultural Congress. Warsaw 3: 237-245.
- Luna, V., Reinoso, H., Lorenzo, E., Bottini, R. y Abdala, G., 1991. Dormancy in peach (*Prunus persica* L.) flower buds. 2. Comparative morphology and phenology in floral and vegetative buds, and the effect of chilling and gibberellin-A3. *Trees* 5: 244-246.

- Madrid, A., Madrid, R. y Vicente, J.M., 1996. Fertilizantes. AMV Ediciones, Mundiprensa, Madrid.
- Magkos, F., Arvaniti, F. y Zampelas, A., 2003. Organic food: nutritious food or food for thought? A review of the evidence. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 54(5): 357-371.
- MAGRAMA (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente), 2014. <http://www.magrama.gob.es>.
- Malaguti, D., Millard, P., Wendler, R., Hepburn, A. y Tagliavini, M., 2001. Translocation of amino acids in the xylem of apple (*Malus domestica* Borkh.) trees in spring as a consequence of both N remobilization and root uptake. *Journal of Experimental Botany* 52: 1665-1671.
- Malmauret, L., Parent-Massin, D., Hardy, J.L. y Verger, P., 2002. Contaminants in organic and conventional foodstuffs in France. *Food Additives and Contaminants* 19: 524-532.
- Mansour, S.A., Belal, M.H., Abou-Arab, A.A.K. y Gad, M.F., 2009. Monitoring of pesticides and heavy metals in cucumber fruits produced from different farming systems. *Chemosphere* 75: 601-609.
- MAPA, 1994. Métodos Oficiales de Análisis. Tomo III. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- Marini, R.P., Sowers, D. y Marini, M.C., 1991. Peach fruit-quality is affected by shade during final swell of fruit-growth. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 116: 383-389.
- Martínez-Calvo, J., Badenes, M.L. y Llácer, G., 2004. Estado actual del programa de mejora genética de albaricoquero (*Prunus armeniaca* L.) en la Comunidad Valenciana. *Fruticultura Profesional* 144: 7-11.
- Mataix, E., García, S. y Romero, F., 2003. El cultivo del ciruelo: el piojo de San José. *Comunitat Valenciana Agraria* 23: 39-42.
- Mc Gill, W.B., Cannon, K.R., Robertson, J.A. y Cook, F.D., 1986. Dynamics of soil microbial biomass and water-soluble organic C in Breton L after 50 years of cropping to two rotations. *Canadian journal of soil science* 66: 1-19.
- Meier, U., Graf, H., Hack, H., Hess, M., Kennel, W., Klose, R., Mappes, D., Seipp, D., Stauss, R., Streif, J. y Van den Boom, T., 1994. Phänologische Entwicklungsstadien des Kernobstes (*Malus domestica* Borkh. und *Pyrus communis* L.), des Steinobstes (*Prunus*-Arten), der Johannisbeere (*Ribes*-Arten) und der Erdbeere (*Fragaria x ananassa* Duch.). *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutz* 46: 141-153.
- Melero, S., Madejón, E., Herencia, J.F. y Ruiz, J.C., 2007. Efecto a largo plazo del manejo orgánico sobre la fertilidad química del suelo y la producción de los cultivos. *Agricultura. Revista Agropecuaria* 899: 610-615.
- Melero, S., Ruiz-Porrás, J.C., Herencia, J.F. y Madejón, E., 2006. Chemical and biochemical properties in a silty loam soil under conventional and organic management. *Soil and Tillage Research* 90: 162-170.
- Melgarejo, P., 1996. El frío invernal, factor limitante para el cultivo frutal. Modelos y métodos para determinar la acumulación de frío y de calor en frutales. Ed. A. Madrid Vicente, Madrid.
- Melgarejo, P., 2000. Tratado de fruticultura para zonas áridas y semiáridas. Volumen I: El medio ecológico, la higuera, el alcaparro y el nopal. Mundi-Prensa p. 47-76.
- Millard, P., 1996. Ecophysiology of the internal cycling of nitrogen for tree growth. *Z. Zeitschrift Fur Pflanzenernahrung Und Bodenkunde* 159: 1-10.

- Miller, G.L., 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical Chemistry* 31: 426-428.
- Milosevic, T. y Milosevic, N., 2013. Response of young apricot trees to natural zeolite, organic and inorganic fertilizers. *Plant Soil and Environment* 59: 44-49.
- Milosevic, T., Milosevic, N. y Glisic, I., 2013. Tree growth, yield, fruit quality attributes and leaf nutrient content of 'Roxana' apricot as influenced by natural zeolite, organic and inorganic fertilizers. *Scientia Horticulturae* 156: 131-139.
- Moing, A., Lafargue, B., Lespinasse, J.M. y Gaudillere, J.P., 1994. Carbon and nitrogen reserves in prune tree shoots - effect of training system. *Scientia Horticulturae* 57: 99-110.
- Morton, A. y García del Pino, F., 2008. Field efficacy of the entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* against the Mediterranean flat-headed rootborer *Capnodis tenebrionis*. *Journal of Applied Entomology* 132: 632-637.
- Navarro-Llopis, V., Alfaro, F., Domínguez, J., Sanchis, J. y Primo, J., 2008. Evaluation of traps and lures for mass trapping of mediterranean fruit fly in citrus groves. *Journal of Economic Entomology* 101: 126-131.
- Niggli, U., 2009. Advancing organic and low-input food. QLIF Integrated Research Project. <http://orgprints.org>. ICROFS, Foulem, Denmark.
- Nolte, C. y Werner, W., 1994. Investigations of the nutrient cycle and its components of a biodynamically managed farm. *Biological Agriculture and Horticulture* 10: 235-254.
- Nzima, M.D.S., Martin, G.C. y Nishijima, C., 1997. Seasonal changes in total nonstructural carbohydrates within branches and roots of naturally "off" and "on" 'Kerman' pistachio trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 122: 856-862.
- Nzima, M.D.S., Martin, G.C. y Nishijima, C., 1999. Effect of fall defoliation and spring shading on shoot carbohydrate and growth parameters among individual branches of alternate bearing 'Kerman' pistachio trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 124: 52-60.
- Ogawa, J.M., Zehr, E.I. y Biggs, A.R., 1995. Diseases caused by fungi. En: *Compendium of Stone Fruit Diseases*. J.M. Ogawa, E.I. Zehr, G.W. Bird, D.E. Ritchie, K. Uriu y J.K. Uyemoto (Eds.). American Phytopathological Society, St. Paul, Minn pp. 7-10.
- Oke, V. y Long, S.R., 1999. Bacteroid formation in the Rhizobium-legume symbiosis. *Current Opinion in Microbiology* 2: 641-646.
- Okie, W.R. y Ramming, D.W., 1999. Plum breeding worldwide. *Horttechnology* 9(2): 162-176.
- Okie, W.R. y Weinberger, J.H., 1996. Plums. En: *Fruit Breeding, Volume I: Tree and Tropical Fruits*. J. Janick y J. N. Moore (Eds.). John Wiley & Sons, Inc., New York. p. 559-607.
- Oliveira, C. y Priestley, C.A., 1988. Carbohydrate reserves in deciduous fruit trees. *Horticultural Reviews* 10: 403-430.
- Olmstead, M., Miller, T.W., Bolton, C.S. y Miles, C.A., 2012. Weed Control in a Newly Established Organic Vineyard. *Horttechnology* 22: 757-765.
- Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S. y Dean, L.A., 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. United States Department of Agriculture Circular 939.

- Pallardi, S.G., 2007. Physiology of woody plants. Academic Press p. 199-208.
- Patrick, J.W., 1988. Assimilate partitioning in relation to crop productivity. HortScience 23: 33-40.
- Pauli, F.W., 1967. Soil fertility. A biodinamical approach. Adam Hilder. London.
- Peck, G.M., Andrews, P.K., Reganold, J.P. y Fellman, J.K., 2006. Apple orchard productivity and fruit quality under organic, conventional, and integrated management. HortScience 41: 99-107.
- Peel, M.C., Finlayson, B.L. y McMahon, T.A., 2007. Updated world map of the Koppen-Geiger climate classification. Hydrology and Earth System Sciences 11: 1633-1644.
- Pérez-Romero, L.F., Arroyo, F.T., Santamaría, C., Herencia, J.F. y Daza, A., 2014a. Growth, phenology and fruit set of *Prunus armeniaca* L. (cv. Ninfa) grafted on two rootstocks in organic and conventional management. Horticultural Science 41: 101-106.
- Pérez-Romero L.F., Daza A. y Arroyo F.T., 2014b. Evaluación de la eficacia del azufre y los extractos de ajo y cola de caballo en el control de la roya en ciruelo en cultivo ecológico. XVII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología (Lérida) p. 271.
- Perret, X., Staehelin, C. y Broughton, W.J., 2000. Molecular basis of symbiotic promiscuity. Microbiology and Molecular Biology Reviews 64: 180-201.
- Phipps, J.B., Robertson, K.R., Smith P.G. y Rohrer, J.R., 1990. A checklist of the subfamily *Maloideae* (*Rosaceae*). Canadian Journal of Botany 68: 2209-2269.
- Powlson, D.S., Brookes, P.C. y Christensen, B.T., 1987. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation. Soil Biology & Biochemistry 19: 159-164.
- Raese, J.T., Williams, M.W. y Billingsley, H.D., 1978. Cold hardiness, sorbitol, and sugar levels of apple shoots as influenced by controlled temperatures and season. Journal of the American Society for Horticultural Science 103: 796-801.
- Ramming, D.W. y Tanner, O., 1981. 'Blackamber' plum. HortScience 16:232.
- Ramming, D.W. y Tanner, O., 1993. 'Fortune' Plum. HortScience 28: 679.
- Rato, A.E., Aguilheiro, A.C., Barroso, J.M. y Riquelme, F., 2008. Soil and rootstock influence on fruit quality of plums (*Prunus domestica* L.). Scientia Horticulturae 118: 218-222.
- Reganold, J.P., Glover, J.D., Andrews, P.K. y Hinman, H.R., 2001. Sustainability of three apple production systems. Nature 410: 926-930.
- Reglamento (CEE) nº 2092/91 del Consejo, de 24 de junio de 1991, sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios.
- Reglamento (CE) nº 834/2007 del Consejo, de 28 de junio de 2007, sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CEE) nº 2092/91.
- Reglamento (CE) nº 889/2008 de la Comisión, de 5 de septiembre de 2008, por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) nº 834/2007 del Consejo sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control.

- Rehder, A., 1940. Manual of cultivated trees and shrubs hardy in North America exclusive of the subtropical and warmer temperate regions, 2nd ed. Macmillan, New York, USA.
- Reig, G., Larrigaudiere, C. y Soria, Y., 2007. Effects of organic and conventional growth management on apple fruit quality at harvest. *Acta Horticulturae* 737: 61-65.
- Reuveni, M. y Reuveni, R., 1998. Foliar applications of monopotassium phosphate fertilizer inhibit powdery mildew development in nectarine trees. *Canadian Journal of Plant Pathology-Revue Canadienne de Phytopathologie* 20: 253-258.
- Richardson, E.A., Seeley S.D. y Walker, D.R., 1974. A model for estimating the completion of rest for 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. *HortScience* 1: 331-332.
- Robbie, F.A. y Atkinson, C.J., 1994. Wood and tree age as factors influencing the ability of apple flowers to set fruit. *Journal of Horticultural Science* 69: 609-623.
- Robbie, F.A., Atkinson, C.J., Knight, J.N. y Moore, K.G., 1993. Branch orientation as a factor determining fruit-set in apple-trees. *Journal of Horticultural Science* 68: 317-325.
- Rodrigo, J., 2000. Spring frosts in deciduous fruit trees - morphological damage and flower hardiness. *Scientia Horticulturae* 85: 155-173.
- Rodrigo, J. y Guerra M.E., 2014. Cerezo y Ciruela. En: La fruticultura del siglo XXI en España. J.J. Hueso y J. Cuevas (Eds.). Cajamar Caja Rural.
- Rodrigo, J. y Herrero, M., 2002. Effects of pre-blossom temperatures on flower development and fruit set in apricot. *Scientia Horticulturae* 92: 125-135.
- Rodrigo, J. y Hormaza, J.I., 2005. El albaricoquero. *Diversidad genética y situación actual del cultivo*. ITEA 101(4): 333-342.
- Rodríguez, C. y Perera, S., 2008. Ensayo comparativo de distintos tipos de mosqueros comerciales de captura de hembras y machos de la mosca mediterránea de la fruta (*Ceratitis capitata* Weid.). Área de Agricultura, Ganadería y Pesca. Servicio de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife 2008 pp 1-13.
- Roper, T.R., Keller, J.D., Loescher, W.H. y Rom, C.R., 1988. Photosynthesis and carbohydrate partitioning in sweet cherry - fruiting effects. *Physiologia Plantarum* 72: 42-47.
- Roussos, P.A. y Gasparatos, D., 2009. Apple tree growth and overall fruit quality under organic and conventional orchard management. *Scientia Horticulturae* 123: 247-252.
- Rozpara, E., Glowacka, A. y Grzyb, Z.S., 2010. The Growth and Yields of Eight Plum Cultivars Grafted on Two Rootstocks in Central Poland. *Acta Horticulturae* 874: 255-259.
- Rubio, M., Dicenta, F., García, A., Ruiz, D., Martínez, P. y Egea, J., 2009. Control de la Sharka en albaricoquero a través de la obtención de nuevas variedades resistentes. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Ruiz, D., Cos, J., Carrillo, A., Frutos, D., García, F. y Egea, J., 2011. La mejora varietal, factor crucial en el presente y futuro del ciruelo japonés en España. *Vida Rural* 338: 32-35.

- Ruiz, D., Egea, J., Tomás Barberán, F.A. y Gil, M.I., 2005. Carotenoids from new apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties and their relationship with flesh and skin color. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53: 6368-6374.
- Ryugo, K. y Davis, L.D., 1959. The effect of time of ripening on the starch content of bearing peach branches. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*. 74: 130-133.
- Sachs, R.M., 1977. Nutrient diversion - hypothesis to explain chemical control of flowering. *Hortscience* 12: 220-222.
- Saenz, M.V., 1991. Effect of position in the canopy on the postharvest performance and quality of stone fruit. En: 1990 report on research projects for California peaches and nectarines. California Tree Fruit Agreement, Sacramento, California.
- Salunkhe, D.K. y Do, J.Y., 1976. Biogenesis of aroma constituents of fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 8: 161-190.
- Saure, M.C., 1985. Dormancy release in deciduous fruit trees. *Horticultural Reviews* 7: 239-300.
- Sebby, K., 2010. The green revolution of the 1960's and its impact on small farmers in India. Tesis Doctoral. University of Nebraska-Lincoln.
- Sedgley, M. y Griffin, A.R., 1989. Sexual reproduction of tree crops. Academic Press, London, UK.
- Serrano, N., Lovera, M., Salguero, A., Arquero, O., Casado, B. y Fernández, J.L., 2011. Flowering and Maturation Dates of the Main Late-Blooming Almond Varieties of the Mediterranean Basin. *Acta Horticulturae* 912: 99-102.
- Scheller, E. y Raupp, J., 2005. Amino acid and soil organic matter content of topsoil in a long term trial with farmyard manure and mineral fertilizer. *Biological Agriculture & Horticulture* 22: 379-397.
- Schupman, W., 1974. Nutritional value of crops as influenced by organic and inorganic fertilizer treatments. *Qualitas Plantarum* 23: 233-358.
- Schwabe, W.W., 1987. The flowering problem. En: Manipulation of flowering. J.G. Atherton (Ed.). Londres: Butterworths & Co. Ltd. p. 3-13.
- SECH, 1999. Diccionario de Ciencias Hortícolas. En: L. Rallo y R. Fernández-Escobar (Eds.). Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Mundi-Prensa, Madrid.
- Shaltout, A.D. y Unrath, C.R., 1983. Rest completion prediction model for starkrimson delicious apples. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 108: 957-961.
- Sharma, B.D., Jassal, H.S., Sawhney, J.S. y Sidhu. P.S., 1999. Micronutrient distribution in different physiographic units of the Siwalik hills of the semiarid tract of Punjab, India. *Arid Land Research and Management* 13(2): 189-200.
- Shear, C.B. y Faust, M., 1980. Nutritional ranges in deciduous tree fruits and nuts. *Horticultural Reviews* 2: 142-163.
- Silva, F.P., Silva, M.D., da Costa, A.A. y Ramos, J.G., 2008. Productive performance of Japanese plum cultivars (*Prunus salicina* Lindl.) in Caldas, Minas Gerais State. *Revista Ciencia Agronómica* 39 (2): 281-286.
- Singh, G., Kaur, H. y Randhawa, J.S., 2004. Performance of subtropical plum cv. Satluj purple at different planting densities. *Acta Horticulturae* 662: 181-185.

- Singh, S.P., Singh, Z. y Swinny, E.E., 2009. Sugars and organic acids in Japanese plums (*Prunus salicina* Lind.) as influenced by maturation, harvest date, storage temperature and period. *International Journal of Food Science and Technology* 44: 1973-1982.
- Sisquella, M., 2014. Tratamientos con ácido peracético, radiofrecuencias y microondas para el control de *Monilinia spp.* en poscosecha de fruta de hueso. Tesis Doctoral. Universidad de Lleida.
- Sivaci, A., 2006. Seasonal changes of total carbohydrate contents in three varieties of apple (*Malus sylvestris* Miller) stem cuttings. *Scientia Horticulturae* 109: 234-237.
- Smith, S.E., Jakobsen, I., Gronlund, M. y Smith, F.A., 2011. Roles of Arbuscular Mycorrhizas in Plant Phosphorus Nutrition: Interactions between Pathways of Phosphorus Uptake in Arbuscular Mycorrhizal Roots Have Important Implications for Understanding and Manipulating Plant Phosphorus Acquisition. *Plant Physiology* 156: 1050-1057.
- Smith, S.E. y Read, D.J., 1997. Mycorrhizal symbiosis. London Academic Press.
- Soil Survey Staff, 1999. Soil Taxonomy, 2nd edn. HBK. 437, Washington, USA: USDA Ag.
- Song, J. y Forney, C.F., 2008. Flavour volatile production and regulation in fruit. *Canadian Journal of Plant Science* 88: 537-50.
- Soto, G. y Muschler, R., 2001. Génesis, fundamentos y situación actual de la agricultura orgánica. *Manejo Integrado de Plagas* 62: 101-105.
- Sottile, F., Monte, M. y De Michele, A., 2007. Effect of different rootstocks on vegetative growth of Japanese and European plum cultivars in Southern Italy: Preliminary results. *Acta Horticulturae* 734: 375-380.
- Spadoni, A., Guidarelli, M., Sanzani, S.M., Ippolito, A. y Mari, M., 2014. Influence of hot water treatment on brown rot of peach and rapid fruit response to heat stress. *Postharvest Biology and Technology* 94: 66-73.
- Sterling, C., 1964. Comparative morphology of the carpel in the *Rosaceae*. I. Prunoideae: *Prunus*. *American Journal of Botany* 51: 36-44.
- Stockdale, E.A., Lampkin, N.H., Hovi, M., Keatinge, R., Lennartsson, E.K.M., Macdonald, D.W., Padel, S., Tattersall, F.H., Wolfe, M.S. y Watson, C.A., 2001. Agronomic and environmental implications of organic farming systems. *Advances in Agronomy* 70: 261-327.
- Stratton, M.L., Barker, A.V. y Rechcigl, J.E., 1995. Compost. En: *Soil Amendments and Environmental Quality*. J.E. Rechcigl (Ed.). CRC Press, USA pp. 249-309.
- Tabuenca, M.C., 1967. Winter chilling requirements of plum varieties. *Anales Aula Dei* 8: 383-91.
- Taiz, L. y Zeiger, E., 1998. *Plant Physiology*. 2nd ed. Sunderland, Massachusetts: Sinaur Associates, Inc.
- Taylor, M.A., Rabe, E., Dodd, M.C. y Jacobs, G., 1993. Influence of sampling date and position in the tree on mineral nutrients, maturity and gel breakdown in cold stored songold plums. *Scientia Horticulturae* 54: 131-141.
- Taylor, B.K., Van Den Ende, B. y Canterford, R.L., 1975. Effects of rate and timing of nitrogen applications on the performance and chemical composition of young pear trees, cv 'Williams' Bon Chretien. *Journal of Horticultural Science* 50: 29-40.

- Tisdall, J.M. y Oades, J.M., 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science* 33: 141-163.
- Titus, J.S. y Kang, S.M., 1982. Nitrogen metabolism, translocation and recycling in apple trees. *Horticultural Reviews* 4: 204-246.
- Topp, B.L., Russell, D.M., Neumüller, M., Dalbó, M.A. y Liu, W., 2012. Plum. En: *Fruit breeding*. M.L. Badenes y D.H. Byrne (Eds.). Springer. p. 571-612.
- Torrents, J., 1995. Caracterización básica de los portainjertos más actualizados de los frutales de hueso. *Horticultura Internacional* 59-63.
- Torstensson, G., 1998. Nitrogen delivery and utilization by subsequent crops after incorporation of leys with different plant composition. *Biological Agriculture and Horticulture* 16: 129-143.
- Tricon, D., Bourguiba, H., Ruiz, D., Blanc, A., Audergon, J.M., Bureau, S., Gouble, B., Grotte, M., Reich, M., Renard, C., Clauzel, G., Brand, R. y Semon, S., 2009. Evolution of apricot fruit quality attributes in the new released cultivars. *Acta Horticulturae* 814: 571-576.
- Tromp, J., 1983. Nutrient reserves in roots of fruit trees, in particular carbohydrates and nitrogen. *Plant and Soil* 71: 401-413.
- Unger, P.W., 1991. Organic matter, nutrient and pH changes distribution in no-tillage and conventional-tillage semiarid soils. *Agronomy Journal* 83: 186-189.
- Uriu, K., Werenfels, L., Post, G., Retan, A. y Fox, D., 1964. Cling peach irrigation. *California Agriculture* 18(7): 10-11.
- Usenik, V., Kastecec, D., Veberič, R. y Štampar, F., 2008. Quality changes during ripening of plum (*Prunus domestica* L.). *Food Chemistry* 111: 830-836.
- Van Leeuwen, C., Friant, P., Choné, X., Tregoat, O., Koundouras, S. y Dubourdieu, D., 2004. Influence of climate, soil, and cultivar on terroir. *American Journal of Eonology and Viticulture* 55(3): 207-217.
- Vangdal, E., Doving, A. y Mage, F., 2007. The fruit quality of plums (*Prunus domestica* L.) as related to yield and climatic conditions. *Acta Horticulturae* 734: 425-429.
- Vangdal, E., Meland, M., Mage, F. y Doving, A., 2005. Prediction of fruit quality of plums (*Prunus domestica* L.). *Acta Horticulturae* 674: 613-617.
- Viti, R. y Monteleone, P., 1991. Observations on flower bud growth in some low yield varieties of apricot. *Acta Horticulturae* 293: 319-326.
- Viveros Orero, 2014. <http://www.viveros-orero.com>.
- Viveros Provedo, 2014. <http://www.provedo.com>.
- Walkowiak-Tomczak, D., Reguła, J. y Łysiak, G., 2007. Physico-chemical properties and antioxidant activity of selected plum cultivars fruit. *Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria* 7(4): 15-22.
- Walsh, C.S., Ottesen, A.R., Newell, M.J., Hanson, J.C. y Leone, E.H., 2011. The Effect of Organic and Conventional Management Programs on Apple and Asian Pear Tree Growth, Productivity, Expenses and Revenues in a Hot, Humid Climate. *Acta Horticulturae* 903: 665-672.
- Warman, P.R., 2005. Soil fertility, yield an nutrient contents of vegetable crops after 12 years of compost or fertilizer amendments. *Biological Agriculture & Horticulture* 23: 85-96.
- Weibel, F. y Häseli, A., 2003. Organic apple production - with Empahis on European Experiences. En: *Apples, Botany, Production and Uses*. D.C. Ferree y I.J. Warrington (Eds.). CABI Publishing, Wallingford, p. 551-583.

- Weinberger, J.H., 1975. Plums, p. 336-347. En: Advances in fruit breeding. J. Janick y J.N. Moore (Eds.). Purdue Univ. Press, West Lafayette, Ind.
- Westwood, M.N., 1993. Temperature-zone pomology physiology and culture. Timber Press, Portland, Ore p. 386.
- Wilford, L.E., Sabarez H. y Price W.E., 1997. Kinetics of carbohydrate change during dehydration of d'Agen prunes. Food Chemistry 59: 149-145.
- Williams C.M., 2002. Nutritional quality of organic food: shades of grey or shades of green? Proceedings of The Nutrition Society 61(1):19-24.
- Williams, R.R., 1965. The effect of summer nitrogen applications on the quality of apple blossom. Journal Horticultural Science 40: 31-41.
- Winter, C.K. y Davis, S.F., 2006. Organic food. Journal of Food Science 71: 117-124.
- Witherspoon, J.M. y Jackson, J.F., 1995. Analysis of fresh and dried apricot. En: Modern methods of plant analysis. H.F. Linskens y J.F. Jackson (Eds.). Springer-Verlag, Berlin, Germany Vol. 18, pp. 111-131.
- Woese, K., Lange, D., Boess, C.H. y Werner, K., 1997. A comparison of organically and conventionally grown foods: results of a review of the relevant literature. Journal of the Science of Food and Agriculture 74: 281-293.
- Worley, R.E., 1979. Fall defoliation date and seasonal carbohydrate concentration of pecan wood tissue. Journal of the American Society for Horticultural Science 104: 195-199.
- Worthington, V., 2001. Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables and grains. Journal of alternative and complementary medicine 7: 161-173.
- Wrolstad, R.E. y Shallenberger, R.S., 1981. Free sugars and sorbitol in fruits. A compilation from the literature. Journal of the Association of Official Analytical Chemists 64: 91-103.
- Wright, C.J., 1989. Interactions between vegetative and reproductive growth. En: Manipulation of fruiting. C.J. Wright (Ed.). London: Butterworths p. 15-27.
- Yamashita, T., 1986. Mobilization of carbohydrates, amino acids and adenine nucleotides in hardwood stems during regrowth after partial shoot harvest in mulberry trees (*Morus alba* L.). Annals of Botany 57: 237-244.
- Yoshida, M., 1987. The origin of fruits, 2: Plums. Fruit Japan 42: 49-53.
- Zebarth, B.J., Neilsen, G.H., Hogue, E. y Neilsen, D., 1999. Influence of organic waste amendments on selected soil physical and chemical properties. Canadian Journal of Soil Science 79: 501-504.
- Zimdahl, R.L., 1993. Fundamentals of weed science. Academic Press, San Diego, p. 450.
- Zohary, D. y Hopf, M., 2001. Domestication of plants in the Old World. Oxford University Press, Oxford, UK. 334 pp.
- Zuñiga, J., Biurrun, R., Garnica, I., Lezaún, J.A. y Llorens M., 2011. La moniliosis. Navarra agraria 189: 11-13.

ANEXOS

**ANEXO 1. ESTADOS FENOLÓGICOS Y DURACIÓN DE LA FLORACIÓN
PARA CADA AÑO DEL PERIODO 2007 AL 2014**

Tabla A1.1. Inicio de floración (IF), plena floración (PF) y final de floración (FF) de siete cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años del periodo 2007 a 2014.

Año	Manejo	'Larry-Ann'			'Fortune'			'Souvenir'			'Songold'			'Sapphire'			'Red Beaut'			'Laetitia'		
		IF	PF	FF	IF	PF	FF	IF	PF	FF	IF	PF	FF	IF	PF	FF	IF	PF	FF	IF	PF	FF
Día del año																						
2007	AE	67	73	89	62	69	80	61	68	91	66	77	98	62	73	102	58	64	75	65	75	103
	AC	68	74	89	61	68	82	62	68	96	65	75	101	54	73	107	58	65	77	66	73	102
2008	AE	56	64	84	52	60	71	52	64	92	60	73	95	52	60	95	52	56	67	60	64	95
	AC	56	64	84	52	56	77	46	64	95	56	60	92	46	60	92	52	56	73	52	60	95
2009	AE	54	62	75	48	62	70	51	57	78	57	68	78	48	57	78	48	57	68	57	68	78
	AC	51	62	75	48	62	70	44	57	75	54	62	78	44	54	81	44	54	72	51	59	81
2010	AE	61	77	89	54	64	88	50	68	88	64	81	94	50	68	89	48	64	88	64	81	93
	AC	61	74	88	48	64	88	48	68	94	61	77	94	48	68	94	48	64	88	61	71	93
2011	AE	59	68	84	52	60	77	55	63	84	68	77	87	52	60	82	46	56	74	61	72	90
	AC	56	64	84	52	56	74	54	62	83	63	73	84	51	60	87	45	56	74	54	63	87
2012	AE	72	76	93	65	72	83	65	72	88	72	74	94	64	72	93	62	67	83	69	76	93
	AC	67	73	93	63	69	81	62	69	83	69	72	90	64	69	86	60	67	81	69	74	93
2013	AE	63	70	95	60	67	91	58	65	91	72	83	95	58	63	86	59	65	76	66	72	100
	AC	63	68	86	57	65	84	55	64	86	68	81	85	53	60	84	55	63	76	60	68	95
2014	AE	65	69	94	55	62	81	57	64	84	68	70	99	51	64	96	51	63	80	67	70	97
	AC	62	67	93	53	58	79	53	59	83	63	69	94	50	59	91	50	57	79	55	64	92
C-E		1,63	1,63	-1,37	1,75	2,25	-0,75	3,13	1,25	-0,12	3,50	4,25	-2,75	3,38	1,75	0,12	1,50	1,25	1,12	5,13	5,75	-1,37

Tabla A1.2. Inicio de floración (IF), plena floración (PF) y final de la floración (FF) de siete cultivares adicionales de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en los años del periodo 2007 al 2014.

Año	Manejo	'Blackamber'			'Primetime'			'Santa Rosa'			'Angeleno'			'Golden Japan'			'Friar'			'Showtime'		
		IF	PF	FF	IF	PF	FF	IF	PF	FF	IF	PF	FF	IF	PF	FF	IF	PF	FF	IF	PF	FF
Día del año																						
2007	AE	65	68	77	69	79	101	66	76	89	67	75	86	71	81	111	77	81	110	67	70	100
	AC	62	65	77	68	79	103	64	74	91	67	75	90	70	78	109	73	78	98	66	69	104
2008	AE	52	60	79	64	77	95	60	64	84	52	64	84	60	77	101	67	77	88	60	64	92
	AC	52	56	73	60	71	95	56	64	92	52	64	84	56	64	95	56	64	84	52	64	95
2009	AE	54	62	68	57	68	78	54	68	75	54	68	75	57	68	78	57	68	78	54	62	78
	AC	44	57	72	56	68	81	48	59	78	48	62	75	51	64	82	51	68	78	52	62	78
2010	AE	59	69	88	68	83	98	64	81	94	64	74	92	64	81	92	67	83	94	64	81	96
	AC	48	68	83	64	81	96	61	74	91	61	70	94	61	81	96	65	83	94	48	68	96
2011	AE	54	63	74	68	77	91	63	74	84	57	64	82	69	77	91	68	80	91	61	70	87
	AC	48	60	74	63	76	86	61	74	84	52	63	82	62	78	89	65	80	91	60	67	85
2012	AE	67	72	86	76	83	102	70	78	90	70	81	90	74	81	94	79	83	90	70	74	90
	AC	62	69	81	74	81	100	69	73	90	69	76	90	72	78	94	74	81	90	69	74	89
2013	AE	60	70	77	74	85	107	70	75	95	63	72	91	70	72	105	76	84	101	68	72	100
	AC	56	64	78	67	76	95	63	68	91	56	67	85	63	70	96	65	82	96	65	69	91
2014	AE	58	66	83	71	81	99	66	71	87	64	70	85	71	75	97	73	75	90	66	69	96
	AC	54	63	79	69	78	91	57	69	85	57	65	84	65	70	92	68	72	83	63	67	91
C-E		5,38	3,50	-1,87	3,25	2,88	-3,00	4,25	4,00	0,50	3,63	3,25	-0,12	4,50	3,63	-2,00	5,88	2,88	-3,50	4,38	2,75	-1,25

Tabla A1.3. Duración de la floración (días) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) para los años 2007 al 2014, valor medio de los ocho años (Media) y diferencia de la duración de la floración del tratamiento convencional y el ecológico (C-E).

Cultivar	2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013		2014		Media		C-E
	AE	AC	AE	AC															
'Larry-Ann'	22	21	28	28	21	24	28	27	25	28	21	26	32	23	30	32	25,75	26,00	0,25
'Fortune'	18	21	19	25	22	22	34	40	25	22	18	18	31	27	25	25	24,13	25,13	1,00
'Souvenir'	30	34	40	49	27	31	38	46	29	29	23	21	33	31	26	30	30,88	33,88	3,00
'Songold'	32	36	35	36	21	24	30	33	19	21	22	21	23	17	31	31	26,63	27,38	0,75
'Sapphire'	40	53	43	46	30	37	39	46	30	36	29	22	28	31	45	41	35,50	39,00	3,50
'Red Beaut'	17	19	15	21	20	28	40	40	28	29	21	27	17	21	30	39	23,38	26,00	2,62
'Laetitia'	38	36	35	43	21	30	29	32	29	33	24	24	34	35	39	36	30,00	33,75	3,75
'Blackamber'	12	15	27	21	14	28	29	35	20	26	19	19	17	22	25	25	20,38	23,88	3,50
'Primetime'	32	35	31	35	21	25	30	32	23	23	26	26	33	28	29	22	28,00	28,25	0,25
'Santa Rosa'	23	27	24	36	21	30	30	30	21	23	20	21	25	28	22	27	23,13	27,88	4,75
'Angeleno'	19	23	32	32	21	27	28	33	25	30	20	21	28	29	22	27	24,25	27,75	3,50
'Golden Japan'	40	39	41	39	21	31	28	35	22	27	20	22	35	33	27	27	29,13	31,63	2,50
'Friar'	33	25	21	28	21	27	27	29	23	26	11	16	25	31	18	12	22,50	25,00	2,50
'Showtime'	33	38	32	43	24	26	32	48	26	25	20	20	32	26	32	28	29,00	32,25	3,25
Media parcela	27,7	30,1	30,2	34,4	21,7	27,8	31,5	36,1	24,6	27,0	21,0	21,7	28,0	27,2	28,6	28,7	26,6	29,1	2,5

ANEXO 2. TABLAS DE GRADO DE DEFOLIACIÓN

Tabla A2.1. Cinética de defoliación (0 a 5) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2008.

Cultivar	Manejo	Día del año								
		294	304	311	318	325	332	339	346	353
		Grado de defoliación (0 a 5)								
'Larry-Ann'	AE	1,33 a	2,50 a	3,00 a	3,83 a	4,27 a	4,43 a	4,93 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,50 a	0,83 a	1,00 b	1,33 b	1,50 b	1,83 b	2,50 b	4,27 a	5,00 a
'Fortune'	AE	1,33 a	2,67 a	3,17 a	3,83 a	4,17 a	4,33 a	4,77 a	5,00 a	5,00 a
	AC	1,17 a	1,50 a	1,83 b	2,17 b	2,33 b	2,67 b	3,33 b	4,33 b	4,80 a
'Souvenir'	AE	0,50 a	1,83 a	2,67 a	3,33 a	3,33 a	3,33 a	4,17 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,83 a	1,17 a	1,17 b	1,67 b	1,83 b	1,83 b	2,33 b	3,17 b	4,50 a
'Songold'	AE	0,67 a	2,33 a	3,33 a	4,17 a	4,43 a	4,70 a	4,93 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,50 a	0,67 b	1,17 b	1,50 b	1,83 b	1,83 b	2,67 b	4,17 b	4,87 a
'Sapphire'	AE	1,67 a	3,17 a	3,83 a	4,33 a	4,50 a	4,70 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,50 b	0,67 b	0,83 b	1,17 b	1,33 b	1,83 b	2,67 b	4,33 b	4,87 a
'Red Beaut'	AE	2,33 a	3,67 a	4,33 a	4,50 a	4,50 a	4,70 a	4,93 a	5,00 a	5,00 a
	AC	1,17 b	1,67 b	2,00 b	2,50 b	2,83 b	3,50 b	4,00 b	4,80 a	5,00 a
'Laetitia'	AE	1,50 a	2,00 a	2,83 a	3,67 a	4,17 a	4,33 a	4,93 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,33 a	0,50 b	0,50 b	1,17 b	1,50 b	2,00 b	2,83 b	4,33 b	4,93 a
'Blackamber'	AE	1,67 a	3,50 a	3,83 a	4,33 a	4,60 a	4,70 a	4,93 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,50 b	0,83 b	1,17 b	1,33 b	1,50 b	2,17 b	3,17 b	4,70 b	5,00 a
'Primetime'	AE	1,00 a	1,67 a	2,17 a	3,00 a	3,50 a	3,67 a	4,43 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,33 a	0,83 a	1,00 a	1,33 b	1,50 b	1,67 b	2,17 b	3,83 b	4,80 a
'Santa Rosa'	AE	2,17 a	2,67 a	3,67 a	4,33 a	4,50 a	4,50 a	4,87 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,50 b	0,83 b	1,17 b	1,50 b	1,50 b	1,50 b	2,00 b	3,33 b	4,70 b
'Angeleno'	AE	1,83 a	3,50 a	4,00 a	4,43 a	4,60 a	4,60 a	4,87 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,33 b	0,50 b	0,83 b	1,00 b	1,00 b	1,33 b	2,00 b	3,17 b	4,70 b
'Golden Japan'	AE	0,50 a	1,17 a	1,83 a	2,83 a	2,83 a	3,67 a	4,43 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,33 a	0,67 a	0,83 a	1,00 b	1,00 b	1,33 b	2,17 b	3,17 b	4,50 b
'Friar'	AE	3,83 a	4,50 a	4,70 a	4,93 a	5,00 a				
	AC	1,00 b	1,33 b	1,67 b	2,50 b	2,83 b	3,33 b	4,00 b	4,77 a	5,00 a
'Showtime'	AE	4,00 a	4,33 a	4,60 a	4,87 a	4,87 a	4,93 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
	AC	1,33 b	1,50 b	1,83 b	2,33 b	2,83 b	3,50 b	4,17 b	4,77 a	5,00 a

En las columnas, para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre ambos tipos de manejo ($p \leq 0,05$).

Tabla A2.2. Cinética de defoliación (0 a 5) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2009.

Cultivar	Manejo	Día del año						
		264	289	301	309	320	329	344
		Grado de defoliación (0 a 5)						
'Larry-Ann'	AE	0,00 a	0,00 a	0,33 a	1,00 a	2,00 a	3,33 a	4,10 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,03 a	0,17 b	0,23 a	0,50 b	1,33 b
'Fortune'	AE	0,57 a	0,60 a	0,70 a	2,00 a	3,50 a	3,67 a	4,80 a
	AC	0,00 b	0,20 b	0,27 a	0,57 b	0,83 b	1,33 b	2,43 b
'Souvenir'	AE	0,00 a	0,30 a	0,43 a	1,17 a	2,50 a	3,17 a	3,93 a
	AC	0,00 a	0,03 b	0,23 a	0,40 b	0,50 b	0,73 b	2,17 a
'Songold'	AE	0,00 a	0,37 a	0,80 a	2,00 a	2,77 a	3,60 a	4,43 a
	AC	0,03 a	0,07 b	0,13 b	0,57 b	0,70 b	1,60 b	2,50 b
'Sapphire'	AE	0,00 a	0,07 a	0,83 a	2,00 a	3,23 a	3,83 a	4,53 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,10 b	0,23 b	0,50 b	1,00b	2,50 b
'Red Beaut'	AE	0,50 a	3,00 a	3,33 a	4,33 a	4,67 a	4,83 a	4,93 a
	AC	0,30 a	0,37 b	0,43 b	1,50 b	1,67 b	2,77 b	3,50 b
'Laetitia'	AE	0,00 a	0,00 a	0,47 a	1,67 a	2,50 a	3,17 a	4,10 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,27 b	0,43 b	1,33 b	2,83 b
'Blackamber'	AE	0,13 a	0,13 a	0,50 a	2,00 a	3,40 a	4,07 a	4,83 a
	AC	0,00 b	0,00 b	0,03 b	0,23 b	0,43 b	1,27 b	2,93 b
'Primetime'	AE	0,00 a	0,00 a	0,27 a	0,77 a	1,93 a	2,50 a	3,83 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,03 a	0,13 a	0,27 a	0,60 a	1,43 b
'Santa Rosa'	AE	0,00 a	0,23 a	0,87 a	2,17 a	3,00 a	4,17 a	4,70 a
	AC	0,00 a	0,13 a	0,30 b	0,40 b	0,43 b	0,83 b	1,67 b
'Angeleno'	AE	0,00 a	0,20 a	0,70 a	3,17 a	4,00 a	4,27 a	4,73 a
	AC	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,27 b	0,43 b	0,87 b	1,50 b
'Golden Japan'	AE	0,00 a	0,00 a	0,13 a	0,63 a	1,40 a	2,17 a	3,33 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,17 b	0,33 a	0,70 b	1,67 b
'Friar'	AE	0,00 a	0,67 a	1,67 a	3,67 a	4,33 a	4,80 a	4,97 a
	AC	0,00 a	0,00 b	0,03 b	0,30 b	0,66 b	1,33 b	3,50 b
'Showtime'	AE	0,20 a	1,00 a	3,00 a	4,50 a	4,77 a	4,93 a	5,00 a
	AC	0,13 a	0,13 b	0,40 b	1,00 b	1,43 b	2,43 b	3,93 b

En las columnas, para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre ambos tipos de manejo ($p \leq 0,05$).

Tabla A2.3. Cinética de defoliación (0 a 5) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2010.

Cultivar	Manejo	Día del año								
		287	294	302	308	315	323	328	336	343
		Grado de defoliación (0 a 5)								
'Larry-Ann'	AE	1,83 a	3,00 a	3,33 a	3,33 a	3,50 a	3,90 a	4,43 a	4,87 a	5,00 a
	AC	0,67 b	1,33 b	1,50 b	1,50 b	3,00 a	3,67 a	4,10 a	4,63 a	4,97 a
'Fortune'	AE	1,83 a	2,67 a	3,00 a	3,33 a	3,83 a	4,53 a	4,76 a	5,00 a	5,00 a
	AC	1,00 a	1,33 b	2,00 b	2,00 b	2,83 b	3,67 a	4,40 a	4,77 a	5,00 a
'Souvenir'	AE	0,50 a	0,50 a	1,00 a	2,17 a	2,67 a	3,17 a	3,50 a	4,93 a	5,00 a
	AC	0,50 a	0,50 a	0,67 a	1,00 b	1,67 a	2,33 a	2,83 a	4,27 a	5,00 a
'Songold'	AE	0,50 a	1,17 a	2,00 a	2,50 a	3,50 a	3,83 a	4,77 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,10 b	0,50 b	1,17 a	1,18 b	2,67 b	3,17 b	4,53 a	4,97 a	5,00 a
'Sapphire'	AE	1,00 a	1,83 a	3,17 a	3,50 a	4,00 a	4,60 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,40 b	0,83 b	0,83 b	2,17 b	2,33 b	2,50 b	3,40 b	4,70 b	5,00 a
'Red Beaut'	AE	2,17 a	3,17 a	3,83 a	4,70 a	4,77 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,83 b	1,50 b	1,67 b	2,17 b	2,83 b	3,50 b	3,83 b	5,00 a	5,00 a
'Laetitia'	AE	0,67 a	1,33 a	1,83 a	2,33 a	3,00 a	3,50 a	3,50 a	4,80 a	4,97 a
	AC	0,50 a	0,67 b	1,00 a	1,10 b	2,00 a	2,50 b	3,50 a	4,77 a	4,93 a
'Blackamber'	AE	0,67 a	1,50 a	2,17 a	3,33 a	3,67 a	4,77 a	4,93 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,23 a	0,83 b	1,67 a	1,83 b	2,33 b	3,00 b	4,17 b	5,00 a	5,00 a
'Primetime'	AE	0,40 a	1,17 a	1,67 a	3,00 a	3,67 a	4,00 a	4,43 a	4,93 a	5,00 a
	AC	0,27 a	0,83 a	1,00 b	1,17 b	2,33 b	3,00 a	3,27 a	4,70 a	4,93 a
'Santa Rosa'	AE	2,00 a	3,00 a	3,33 a	4,27 a	4,67 a	4,93 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,40 a	0,83 b	1,17 b	1,20 b	2,00 b	2,50 b	3,50 b	4,80 a	4,97 a
'Angeleno'	AE	0,67 a	2,33 a	3,00 a	3,83 a	4,33 a	4,93 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,47 a	1,00 b	1,00 b	1,00 b	1,83 b	2,83 b	3,50 b	4,77 a	5,00 a
'Golden Japan'	AE	0,50 a	1,17 a	1,50 a	2,17 a	3,00 a	4,00 a	4,70 a	4,90 a	5,00 a
	AC	0,47 a	0,67 a	1,17 a	1,17 b	1,67 b	3,50 a	4,33 a	4,87 a	5,00 a
'Friar'	AE	3,50 a	3,83 a	3,90 a	4,33 a	4,83 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
	AC	1,50 b	3,17 a	3,67 a	3,50 b	4,17 b	4,60 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
'Showtime'	AE	3,83 a	4,70 a	4,77 a	5,00 a					
	AC	2,17 b	2,83 b	3,17 b	3,33 b	3,93 b	4,17 b	5,00 a	5,00 a	5,00 a

En las columnas, para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre ambos tipos de manejo ($p \leq 0,05$).

Tabla A2.4. Cinética de defoliación (0 a 5) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2011.

Cultivar	Manejo	Día del año													
		217	240	250	258	264	272	279	287	294	300	312	321	328	
		Grado de defoliación (0 a 5)													
'Larry-Ann'	AE	nd	nd	nd	0,73 a	nd	2,17 a	nd	nd	3,67 a	nd	4,93 a	5,00 a	5,00 a	
	AC	nd	nd	nd	0,20 a	nd	0,57 b	nd	nd	1,83 b	nd	3,17 b	4,77 a	4,97 a	
'Fortune'	AE	nd	nd	nd	1,17 a	nd	2,17 a	nd	nd	4,17 a	nd	4,80 a	5,00 a	5,00 a	
	AC	nd	nd	nd	0,83 a	nd	1,50 a	nd	nd	3,00 b	nd	4,70 a	4,77 a	4,93 a	
'Souvenir'	AE	0,00 a	0,00 a	0,50 a	0,50 a	0,50 a	0,50 a	1,00 a	1,00 a	1,50 a	1,67 a	3,33 a	4,17 a	4,87 a	
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,06 b	0,23 a	0,50 a	0,50 b	0,50 b	0,67 a	0,67 b	1,50 b	3,00 b	4,10 a	
'Songold'	AE	nd	nd	nd	0,50 a	nd	0,50 a	nd	nd	2,00 a	nd	3,33 a	4,17 a	4,73 a	
	AC	nd	nd	nd	0,00 b	nd	0,37 a	nd	nd	1,17 a	nd	1,33 b	3,67 a	4,70 a	
'Sapphire'	AE	nd	nd	nd	1,23 a	nd	3,17 a	nd	nd	4,00 a	nd	4,87 a	5,00 a	5,00 a	
	AC	nd	nd	nd	0,43 a	nd	0,67 b	nd	nd	1,17 b	nd	3,00 b	4,60 a	4,87 a	
'Red Beaut'	AE	0,50 a	1,50 a	1,50 a	1,83 a	2,33 a	3,17 a	3,67 a	4,00 a	4,33 a	4,33 a	4,80 a	5,00 a	5,00 a	
	AC	0,50 a	1,00 b	1,50 a	1,33 a	1,33 b	1,33 b	2,00 b	2,83 b	3,00 b	3,17 b	3,17 b	4,87 a	4,97 a	
'Laetitia'	AE	nd	nd	nd	0,50 a	nd	1,83 a	nd	nd	3,00 a	nd	4,60 a	5,00 a	5,00 a	
	AC	nd	nd	nd	0,37 a	nd	1,00 b	nd	nd	1,83 b	nd	3,83 b	4,87 a	4,97 a	
'Blackamber'	AE	nd	nd	nd	0,37 a	nd	1,33 a	nd	nd	3,50 a	nd	4,77 a	5,00 a	5,00 a	
	AC	nd	nd	nd	0,07 a	nd	0,53 a	nd	nd	1,67 b	nd	2,83 b	4,83 a	4,97 a	
'Primetime'	AE	nd	nd	nd	0,03 a	nd	1,00 a	nd	nd	2,67 a	nd	4,27 a	4,83 a	5,00 a	
	AC	nd	nd	nd	0,00 a	nd	0,50 a	nd	nd	1,00 b	nd	2,50 b	4,77 a	4,93 a	
'Santa Rosa'	AE	nd	nd	nd	0,67 a	nd	2,33 a	nd	nd	4,17 a	nd	4,87 a	5,00 a	5,00 a	
	AC	nd	nd	nd	0,50 a	nd	0,83 b	nd	nd	2,17 b	nd	3,33 b	4,70 b	4,93 a	
'Angeleno'	AE	nd	nd	nd	0,33 a	nd	1,50 a	nd	nd	3,17 a	nd	4,87 a	5,00 a	5,00 a	
	AC	nd	nd	nd	0,10 a	nd	0,50 b	nd	nd	1,00 b	nd	2,00 b	4,37 a	4,90 a	
'Golden Japan'	AE	nd	nd	nd	0,20 a	nd	1,00 a	nd	nd	1,50 a	nd	2,83 a	3,50 a	4,33 a	
	AC	nd	nd	nd	0,00 a	nd	0,50 b	nd	nd	0,50 b	nd	1,33 b	2,83 b	3,50 b	
'Friar'	AE	0,00 a	0,00 a	0,50 a	2,00 a	2,50 a	2,50 a	3,33 a	3,67 a	3,67 a	4,17 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a	
	AC	0,00 a	0,00 a	0,50 a	1,67 a	2,00 a	2,33 a	2,50 b	3,17 a	3,50 a	3,83 a	4,67 a	4,93 a	5,00 a	
'Showtime'	AE	0,00 a	0,17 a	1,17 a	2,00 a	2,50 a	3,83 a	4,17 a	4,60 a	4,93 a	4,93 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a	
	AC	0,00 a	0,00 a	1,00 a	1,17 a	1,50 a	1,67 b	2,50 b	3,33 b	3,67 b	3,83 b	4,87 a	5,00 a	5,00 a	

En las columnas, para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre ambos tipos de manejo ($p \leq 0,05$).

Tabla A2.5. Cinética de defoliación (0 a 5) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2012.

Cultivar	Manejo	Día del año							
		276	288	298	309	319	329	339	351
		Grado de defoliación (0 a 5)							
'Larry-Ann'	AE	0,00 a	0,01 a	0,20 a	1,16 a	2,39 a	4,19 a	4,37 a	5,00 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,21 a	0,89 a	1,89 a	3,22 b	3,50 b	4,92 a
'Fortune'	AE	0,54 a	1,22 a	1,22 a	2,61 a	4,35 a	4,93 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,87 a	1,33 a	1,33 a	2,55 a	3,22 b	4,63 b	4,78 b	5,00 a
'Souvenir'	AE	0,15 b	0,19 b	0,20 b	0,61 a	2,05 a	4,06 a	4,17 a	5,00 a
	AC	0,50 a	0,50 a	0,53 a	0,77 a	1,11 b	3,17 b	3,33 b	4,77 b
'Songold'	AE	0,00 a	0,02 a	0,02 b	1,78 a	2,89 a	4,37 a	4,63 a	5,00 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,06 a	0,55 b	2,28 b	3,50 b	4,03 b	5,00 a
'Sapphire'	AE	0,07 a	0,35 a	0,39 a	3,94 a	4,84 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,19 a	0,20 a	0,51 a	1,33 b	2,55 b	3,74 b	4,02 b	4,99 a
'Red Beaut'	AE	1,11 a	1,94 a	2,16 a	4,00 a	4,97 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
	AC	1,22 a	1,83 a	2,11 a	3,67 b	4,05 b	4,97 a	5,00 a	5,00 a
'Laetitia'	AE	0,02 a	0,03 a	0,05 b	1,11 a	2,66 a	4,11 a	4,42 a	5,00 a
	AC	0,02 a	0,02 a	0,12 a	1,28 a	2,44 a	3,83 a	4,23 a	5,00 a
'Blackamber'	AE	0,00 b	0,00 b	0,31 a	3,00 a	4,92 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,06 a	0,10 a	0,13 b	1,61 b	3,33 b	4,86 b	4,92 b	5,00 a
'Primetime'	AE	0,00 a	0,00 b	0,00 b	1,06 a	3,22 a	4,29 a	4,43 a	4,89 a
	AC	0,02 a	0,11 a	0,19 a	0,78 a	2,44 a	3,86 a	3,98 a	4,87 a
'Santa Rosa'	AE	0,09 a	0,56 a	0,72 a	4,22 a	4,98 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,50 b	0,73 a	0,90 a	2,72 b	3,05 b	4,50 b	4,55 b	4,91 a
'Angeleno'	AE	0,10 b	0,11 b	0,11 b	1,72 a	4,01 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,42 a	0,42 a	0,42 a	1,39 a	2,61 b	4,07 b	4,51 b	4,90 a
'Golden Japan'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,63 b	2,05 a	3,78 a	3,94 a	4,65 a
	AC	0,05 a	0,21 a	0,34 a	1,33 a	2,00 a	3,44 a	3,50 b	4,40 b
'Friar'	AE	0,00 a	0,83 a	2,00 a	4,38 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,00 a	0,06 b	0,78 b	2,87 b	4,31 b	5,00 a	5,00 a	5,00 a
'Showtime'	AE	0,38 b	1,72 a	2,05 a	4,99 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,57 a	0,89 b	1,61 a	3,31 b	4,37 b	5,00 a	5,00 a	5,00 a

En las columnas, para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre ambos tipos de manejo ($p \leq 0,05$).

Tabla A2.6. Cinética de defoliación (0 a 5) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2013.

Cultivar	Manejo	Día del año												
		267	274	281	289	296	303	310	317	324	331	338	345	354
		Grado de defoliación (0 a 5)												
'Larry-Ann'	AE	0,00 a	0,00 a	0,08 a	0,13 a	0,74 a	1,52 a	2,33 a	4,18 a	4,64 a	4,87 a	4,98 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,11 b	0,32 b	0,53 b	1,31 b	2,10 b	2,72 b	3,52 b	4,97 a
'Fortune'	AE	0,00 a	0,03 a	0,30 a	0,37 a	2,28 a	2,83 a	3,50 a	4,73 a	5,00 a				
	AC	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,17 a	0,20 b	0,51 b	0,87 b	2,61 b	3,66 b	3,93 b	4,04 b	4,79 a	5,00 a
'Souvenir'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,13 a	0,50 a	0,80 a	1,55 a	3,72 a	4,54 a	4,77 a	4,82 a	4,94 a	5,00 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,04 b	0,16 b	0,79 b	0,95 b	1,26 b	1,42 b	2,23 b	4,50 b
'Songold'	AE	0,00 a	0,00 a	0,04 a	0,27 a	0,62 a	0,97 a	1,72 a	3,39 a	4,63 a	4,86 a	4,89 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,09 b	0,40 b	1,04 b	2,19 b	2,54 b	2,80 b	4,02 b	5,00 a
'Sapphire'	AE	0,00 a	0,03 a	0,19 a	0,39 a	2,17 a	2,89 a	3,50 a	5,00 a					
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,02 b	0,13 b	0,36 b	1,31 b	1,82 b	2,21 b	2,44 b	4,70 b	5,00 a
'Red Beaut'	AE	1,01 a	1,11 a	1,72 a	2,78 a	3,78 a	4,37 a	4,70 a	5,00 a					
	AC	0,39 b	0,56 b	0,69 b	1,06 b	1,39 b	1,44 b	2,05 b	3,67 b	3,86 b	4,29 b	4,72 a	4,94 a	5,00 a
'Laetitia'	AE	0,00 a	0,04 a	0,24 a	0,28 a	0,90 a	1,18 a	2,83 a	4,22 a	4,86 a	4,94 a	4,96 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,09 b	0,29 b	0,57 b	0,86 b	1,64 b	2,01 b	4,63 a	5,00 a
'Blackamber'	AE	0,00 a	0,12 a	0,29 a	0,56 a	2,94 a	4,50 a	4,79 a	5,00 a					
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,02 b	0,13 b	0,61 b	1,57 b	2,26 b	3,41 b	4,00 b	5,00 a	5,00 a
'Primetime'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,11 a	0,48 a	0,70 a	1,64 a	3,31 a	4,06 a	4,50 a	4,72 a	4,81 a	4,97 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,08 b	0,21 b	0,20 b	0,39 b	0,92 b	1,70 b	2,11 b	4,18 a	4,94 a
'Santa Rosa'	AE	0,10 a	0,14 a	0,28 a	0,40 a	2,39 a	3,17 a	3,50 a	4,92 a	5,00 a				
	AC	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,03 b	0,40 b	0,78 b	1,67 b	2,17 b	2,64 b	3,80 a	4,78 a
'Angeleno'	AE	0,00 a	0,00 a	0,18 a	0,31 a	1,94 a	2,78 a	3,50 a	4,92 a	5,00 a				
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,10 b	0,31 b	1,40 b	2,46 b	3,00 b	3,33 b	3,50 b	4,50 a
'Golden Japan'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,13 a	0,40 a	0,81 a	1,48 a	1,89 a	2,28 a	2,61 a	4,11 a	4,91 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,11 b	0,16 b	0,28 b	0,42 b	0,47 b	1,28 b	3,99 b
'Friar'	AE	0,42 a	0,52 a	2,56 a	3,83 a	4,77 a	5,00 a							
	AC	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,29 b	1,33 b	2,20 b	2,98 b	3,72 b	3,77 a	4,00 a	4,22 a	4,56 a	4,99 a
'Showtime'	AE	1,05 a	1,56 a	2,62 a	3,33 a	4,34 a	5,00 a							
	AC	0,11 b	0,42 b	0,50 b	0,72 b	1,26 b	1,67 b	2,10 b	3,56 a	4,16 a	4,56 a	4,86 a	4,99 a	5,00 a

En las columnas, para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre ambos tipos de manejo ($p \leq 0,05$).

Tabla A2.7. Cinética de defoliación (0 a 5) de 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2014.

Cultivar	Manejo	Día del año												
		230	244	258	275	289	303	310	317	324	331	338	345	352
		Grado de defoliación (0 a 5)												
'Larry-Ann'	AE	0,00 a	0,00 a	0,93 a	2,50 a	3,50 a	5,00 a							
	AC	0,00 a	0,00 a	0,10 b	0,37 b	1,83 a	2,33 b	2,33 b	3,00 b	3,83 b	4,17 b	4,37 b	4,57 a	4,83 a
'Fortune'	AE	0,00 a	0,20 a	1,17 a	2,17 a	4,00 a	4,87 a	5,00 a						
	AC	0,00 a	0,00 b	0,37 b	0,45 b	1,33 b	2,17 b	2,67 b	3,33 b	4,27 a	4,53 a	4,80 a	4,90 a	5,00 a
'Souvenir'	AE	0,00 a	0,00 a	0,37 a	0,50 a	2,67 a	3,33 a	3,43 a	3,87 a	4,50 a	4,80 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,10 a	0,13 b	0,83 b	1,17 b	1,17 b	1,33 b	3,33 b	3,33 b	3,67 b	4,33 b	4,73 a
'Songold'	AE	0,00 a	0,02 a	0,03 a	0,37 a	1,83 a	3,00 a	3,50 a	3,50 a	4,50 a	4,80 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,07 a	1,00 b	1,17 b	1,33 b	1,50 b	3,00 b	3,33 b	3,83 b	4,80 a	5,00 a
'Sapphire'	AE	0,00 a	0,00 a	1,00 a	2,83 a	4,67 a	4,97 a	5,00 a						
	AC	0,00 a	0,00 a	0,07 a	0,17 b	1,50 b	1,67 b	2,33 b	2,67 b	3,33 b	4,00 b	4,33 b	4,73 a	4,97 a
'Red Beaut'	AE	0,41 a	0,66 a	1,00 a	3,83 a	4,60 a	5,00 a							
	AC	0,02 b	0,19 b	0,50 b	1,17 b	2,33 b	3,33 b	3,33 b	3,67 b	4,43 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
'Laetitia'	AE	0,00 a	0,00 a	0,37 a	1,33 a	3,33 a	3,70 a	4,00 a	4,80 a	5,00 a				
	AC	0,00 a	0,00 a	0,06 a	0,07 b	1,33 b	1,33 b	1,50 b	2,33 b	3,33 b	3,67 b	4,00 b	4,50 b	4,87 a
'Blackamber'	AE	0,00 a	0,00 a	0,37 a	2,17 a	4,00 a	5,00 a							
	AC	0,00 a	0,00 a	0,10 a	0,10 b	1,17 b	1,50 b	1,50 b	1,67 b	4,33 b	4,70 b	4,87 b	4,90 a	5,00 a
'Primetime'	AE	0,00 a	0,00 a	0,03 a	1,83 a	3,17 a	3,83 a	4,50 a	5,00 a					
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,10 b	1,00 b	1,33 b	1,67 b	2,17 b	3,50 b	3,50 b	4,00 b	4,50 b	4,97 a
'Santa Rosa'	AE	0,00 a	0,20 a	1,17 a	3,33 a	4,17 a	5,00 a							
	AC	0,00 a	0,00 a	0,50 b	0,83 b	2,17 b	2,33 b	2,83 b	3,50 b	3,83 b	4,00 b	4,80 a	4,93 a	5,00 a
'Angeleno'	AE	0,00 a	0,00 a	0,50 a	1,83 a	3,67 a	5,00 a							
	AC	0,00 a	0,00 a	0,10 b	0,10 b	1,00 b	1,67 b	2,17 b	2,67 b	4,17 b	4,60 b	4,73 b	4,80 a	5,00 a
'Golden Japan'	AE	0,00 a	0,00 a	0,10 a	0,50 a	2,50 a	3,50 a	3,50 a	3,70 a	4,17 a	4,60 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,03 a	0,07 b	1,00 b	1,17 b	1,33 b	1,83 b	3,17 b	3,33 b	3,50 b	4,00 b	4,67 b
'Friar'	AE	0,00 a	0,18 a	1,83 a	3,33 a	4,43 a	5,00 a							
	AC	0,00 a	0,04 b	0,60 b	1,50 b	2,50 b	3,50 b	4,00 b	4,00 b	4,77 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a
'Showtime'	AE	0,00 a	0,18 a	1,83 a	3,83 a	5,00 a								
	AC	0,00 a	0,01 b	0,50 b	1,33 b	2,83 b	3,67 b	4,00 b	4,10 b	4,83 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a	5,00 a

En las columnas, para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. entre ambos tipos de manejo ($p \leq 0,05$).

ANEXO 3. TABLAS DE SEVERIDAD DE LA ROYA

Tabla A3.1. Severidad de la enfermedad de la roya (0 a 5) en 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2009.

Cultivar	Manejo	Fecha							
		9/07/09	24/07/09	18/08/09	9/09/09	1/10/09	22/10/09	30/10/09	13/11/09
		Severidad de la roya (0 a 5)							
'Larry-Ann'	AE	0,28 a	0,39 a	0,56 a	0,72 a	1,61 a	2,05 a	3,33 a	4,33 a
	AC	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,03 b	0,16 b	0,22 b	0,87 b
'Fortune'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,34 a	0,61 a	1,69 a	3,06 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,01 b	0,01 b	0,01 b	0,20 b
'Souvenir'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,04 a	0,52 a	2,72 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,01 b	0,33 b
'Songold'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,04 a	0,38 a	2,22 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,02 b	0,56 b
'Sapphire'	AE	0,06 a	0,44 a	0,50 a	0,61 a	1,17 a	1,72 a	3,67 a	4,61 a
	AC	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,12 b	0,20 b	0,20 b	0,70 b
'Red Beaut'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,02 a	0,19 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,19 a
'Laetitia'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,72 a	1,11 a	2,61 a	3,89 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,02 b	0,04 b	0,50 b
'Blackamber'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,22 a	0,72 a	2,11 a	4,11 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,01 b	0,02 b	0,39 b
'Primetime'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,13 a	0,61 a	2,06 a	4,28 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,02 a	0,02 b	0,14 b	0,70 b
'Santa Rosa'	AE	0,11 a	0,33 a	0,39 a	0,50 a	1,06 a	1,83 a	3,22 a	4,44 a
	AC	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,01 b	0,09 b	0,16 b	0,73 b
'Angeleno'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,01 a	0,46 a	0,72 a	0,89 a	3,39 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,02 b	0,06 b	0,07 b	0,72 b
'Golden Japan'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,09 a	0,41 a	3,11 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,12 b	0,56 b
'Friar'	AE	0,06 a	0,44 a	0,72 a	1,17 a	2,67 a	3,67 a	4,62 a	4,94 a
	AC	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,19 b	0,24 b	0,56 b	2,33 b
'Showtime'	AE	0,17 a	0,56 a	0,72 a	1,17 a	3,00 a	4,06 a	4,91 a	4,94 a
	AC	0,00 a	0,06 b	0,06 b	0,17 b	0,24 b	0,34 b	0,47 b	2,39 b

En las columnas, para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. ($p \leq 0,05$).

Tabla A3.2. Severidad de la enfermedad de la roya (0 a 5) en 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2010.

Cultivar	Manejo	Fecha							
		27/07/10	02/08/10	11/08/10	14/09/10	20/09/10	29/09/10	06/10/10	14/10/10
Severidad de la roya (0 a 5)									
'Larry-Ann'	AE	0,00 a	0,39 a	0,61 a	0,89 a	1,61 a	2,00 a	3,33 a	4,33 a
	AC	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,03 b	0,14 b	0,19 b	0,87 b
'Fortune'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,34 a	0,56 a	0,91 a	3,06 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,01 b	0,01 b	0,01 b	0,20 b
'Souvenir'	AE	0,00 a	0,04 a	0,52 a	2,72 a				
	AC	0,00 a	0,01 b	0,33 b					
'Songold'	AE	0,00 a	0,04 a	0,38 a	2,22 a				
	AC	0,00 a	0,02 b	0,46 b					
'Sapphire'	AE	0,00 a	0,44 a	0,50 a	0,50 a	1,17 a	1,72 a	3,67 a	4,61 a
	AC	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,12 b	0,19 b	0,20 b	0,63 b
'Red Beaut'	AE	0,00 a	0,02 a	0,19 a					
	AC	0,00 a	0,05 a						
'Laetitia'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,22 a	1,11 a	2,61 a	3,89 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,04 b	0,02 b	0,39 b
'Blackamber'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,22 a	0,72 a	2,11 a	4,11 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,01 b	0,02 b	0,30 b
'Primetime'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,13 a	0,61 a	2,06 a	4,28 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,02 a	0,01 b	0,14 b	0,70 b
'Santa Rosa'	AE	0,00 a	0,33 a	0,39 a	0,50 a	1,06 a	1,78 a	3,22 a	4,44 a
	AC	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00b	0,01 b	0,09 b	0,10 b	0,73 b
'Angeleno'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,01 a	0,46 a	0,72 a	0,89 a	3,39 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,05 b	0,02 b	0,04 b	0,70 b
'Golden Japan'	AE	0,00 a	0,09 a	0,41 a	3,06 a				
	AC	0,00 a	0,00 b	0,12 b	0,48 b				
'Friar'	AE	0,17 a	0,39 a	0,67 a	1,00 a	2,67 a	3,67 a	4,61 a	4,94 a
	AC	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,19 b	0,24 b	0,56 b	2,33 b
'Showtime'	AE	0,38 a	0,50 a	0,67 a	1,11 a	3,00 a	4,06 a	4,91 a	4,94 a
	AC	0,00 b	0,06 b	0,00 b	0,00 b	0,24 b	0,32 b	0,47 b	2,39 b

En las columnas, para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. ($p \leq 0,05$).

Tabla A3.3. Severidad de la enfermedad de la roya (0 a 5) en 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2010.

Cultivar	Manejo	Fecha									
		27/07/10	02/08/10	11/08/10	14/09/10	20/09/10	29/09/10	06/10/10	14/10/10	21/10/10	29/10/10
		Severidad de la roya (0 a 5)									
'Souvenir'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,11 a	0,18 a	0,47 a	0,56 a	0,94 a	1,44 a	2,56 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,05 a	0,11 a	0,39 a	0,51 a	0,61 b	0,78 b	1,11 b
'Red Beaut'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a
'Friar'	AE	0,41 a	0,51 a	0,61 a	2,22 a	2,33 a	3,22 a	3,72 a	3,89 a	4,06 a	d
	AC	0,20 a	0,20 b	0,23 b	1,56 b	1,89 b	2,22 b	2,55 b	2,72 b	3,44 b	d
'Showtime'	AE	1,19 a	1,24 a	1,64 a	2,94 a	3,33 a	3,61 a	3,83 a	4,33 a	4,58 a	d
	AC	0,37 b	0,37 b	1,33 a	2,39 b	2,67 b	2,94 b	2,94 b	3,61 b	3,83 b	d

En las columnas, para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. ($p \leq 0,05$). d: defoliado.

Tabla A3.4. Severidad de la enfermedad de la roya (0 a 5) en 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2011.

Cultivar	Manejo	Fecha									
		5/08/11	13/08/11	23/08/11	7/09/11	15/09/11	21/09/11	29/09/11	6/10/11	14/10/11	21/10/11
		Severidad de la roya (0 a 5)									
'Souvenir'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,17 a	0,28 a	1,39 a	1,56 a	2,44 a	3,00 a	3,56 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,07 b	0,11 b	0,56 b
'Red Beaut'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,22 a	0,33 a	0,50 a	1,06 a	1,89 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,01 b	0,28 b
'Friar'	AE	1,89 a	3,22 a	3,33 a	3,61 a	3,80 a	3,85 a	4,00 a	4,11 a	4,50 a	4,82 a
	AC	0,78 b	1,56 b	1,67 b	1,80 b	1,98 b	2,10 b	2,41 b	3,00 b	3,44 b	4,00 b
'Showtime'	AE	2,11 a	2,50 a	2,80 a	3,00 a	3,20 a	3,61 a	4,09 a	4,44 a	4,83 a	4,89 a
	AC	0,50 b	0,56 b	0,60 b	0,80 b	0,85 b	0,94 b	1,61 b	2,17 b	2,83 b	3,61 b

En las columnas, para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. ($p \leq 0,05$).

Tabla A3.5. Severidad de la enfermedad de la roya (0 a 5) en 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2012.

Cultivar	Manejo	Fecha						
		5/10/12	15/10/12	25/10/12	5/11/12	15/11/12	25-11-12	5-12-12
Severidad de la roya (0 a 5)								
'Larry-Ann'	AE	0,38 a	0,89 a	1,00 a	3,72 a	4,89 a	d	d
	AC	0,12 b	0,79 a	1,29 a	2,61 b	3,72 b	d	d
'Fortune'	AE	0,17 a	0,39 a	0,66 a	1,61 a	3,15 a	d	d
	AC	0,02 a	0,12 b	0,31 b	1,39 a	3,06 a	d	d
'Souvenir'	AE	0,00 a	0,05 a	0,21 a	2,22 a	3,89 a	4,63 a	4,68 a
	AC	0,00 a	0,01 a	0,03 b	0,61 b	1,78 b	3,33 b	4,00 b
'Songold'	AE	0,15 a	0,84 a	0,88 a	4,4 a	4,84 a	4,91 a	d
	AC	0,03 a	0,25 b	0,52 a	3,44 b	3,88 b	4,52 b	d
'Sapphire'	AE	0,89 a	2,28 a	2,33 a	4,29 a	d	d	d
	AC	0,08 b	0,18 b	0,44 b	1,94 b	d	d	d
'Red Beaut'	AE	0,00 a	0,01 a	0,01 a	1,00 a	d	d	d
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,72 a	d	d	d
'Laetitia'	AE	0,12 a	0,44 a	0,79 a	3,89 a	4,61 a	4,74 a	4,80 a
	AC	0,03 a	0,30 a	0,90 a	1,44 b	1,83 b	2,33 b	3,00 b
'Blackamber'	AE	0,00 a	0,23 a	0,57 a	3,33 a	d	d	d
	AC	0,00 a	0,00 b	0,10 b	0,89 b	d	d	d
'Primetime'	AE	0,02 a	0,32 a	0,50 a	4,16 a	4,67 a	4,93 a	d
	AC	0,01 a	0,35 a	0,56 a	3,00 b	3,67 b	4,66 b	d
'Santa Rosa'	AE	0,12 a	0,44 a	0,79 a	3,89 a	d	d	d
	AC	0,03 a	0,30 a	0,90 a	1,44 b	d	d	d
'Angeleno'	AE	0,03 a	0,43 a	0,50 a	2,94 a	4,75 a	d	d
	AC	0,01 a	0,04 b	0,28 a	1,72 b	3,52 b	d	d
'Golden Japan'	AE	0,13 a	0,18 a	0,38 a	1,61 a	3,78 a	4,67 a	4,78 a
	AC	0,00 a	0,25 a	0,68 a	2,33 a	3,89 a	4,33 b	4,50 b
'Friar'	AE	2,17 a	3,78 a	3,97 a	4,79 a	d	d	d
	AC	0,57 b	2,00 b	2,39 b	3,66 b	d	d	d
'Showtime'	AE	1,67 a	3,00 a	3,28 a	d	d	d	d
	AC	0,67 b	1,59 b	2,31 b	d	d	d	d

En las columnas, para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. ($p \leq 0,05$). d: defoliado.

Tabla A3.6. Severidad de la enfermedad de la roya (0 a 5) en 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2013.

Cultivar	Manejo	Fecha							
		24/09/13	1/10/13	8/10/13	16/10/13	23/10/13	30/10/13	6/11/13	13/11/13
Severidad de la roya (0 a 5)									
'Larry-Ann'	AE	0,00 a	0,04 a	0,23 a	0,77 a	1,72 a	2,33 a	3,00 a	3,25 a
	AC	0,00 a	0,01 a	0,07 b	0,54 a	0,89 b	1,44 b	2,00 b	2,28 b
'Fortune'	AE	0,24 a	0,29 a	0,74 a	0,99 a	1,37 a	1,72 a	2,09 a	d
	AC	0,00 b	0,00 b	0,05 b	0,17 b	0,51 b	0,81 b	1,37 b	d
'Souvenir'	AE	0,01 a	0,04 a	0,11 a	0,94 a	1,39 a	2,28 a	2,89 a	3,28 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,18 b	0,92 b	0,99 b
'Songold'	AE	0,08 a	0,18 a	0,36 a	0,49 a	0,82 a	1,07 a	2,00 a	2,11 a
	AC	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,03 b	0,04 b	0,22 b	0,80 b	1,05 b
'Sapphire'	AE	0,43 a	0,62 a	0,83 a	1,20 a	1,94 a	2,28 a	3,28 a	d
	AC	0,00 b	0,00 b	0,10 b	0,62 b	1,00 b	1,39 b	1,92 b	d
'Red Beaut'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,08 a	0,13 a	d	d	d
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b	d	d	d
'Laetitia'	AE	0,17 a	0,42 a	0,77 a	1,01 a	1,56 a	2,72 a	3,22 a	3,44 a
	AC	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,27 b	0,54 b	0,80 b	2,10 b	2,22 b
'Blackamber'	AE	0,12 a	0,17 a	0,72 a	1,61 a	3,78 a	d	d	d
	AC	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,19 b	0,34 b	d	d	d
'Primetime'	AE	0,05 a	0,16 a	0,29 a	0,47 a	0,75 a	1,72 a	2,67 a	d
	AC	0,00 a	0,00 b	0,01 b	0,10 b	0,27 b	0,56 b	1,05 b	d
'Santa Rosa'	AE	0,27 a	0,43 a	0,57 a	1,17 a	2,28 a	2,83 a	3,21 a	d
	AC	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,43 b	0,92 b	1,72 b	2,00 b	d
'Angeleno'	AE	0,40 a	0,63 a	0,99 a	1,22 a	2,17 a	d	d	d
	AC	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,02 b	0,13 b	d	d	d
'Golden Japan'	AE	0,03 a	0,04 a	0,30 a	0,66 a	1,70 a	2,22 a	2,72 a	3,00 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,12 b	0,17 b	0,39 b	1,11 b	1,22 b
'Friar'	AE	2,28 a	2,78 a	3,50 a	3,89 a	4,06 a	d	d	d
	AC	0,23 b	0,31 b	0,50 b	0,79 b	1,17 b	d	d	d
'Showtime'	AE	2,61 a	3,00 a	3,67 a	4,33 a	4,58 a	d	d	d
	AC	0,22 b	0,41 b	0,71 b	1,16 b	1,83 b	d	d	d

En las columnas, para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. ($p \leq 0,05$). d: defoliado.

Tabla A3.7. Severidad de la enfermedad de la roya (0 a 5) en 14 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico (AE) y convencional (AC) en el año 2014.

Cultivar	Manejo	Fecha										
		23/07/14	4/08/14	18/08/14	1/09/14	15/09/14	23/09/14	1/10/14	8/10/14	16/10/14	23/10/14	30/10/14
Severidad de la roya (0 a 5)												
'Larry-Ann'	AE	0,72 a	1,28 a	1,53 a	2,50 a	2,56 a	2,94 a	3,39 a	3,67 a	4,06 a	d	d
	AC	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,70 b	0,78 b	0,83 b	0,89 b	1,44 b	1,78 b	d	d
'Fortune'	AE	0,05 a	0,14 a	0,39 a	1,28 a	1,33 a	2,17 a	2,83 a	2,89 a	2,89 a	d	d
	AC	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,22 b	0,24 b	0,27 b	0,37 b	0,73 b	d	d
'Souvenir'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,11 a	0,12 a	0,29 a	2,61 a	3,22 a	3,33 a	3,56 a	3,67 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,06 b	0,55 b	1,56 b
'Songold'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,84 a	0,87 a	1,00 a	2,61 a	3,28 a	3,44 a	3,56 a	3,61 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,31 b	0,64 b	0,89 b	1,72 b
'Sapphire'	AE	0,17 a	0,76 a	1,27 a	2,56 a	2,94 a	3,22 a	3,67 a	4,00 a	4,06 a	d	d
	AC	0,02 a	0,03 b	0,04 b	0,37 b	0,41 b	0,43 b	0,66 b	1,26 b	1,83 b	d	d
'Red Beaut'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,30 a	0,50 a	d	d	d
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 b	d	d	d
'Laetitia'	AE	0,00 a	0,01 a	0,20 a	1,33 a	1,83 a	2,00 a	3,00 a	3,17 a	3,33 a	3,61 a	4,00 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,06 b	0,06 b	0,16 b	0,32 b	0,41 b	1,17 b	1,72 b	2,50 b
'Blackamber'	AE	0,12 a	0,28 a	0,34 a	1,39 a	1,67 a	2,22 a	3,06 a	3,61 a	4,00 a	d	d
	AC	0,00 b	0,00 b	0,01 b	0,01 b	0,02 b	0,02 b	0,06 b	0,06 b	0,56 b	d	d
'Primetime'	AE	0,00 a	0,00 a	0,02 a	0,62 a	1,44 a	2,33 a	3,11 a	3,67 a	4,00 a	d	d
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,01 b	0,01 b	0,01 b	0,14 b	0,34 b	0,89 b	d	d
'Santa Rosa'	AE	1,11 a	1,61 a	2,17 a	3,11 a	3,39 a	3,50 a	4,00 a	4,06 a	4,17 a	d	d
	AC	0,00 b	0,00 b	0,01 b	0,43 b	0,70 b	0,72 b	0,83 b	1,39 b	2,11 b	d	d
'Angeleno'	AE	0,11 a	0,12 a	0,63 a	1,83 a	1,94 a	2,17 a	3,28 a	3,61 a	3,89 a	d	d
	AC	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,10 b	0,12 b	d	d
'Golden Japan'	AE	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,33 a	0,50 a	1,11 a	2,28 a	2,33 a	3,22 a	3,33 a	3,61 a
	AC	0,00 a	0,00 a	0,00 a	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,00 b	0,10 b	0,83 b	1,17 b	2,06 b
'Friar'	AE	1,03 a	1,23 a	2,18 a	3,67 a	3,83 a	3,94 a	4,00 a	4,33 a	4,39 a	d	d
	AC	0,09 b	0,13 b	0,18 b	0,44 b	0,76 b	0,89 b	1,17 b	1,39 b	2,56 b	d	d
'Showtime'	AE	1,13 a	1,63 a	2,20 a	3,28 a	3,50 a	3,89 a	4,00 a	4,00 a	d	d	d
	AC	0,07 b	0,02 b	0,10 b	0,69 b	1,00 b	1,11 b	1,22 b	1,28 b	d	d	d

En las columnas, para cada cultivar y fecha, los valores con letras diferentes indican la existencia de una dif. sig. ($p \leq 0,05$). d: defoliado.

ANEXO 4. PUBLICACIONES GENERADAS, ACTIVIDADES DE DIVULGACIÓN Y ESTANCIAS REALIZADAS DURANTE EL DESARROLLO DE ESTA TESIS DOCTORAL

El anexo 4 subdividido en cinco apartados, recoge las publicaciones generadas, actividades de divulgación y estancias realizadas durante el desarrollo de esta tesis doctoral, las publicaciones se enumeran siguiendo el orden cronológico.

Anexo 4.1. Publicaciones recogidas en Science Citation Index (SCI)

Arroyo, F.T., Jiménez-Bocanegra, J.A., García-Galavís, P.A., Santamaría, C., Camacho, M., Castejón, M., **Pérez-Romero, L.F.** y Daza A., 2013. Comparative tree growth, phenology and fruit yield of several Japanese plum cultivars in two newly established orchards, organic and conventionally managed. Spanish Journal of Agricultural Research 11(1): 155-163.

Pérez-Romero, L.F., Arroyo, F.T., Santamaría, C., Camacho, M. y Daza, A., 2014a. Comparative fruit quality parameters of 'Ninfa' apricot (*Prunus armeniaca* L.) grafted on two different rootstocks in a newly established organic orchard. Acta Alimentaria 43: 273-279.

Pérez-Romero, L.F., Arroyo, F.T., Santamaría, C., Herencia, J.F. y Daza, A., 2014 b. Growth, phenology and fruit set of *Prunus armeniaca* L. (cv. Ninfa) grafted on two rootstocks in organic and conventional management. Horticultural Science 41: 101-106.

Cuevas, F.J., Pradas, I., Ruiz-Moreno, M.J., Arroyo, F.T., **Pérez-Romero, L.F.**, Montenegro, J.C. y Moreno-Rojas, J.M., 2015. Organic and conventional management effect in bio functional quality of thirteen plum (*Prunus salicina* Lindl.) cultivars. Plos One (enviado).

Anexo 4.2. Publicaciones en revistas de divulgación

Daza, A., Santamaría, C., **Pérez-Romero, L.F.** y Arroyo, F.T., 2012. Cultivo ecológico del ciruelo: aspectos técnicos y varietales. <http://www.interempresas.net/horticola>.

Arroyo, F.T., García-Galavís, P.A., **Pérez-Romero, L.F.** y Daza, A., 2013. Plagas en frutales de hueso en manejo ecológico incidencia y control. *Agricultura y Ganadería Ecológica* 13: 20-21.

Daza, A., Arroyo, F.T., Santamaría, C., Herencia, J.F. y **Pérez-Romero, L.F.**, 2014. Estudio comparativo de producción y calidad de fruta en tres cultivares de ciruelo de recolección temprana cultivados en manejo ecológico y convencional. SERVIFAPA. <http://ifapa.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa>

Pérez-Romero, L.F., Arroyo, F.T., Santamaría, C. y Daza, A., 2014. Producción y calidad de fruta de 12 cultivares de ciruelo japonés cultivados en manejo ecológico y convencional (cosecha de 2013). *Agrícola Vergel* 375: 214-218.

Arroyo, F.T., **Pérez-Romero, L.F.**, García-Galavís, P.A. y Daza, A., 2014. Enfermedades en frutales de hueso en manejo ecológico: Incidencia y control. *Agricultura y Ganadería Ecológica* 16: 18-19.

Pérez-Romero, L.F., Arroyo, F.T., Santamaría, C., Herencia, J.F. y Daza, A., 2014. Estudio comparativo de producción y calidad de fruta en seis cultivares de ciruelo de recolección media cultivados en manejo ecológico y convencional. SERVIFAPA. <http://ifapa.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa/>

Daza, A., Arroyo, F.T, Santamaría, C., Herencia, J.F. y **Pérez-Romero, L.F.**, 2014. Idoneidad agrotecnológica de diferentes cultivares de ciruelo para su cultivo ecológico en el Valle del Guadalquivir. *Fruticultura*. p. 86-95.

Arroyo, F.T., Daza, A., Santamaría, C., **Pérez-Romero, L.F.** y Herencia, J.F., 2015. Estudio comparativo de producción y calidad de fruta en cinco cultivares de recolección tardía cultivados en manejo ecológico y convencional. SERVIFAPA. <http://ifapa.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/servifapa/>

Anexo 4.3. Comunicaciones a congresos

- Daza, A., Santamaría, C., Camacho, M., Castejón, M., Herencia, J.F., **Pérez-Romero, L.F.** y Arroyo, F.T., 2012. Aspectos técnicos y varietales de utilidad para el cultivo ecológico del ciruelo. XIII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, Almería (España). p. 399-402.
- Fair, S., Arroyo, F.T., García-Galavís, P.A., Santamaría, C., **Pérez-Romero, L.F.** y Daza A. Evaluación de diferentes atrayentes en trampeo masivo de la mosca mediterránea de la fruta (*Ceratitis capitata* Wiedeman) en cultivo ecológico del ciruelo. XIII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas, Almería (España). p. 451-454.
- Pérez-Romero, L.F.**, Camacho, M., Arroyo, F.T., Santamaría, C. y Daza, A., 2012. Comparison of standard fruit quality parameters of several Japanese plum cultivars organic and conventionally managed. International Symposium on Plum and Sweet Cherry, Madrid (España) p 65-71.
- Pérez-Romero, L.F.**, Arroyo, F.T., Santamaría, C., Camacho, M. y Daza, A., 2013. Crecimiento, producción y calidad de la fruta de cuatro cultivares de ciruelo japonés (*Prunus salicina* Lindl.) en manejo ecológico y convencional. VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas, Madrid (España).
- Pérez-Romero, L.F.**, Arroyo, F.T., Santamaría, C., Herencia, J.F. y Daza A., 2013. Estudio de las reservas nitrogenadas y de carbohidratos en ciruelo japonés bajo cultivo ecológico y convencional. VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas, Madrid (España).
- Daza, A., **Pérez-Romero, L.F.**, Arroyo, F.T., García-Galavís, P.A., Camacho, M., Santamaría, C., 2013. Componentes biológicos en el suelo de dos plantaciones similares de ciruelo en producción ecológica y convencional. II IBEMPA, Sevilla (España).
- Cuevas, F.J., Pradas, I., Ruiz-Moreno, M.J., Arroyo, F.T., Daza, A., **Pérez-Romero, L.F.** y Moreno-Rojas, J.M., 2013. A comparative study of health-related compounds found in different plum varieties grown under organic and conventional culture systems. The 28th European Federation of Food Science & Technology Conference, Uppsala (Suecia).
- Pérez-Romero L.F.**, Daza A. y Arroyo F.T. Evaluación de la eficacia del azufre y los extractos de ajo y cola de caballo en el control de la roya en ciruelo en cultivo ecológico. XVII Congreso de la Sociedad Española de Fitopatología (Lérida) p. 271.

Anexo 4.4. Jornadas técnicas de divulgación y transferencia

IX Jornadas Técnicas del Grupo de Fruticultura de la SECH. “Adecuación agrotecnológica de cultivares de ciruelo para la producción ecológica. Fichas técnicas”. Sevilla, 3 y 4 de Noviembre de 2011

Reunión Mesa de Variedades CEIGRAM. “Cultivo ecológico de frutales de hueso. Aspectos técnicos y varietales. Cuellos de botella”. Madrid, 30 mayo 2012.

Jornadas Syngenta-Technidech: “Actividades del IFAPA Centro Las Torres en fruta de hueso. Evaluación del cultivo ecológico de frutales de hueso”. IFAPA Centro “Las Torres-Tomejil”. Sevilla, mayo 2012.

III Jornadas Técnicas de Fruticultura. “Cultivo ecológico de frutales de hueso. El ciruelo”. IFAPA Centro “Las Torres-Tomejil”. Sevilla, 6 de junio de 2012.

La Investigación en Producción Ecológica en el IFAPA. “Frutales de hueso”. IFAPA Centro Camino de Purchil. Granada, 20 de septiembre de 2012.

IV Jornadas de Fruticultura. “Avances técnicos en la fruticultura ecológica”. IFAPA “Las Torres-Tomejil”. Sevilla, 10 de Octubre de 2013.

Jornada divulgativa sobre avances en investigación en producción ecológica en el IFAPA. “Frutales de hueso”. IFAPA Centro “Camino de Purchil”. Granada, 30 de octubre de 2013.

V Jornadas de Fruticultura. “Fruticultura ecológica: casos prácticos de ciruelo, albaricoquero y nectarino”. IFAPA Centro “Las Torres-Tomejil”. Sevilla, 13 de Junio de 2014.

Jornada Técnica sobre nuevos cultivos agrícolas. “Variedades frutales. Cultivo ecológico”. Castro del Río, Córdoba, 11 y 12 de junio de 2014.

Jornadas Técnicas Fruticultura. “Fruticultura Ecológica: ciruelo japonés”. Cartaya, Huelva, 29 octubre 2014.

XIV Jornada ASAJA de frutas y hortalizas. “La investigación y experimentación en fruticultura en el IFAPA. Presente y retos para el futuro. Lora del Río, Sevilla, 15 diciembre 2014.

Anexo 4.5. Estancias de investigación realizadas en otros centros

Universidad Politécnica de Valencia, 2012 (10 días). Bajo la supervisión del Dr. Manuel Agustí.

Universidad de California, Davis, 2013 (3 meses). Bajo la supervisión del Dr. Theodore DeJong.

Universidad de California, Davis, 2014 (3 meses). Bajo la supervisión del Dr. Carlos Crisosto.