



Universitat de Lleida

Tècniques de maneig de pomera (*Malus domestica* Borkhausen) en agricultura ecològica

Georgina Alins Valls

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

UNIVERSITAT DE LLEIDA
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària de Lleida

Tesi Doctoral

Tècniques de maneig de pomera
(*Malus domestica* Borkhausen)
en agricultura ecològica

Georgina Alins Valls

Directors: Dr. Simó Alegre Castellví
Dr. Jesús Avilla Hernández

Lleida, març de 2009

Només en el silenci la paraula,
només en la foscor la llum,
només en la mort la vida:
el vol del falcó
brilla al cel buit.

Creació d'Éa

Ursula K. Le Guin, 1968.

Al pare i a la mare.

Al Jordi: el descans del guerrer.

Agraïments

La tesi: l'última frontera. Aquests són els agraïments que escriu la Georgina a totes les persones que l'han acompanyat en el camí de la tesi (Taula A): als qui li va obrir les portes, als que l'han guiada amb encert, als qui li han finançat la recerca, als qui li han donat suport, a qui ha donat descans al guerrer; en definitiva, a tots vosaltres: moltes gràcies.

I sense més preàmbul, vet aquí la relació de les persones i institucions a les quals vull tenir paraules d'agraïments (Taula A):

Taula A.- Relació de persones/institucions a les quals la Georgina vol expressar el seu agraïment.

Persona/Institució	Motiu
Ricard	Per agradar-te més els fets que les paraules, i encara que sé que no ets amic dels compliments, deixa'm que et porti la contrària i dir-te moltes gràcies
Simó	Per haver acceptat el repte "eco"
Dr. Simó Alegre Dr. Jesús Avilla	Per haver dibuixat les línies mestres del camí: altrament dit, per haver dirigit la tesi.
IRTA	Per la concessió de la beca predoctoral
Unió Europea, Interreg III França/Espanya 2000-2006, CEPROPE, I3A-5-222E. INIA, Defensa vegetal y manejo de arvenses en producció ecológica de manzana de calidad, RTA2006-00156-00-00	Pel finançament de part de la recerca realitzada en aquesta tesi doctoral
Departament de Producció Vegetal i Ciència Forestal de la Universitat de Lleida	Per facilitar-me l'accés a les seves instal·lacions
Companys de l'IRTA-Estació Experimental de Lleida	Pel suport a la recerca i per les bones estones que hem passat, que passem i que passarem
Companys del Departament de Producció Vegetal i Ciència Forestal de la Universitat de Lleida	Pel suport a la recerca i per deixar-me compartir les divertidíssimes converses de l'hora d'esmorzar
Al pare i a la mare	Per la vida, per l'educació, per l'amor, pel vostre suport incondicional, per tot
A la germana	Per haver compartit jocs d'infància, secrets d'adolescents i complicitats d'adults
A la resta de la família	Per estar al meu costat
A les amigues	Per tenir fe en mi, perquè sé que puc comptar amb vosaltres i viceversa
Al Jordi	Per tot: per l'amor, per la paciència, per la intenció, per saber escoltar, per haver llegit la tesi, però sobretot, per estar al meu costat

RESUMS

Resum

En la darrera dècada, la superfície en agricultura ecològica a Europa ha experimentat un fort augment, però la producció de fruita dolça encara no arriba a l'1% de la producció total degut a les dificultats tècniques que comporta. La producció de pomes en agricultura ecològica planteja tota una sèrie de reptes com l'elecció de la varietat, el control de plagues, malalties i flora arvense i l'aclarida, entre altres. El treball realitzat en aquesta tesi ha tingut com a objectiu incrementar el coneixement en varietats resistents, cobertes vegetals, control del pugó gris i aclarida amb la finalitat d'augmentar la rendibilitat de les plantacions de pomeres presents al sud d'Europa.

De cara a les noves plantacions, s'han avaluat agronòmicament i sensorialment 8 varietats de poma resistents a motejat i 2 varietats poc susceptibles a aquesta malaltia durant 3 anys. D'aquestes varietats, només 'Condessa', 'Dalinred^{COV}' i 'Corail[®]' van assolir una producció mitjana total de 50.000 kg·ha⁻¹ i any, però només 'Dalinred^{COV}' va tenir més del 80% de la collita amb calibre comercial. 'Condessa', 'Ariane^{COV}', 'Juliet[®]' i 'Topaz^{COV}' van ser les varietats menys susceptibles a cendrosa i 'Juliet[®]' va mostrar poca susceptibilitat a pugó gris. Les varietats millor valorades pels consumidors van ser 'Ariane^{COV}', 'Dalinred^{COV}', 'Goldrush' i 'Modi[®]'. Tanmateix, cap d'aquestes varietats té a la vegada una elevada productivitat, poca susceptibilitat a cendrosa i pugó gris i bona acceptació per part dels consumidors, i per tant, cap d'elles es considera òptima per al cultiu ecològic.

S'ha dut a terme un assaig de cobertes vegetals en una plantació jove de pomeres per estudiar la seva influència en el creixement i la producció dels arbres així com en la presència de plagues i enemics naturals. S'han provat 3 cobertes de vegetació espontània i 2 cobertes sembrades de *Trifolium repens* L. i *Festuca arundinacea* Schreber que s'han comparat respecte un sòl desherbat. Les cobertes presents durant el segon any de la plantació han disminuït el creixement dels arbres; en canvi, les cobertes implantades a partir del tercer any no han afectat el creixement. En cap cas, la producció dels arbres s'ha vist influenciada per la presència de vegetació a les cobertes. Les cobertes vegetals tampoc han afectat la presència d'enemics naturals als arbres ni a la incidència de plagues a excepció del pugó verd. La densitat poblacional del pugó verd en els arbres de les cobertes amb vegetació ha estat menor al 2004, probablement degut al menor creixement dels arbres respecte el sòl desherbat.

Pel que fa al maneig fitosanitari de les plantacions, i donada la importància del control del pugó gris de la pomera, s'ha realitzat un seguiment de la dinàmica poblacional del pugó durant la tardor i s'han dut a terme dos assajos, un dels quals ha consistit en modificar l'entorn mitjançant cobertes vegetals i l'altre, en impedir de la colonització de tardor a través de tractaments fitosanitaris. La presència de *Plantago lanceolata* L., hoste secundari del pugó gris, a les cobertes no ha afectat la densitat poblacional d'aquesta plaga a les pomeres. Pel que fa al control del pugó gris a la tardor, s'han provat dues estratègies: alteració del reconeixement de la planta hoste (defoliació, aplicació d'extracte d'all i caolí) i eliminació de les ovíparas (aplicació de sabó potàssic i piretrines). Només la defoliació ha impedit la colonització de tardor i en conseqüència ha controlat la plaga durant la primavera següent. Pel que fa a la resta de tractaments, només les piretrines aplicades durant el període de presència de les ovíparas ha controlat satisfactòriament les poblacions primaverals de pugó gris.

La regulació de la càrrega de les pomeres és una altra dificultat del cultiu de pomeres en producció ecològica. S'ha provat un total de 10 productes entre la varietat 'Red Chief' i 'Golden Smoothee[®]' per tal d'identificar aquells que, aplicats en floració, poden regular la càrrega de les pomeres danyant flors o dificultant la fecundació i/o quallat. No s'han observat efectes d'aclarida per l'aplicació de caolí, vinagre, oli mineral d'estiu, clorur sòdic i el clorur càlcic. El sabó potàssic i l'oli d'oliva han reduït la càrrega dels arbres, però també han provocat *russeting* en fruits de 'Golden Smoothee[®]' fet que desaconsella el seu ús en producció de pomes per a consum en fresc. Els únics productes que han provocat aclarida sense malmetre la collita han estat el permanganat potàssic i el polisulfur de calci. Una única aplicació de permanganat potàssic i polisulfur de calci durant la floració no sempre ha estat suficient per regular la càrrega i per tant cal posar a punt un protocol per a l'ús d'aquests productes com agents per a l'aclarida.

Els resultats obtinguts posen de manifest la dificultat del cultiu de poma ecològica, fent necessari posar a punt noves tècniques de maneig per tal que la producció ecològica de poma sigui econòmicament viable a les zones actuals de conreu.

Resumen

En la última década, la superficie en agricultura ecológica en Europa ha experimentado un fuerte aumento, aunque la producción de fruta aún no alcanza el 1% de la producción total debido a las dificultades técnicas que conlleva. La producción de manzana en agricultura ecológica plantea toda una serie de retos tales como la elección de la variedad, el control de plagas, enfermedades y flora arvense y el aclareo, entre otros. El trabajo realizado en esta tesis ha tenido como objetivo incrementar el conocimiento en variedades resistentes, cubiertas vegetales, control del pulgón ceniciento y aclareo con la finalidad de aumentar la rentabilidad de las plantaciones de manzano presentes en el sur de Europa.

Para las nuevas plantaciones, se han evaluado agrónomicamente y sensorialmente 8 variedades de manzana resistentes a moteado y 2 variedades poco susceptibles a esta enfermedad durante 3 años. De estas variedades, sólo 'Condessa' y 'Dalinred^{COV}' alcanzaron una producción media total de 50.000 kg·ha⁻¹ y año, pero sólo 'Dalinred^{COV}' tuvo más del 80% de la cosecha con calibre comercial. 'Condessa', 'Ariane^{COV}', 'Juliet[®]' y 'Topaz^{COV}' fueron las variedades menos susceptibles a oídio y 'Juliet[®]' mostró poca susceptibilidad al pulgón ceniciento. Las variedades mejor valoradas por los consumidores fueron 'Ariane^{COV}', 'Dalinred^{COV}', 'Goldrush' y 'Modi[®]'. No obstante, ninguna de estas variedades tiene al mismo tiempo una productividad elevada, poca susceptibilidad a oídio y pulgón ceniciento y buena aceptación por parte de los consumidores, y por consiguiente, ninguna de ellas se considera óptima para el cultivo ecológico.

Se ha llevado a cabo un ensayo de cubiertas vegetales en una plantación joven de manzanos para estudiar su influencia en el crecimiento y la producción de los árboles así como en la presencia de plagas y enemigos naturales. Se han probado 3 cubiertas de vegetación espontánea y 2 cubiertas sembradas de *Trifolium repens* L. y *Festuca arundinacea* Schreber las cuales se han comparado respecto un suelo desherbado. Las cubiertas presentes durante el segundo año de la plantación han disminuido el crecimiento de los árboles; en cambio, las cubiertas implantadas a partir del tercer año no han afectado al crecimiento. En ningún caso, la producción de los árboles se ha visto influenciada por la presencia de vegetación en las cubiertas. Las cubiertas tampoco han afectado a la presencia de enemigos naturales en los árboles ni a la incidencia de plagas a excepción del pulgón verde. La densidad poblacional del pulgón verde en los árboles de las cubiertas con vegetación ha sido menor en 2004, probablemente debido al menor crecimiento de los árboles respecto el suelo desherbado.

En lo que respecta al manejo fitosanitario de la plantación, y dada la importancia del control del pulgón ceniciento se ha realizado un seguimiento de la dinámica poblacional del pulgón durante el otoño y se han llevado a cabo dos ensayos, uno de los cuales ha consistido en modificar el entorno mediante cubiertas vegetales y el otro, en impedir la colonización de otoño a través de tratamientos fitosanitarios. La presencia de *Plantago lanceolata* L., huésped secundario del pulgón ceniciento, en las cubiertas no ha afectado a la densidad poblacional de esta plaga en los manzanos. En lo que respecta al control del pulgón ceniciento en otoño, se han probado dos estrategias: alteración del reconocimiento de la planta huésped (defoliación, aplicación de extracto de ajo y caolín) y eliminación de las ovíparas (aplicación de jabón potásico y piretrinas). Sólo la defoliación ha impedido la colonización de otoño y en consecuencia ha controlado la plaga durante la primavera siguiente. En cuanto al resto de tratamientos, sólo las piretrinas aplicadas durante el periodo de presencia de ovíparas han controlado satisfactoriamente las poblaciones primaverales del pulgón ceniciento.

La regulación de la carga de los manzanos es otra dificultad del cultivo de manzanos en producción ecológica. Se han probado un total de 10 productos entre la variedad 'Red Chief' y 'Golden Smoothie[®]' para identificar aquellos que, aplicados en floración, pueden regular la carga de los manzanos dañando flores o dificultando la fecundación y/o cuajado. No se ha observado efecto de aclareo por aplicaciones de caolín, vinagre, aceite mineral de verano, cloruro sódico y cloruro cálcico. El jabón potásico y el aceite de oliva han reducido la carga de los árboles, pero también han provocado *russenting* en los frutos de 'Golden Smoothie[®]' con lo que se desaconseja su uso en producción de manzanas para consumo en fresco. Los únicos productos que han provocado sin dañar la cosecha han sido el permanganato potásico y el polisulfuro de cal. Una única aplicación de permanganato potásico y polisulfuro de cal durante la floración no siempre ha sido suficiente para regular la carga y por consiguiente es preciso poner a punto un protocolo de aplicación de estos productos para el aclareo.

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto la dificultad del cultivo de manzana ecológica, siendo necesaria la puesta a punto de técnicas de manejo para que la producción ecológica de manzana sea económicamente viable en las zonas actuales de cultivo.

Abstract

The acreage of organic agriculture in Europe has strongly risen during the last decade, but production fruit does not reach yet a 1% of the total production due to its associated technical difficulties. Organic apple production has several challenges such as cultivar choice, pest, disease and weed management, or thinning. The work carried out in this thesis had the objective of increasing the knowledge on resistant cultivars, cover crops, rosy apple aphid management and thinning with the aim of increasing the profitability of apple orchards present in southern Europe.

For new orchards, 8 apple scab resistant cultivars and 2 apple scab low susceptible cultivars have been agronomy and sensory evaluated for 3 years. Only 'Condessa', 'Dalinred^{COV}' and 'Corail[®]' reached an annual yield of 50 000 kg·ha⁻¹, but only 'Dalinred^{COV}' had more of the 80% of the harvest with marketable size. 'Condessa', 'Ariane^{COV}', 'Juliet[®]' and 'Topaz^{COV}' were the less susceptible cultivars to powdery mildew and 'Juliet[®]' showed low susceptibility to rosy apple aphid. The best rated cultivars by the consumers were 'Ariane^{COV}', 'Dalinred^{COV}', 'Goldrush' and 'Modi[®]'. Nevertheless, none of these cultivars meet high yield, low susceptibility to powdery mildew and to rosy apple aphid and good acceptance by consumers, so none of them is considered to be optimal for organic production.

A cover crop trial has been carried out in a young apple orchard in order to study its influence in growth and tree yield, as well as in the presence of pests and natural enemies. Three spontaneous cover crops and two sown cover crops (*Trifolium repens* L. and *Festuca arundinacea* Schreber) have been tested respect to bare soil. Tree growth has been decreased by the presence of cover crops during the second year of the plantation; however, cover crops established from the third year did not affect growth. Production was not affected by cover crops. Presence of natural enemies and pest has not been influenced by cover crops except for green apple aphid. Population density of the green apple aphid was lower in the treatments with vegetation in 2004, probably due to the lower tree growth respect to bare soil treatment.

With regard to pest management, and considering the importance of the control of the rosy apple aphid, the autumn population dynamic of this aphid has been surveyed and 2 trials have been performed. One trial dealt with modification of the environment with cover crops and, the other, with avoidance of the autumn colonization through sprayings. Presence of

Plantago lanceolata L., secondary host of rosy apple aphid, did not affect the population density of this pest on the apple trees. Regarding the control of the rosy apple aphid in autumn, 2 strategies have been tested: alteration of the recognition of the host plant (defoliation, garlic extract and kaolin spraying) and elimination of oviparous (potassic soap and pyrethrum spraying). Only defoliation avoided autumn colonization and therefore this pest has been controlled in the next spring. As for the rest of the treatments, only pyrethrum sprayed when oviparous were present on apple trees satisfactory controlled spring populations of the rosy apple aphid.

The regulation of crop load is another difficulty on the organic apple production. An total of 10 products have been tested with the cultivars 'Red Chief' and 'Golden Smoothee[®]' in order to identify which one sprayed at blossom can regulate apple tree crop load through damaging flowers or hindering flower fertilization and/or fruit set. None thinning effects have been observed by applications of kaolin, vinegar, mineral oil, sodium chloride or calcium chloride. Potassic soap and olive oil reduced fruit load, but they also caused russet in 'Golden Smoothee[®]' apples, so that advise against their use for fresh apple production. Only potassium permanganate and lime sulphur thinned without damaging fruits. One application of potassium permanganate or lime sulphur at blossom was not always enough to regulate crop load, so a protocol for the use of these products as a thinning agents must be tuned up.

The results obtained highlight the difficulty of the organic apple growing, being necessary to tune up new techniques of management in order that organic apple production is viable economically in the current zones of growing.

ÍNDEX GENERAL

ÍNDEX GENERAL

Resums	III
1. Antecedents	5
2. Objectius	33
3. Capítol I: Avaluació agronòmica i sensorial de varietats de poma (<i>Malus domestica</i> Borkhausen) resistent a motejat (<i>Venturia inaequalis</i> (Cooke) G. Wint. (forma anamorfa <i>Spilocaea pomi</i> Fries)).....	37
4. Capítol II: Avaluació de l'efecte de cobertes vegetals en una plantació de pomeres (<i>Malus domestica</i> Borkhausen) en cultiu ecològic en aspectes agronòmics i fitosanitaris	85
5. Capítol III: Dinàmica poblacional i estratègies de control del pugó gris (<i>Dysaphis plantaginea</i> Passerini (Hemiptera: Aphidae)) en agricultura ecològica	137
6. Capítol IV: Avaluació de productes per a l'aclarida de flors de pomera (<i>Malus domestica</i> Borkhausen) en agricultura ecològica	173
7. Discussió general	215
8. Conclusions generals	237

1. Antecedents

Índex

1. INTRODUCCIÓ.....	9
2. AGRICULTURA ECOLÒGICA.....	10
3. TÈCNIQUES DE CULTIU DE POMERES EN PRODUCCIÓ ECOLÒGICA	13
3.1. CONTROL DE PLAGUES I MALALTIES	14
3.2. USOS I MANEIG DE LA FLORA ARVENSE.....	20
3.3. FERTILITZACIÓ.....	21
3.4. TÈCNIQUES D'ACLARIDA	22
4. BIBLIOGRAFIA.....	23

1. Introducció

En la darrera dècada, la presència de l'agricultura ecològica a Europa ha passat d'1 a 7 milions d'hectàrees (Willer i Yussefi, 2007). La producció de fruita dolça, però, ha sofert un increment modest perquè les pèrdues de collita són grans i els canals de comercialització encara no estan consolidats (Weibel, 2002).

Durant anys, la recerca destinada a solucionar els problemes associats a la producció ecològica en fruiters ha estat pràcticament nul·la perquè es tenia el convenciment que la pràctica d'aquest tipus d'agricultura no era viable (Weibel, 2002). Actualment, la situació ha canviat. L'increment dels costos de producció, les crisis alimentàries, la major sensibilitat mediambiental i l'increment de la demanda han provocat un augment dels recursos públics i privats destinats a promocionar sistemes de producció sostenibles, més saludables i respectuosos amb l'entorn.

En aquesta línia, la Unió Europea va aprovar el Reglament CEE 2078/92 sobre mètodes de producció agrària compatibles amb les exigències de la protecció del medi ambient i la conservació de l'espai natural. Seguint les directives d'aquest reglament, els països membres creen mesures agroambientals que tenen associades subvencions directes al agricultors. A Espanya, la percepció d'aquests ajuts va lligada a un contracte de 5 anys entre l'agricultor i l'administració en el qual hi ha el compromís de practicar un tipus d'agricultura d'acord amb el que estableix el reglament. Si bé tant agricultors de producció integrada com ecològica poden rebre aquestes ajudes agroambientals, el número d'hectàrees de fruiters convertides a producció integrada supera àmpliament al d'hectàrees convertides a producció ecològica: 39.399 ha respecte 4.416 ha (MAPA, 2008a; MAPA, 2008b).

Davant la decisió de convertir una explotació fructícola a l'agricultura ecològica o iniciar-ne una de nova, el fructicultor es planteja tot una sèrie d'interrogants referits, principalment, al control de plagues, malalties i flora adventícia, a la fertilització i l'adobat, els quals ha d'afrontar sense bona part de les eines amb les que estava acostumat a treballar. La recerca duta a terme en els darrers anys ha donat resposta a algunes d'aquestes qüestions però encara queden aspectes per resoldre.

2. Agricultura ecològica

La producció agrària ecològica és un sistema d'obtenció de productes agraris i alimentaris que posa un especial èmfasi en la utilització de productes i tècniques el més naturals i sostenibles possibles, excloent-ne totes aquelles que potencialment poden malmetre la qualitat del producte final o el medi ambient en què es realitza aquesta obtenció (Maynou, 2006).

El primer reglament europeu sobre la producció agrària ecològica va ser aprovat al juny de 1991 (Reglament CEE 2092/91). Posteriorment es van publicar més de 20 modificacions fins que al juny de 2007 es va aprovar el Reglament CE 834/2007, que va entrar en vigor l'1 de gener de 2009, pel qual es deroga el Reglament CEE 2092/91. Ambdós reglaments regulen aspectes com el període de conversió i els productes que es poden utilitzar com a fertilitzants, condicionadors del sòl o fitosanitaris sense especificacions particulars per grups de cultius. En aquests punts, les diferències entre tots dos reglaments són mínimes. Es mantenen en vigor els productes autoritzats pels anteriors reglaments i s'afegeixen els descrits en el Reglament CE 404/2008 aprovat al maig de 2008.

Les explotacions que comencin a dedicar-se a la producció ecològica hauran de passar un període de conversió abans de poder comercialitzar la collita sota la denominació de producció ecològica. Durant aquest temps, totes les pràctiques agrícoles hauran de realitzar-se d'acord amb la normativa de producció ecològica.

Es promou el manteniment i l'increment de la fertilitat del sòl i de la seva activitat biològica mitjançant programes de rotació plurianual que incloguin lleguminoses, la incorporació de fems o altres materials orgànics procedents de ramaderia ecològica. En el cas que aquestes mesures siguin insuficients o bé de difícil aplicació s'autoritzen, entre altres, compost d'excrements sòlids d'animals procedents de ramaderia no ecològica i no intensiva, productes i subproductes d'origen animal (farina de sang, pols de banyes, pells, etc.), oligoelements i sulfat de magnesi d'origen natural. De manera específica s'autoritza el clorur càlcic en pomeres (*Malus domestica* Borkhausen) com a tractament foliar per corregir carències de calci.

La normativa europea de producció ecològica estableix unes directrius per al control de plagues, malalties i males herbes: selecció de varietats i espècies adequades, establiment d'un programa de rotació adequat, mètodes mecànics de conreu, protecció i promoció dels enemics naturals i processos tèrmics. En cas que aquestes mesures no siguin suficients es podran utilitzar productes que continguin les substàncies autoritzades pel reglament. Aquestes substàncies s'agrupen en 4 categories: substàncies d'origen vegetal o animal, microorganismes per al control biològic, substàncies per a esquers i/o difusors i altres substàncies utilitzades tradicionalment en agricultura ecològica com el coure, el sofre, els olis minerals, el polisulfur de calci i el permanganat potàssic, entre altres.

L'aprovació del reglament europeu va establir un marc legal de producció ecològica de compliment obligat i directe per a tots els estats membre, però cada país pot regular aspectes no contemplats pel reglament sempre i quan no el contradiguin. En el cas d'Espanya, donada la transferència de competències a les comunitats autònomes han estat aquestes les encarregades del desplegament de les normes tècniques.

L'agricultura ecològica està present en més de 120 països i, amb una superfície propera als 31 milions d'hectàrees, representa el 0,7% de la superfície total agrícola (Willer i Yussefi, 2007). Els continents amb més superfície dedicada a l'agricultura ecològica són Oceania, Europa i Sud Amèrica (Taula 1). A nivell mundial, més de la meitat de la superfície destinada a agricultura ecològica són pastures, una quarta part està dedicada a cultius anuals i un 10% a cultius perennes arboris. D'aquests, les oliveres ocupen el primer lloc amb més de 350.000 ha, el segueix el cafè amb unes 300.000 ha i els fruiters (fruita dolça i seca) amb més de 150.000 ha (Willer i Yussefi, 2007).

A Europa, les pastures i els cultius anuals també són els usos més importants amb un 43% i 40%, respectivament, de la superfície total en agricultura ecològica (Taula 2). Els cultius perennes arboris representen un 7% de la superfície en agricultura ecològica essent també l'olivera el principal cultiu ocupant més de la meitat d'aquesta superfície (Willer i Yussefi, 2007). En l'informe realitzat pel SOEL-FiBL (Willer i Yussefi, 2007) no es recullen dades específiques referents a fruiters.

Taula 1.- Superfície agrícola mundial destinada a agricultura ecològica al 2006 (Willer i Yussefi, 2007).

Regió	Superfície agrícola destinada a agricultura ecològica	
	ha	%
Àfrica	890.504	0,11
Àsia	2.893.572	0,21
Europa	6.920.462	1,38
Sud Amèrica	5.809.320	0,93
Nord Amèrica	2.199.225	0,56
Oceania	11.845.100	2,59
Total	30.558.183	0,74

Taula 2.- Superfície en agricultura ecològica (ha) que ocupen diferents usos agrícoles per continent al 2006 (Willer i Yussefi, 2007).

Ús	Superfície (ha)						
	Àfrica	Àsia	Europa	Sud Amèrica	Nord Amèrica	Oceania	Total
Cultius anuals	60.999	84.404	2.746.185	306.840	958.325	-	4.156.754
Cultius perennes	292.522	59.123	512.538	488.934	40.378	100	1.393.595
Pastures	35.716	710.900	2.995.695	3.776.461	991.024	11.430.000	19.939.796
Altres cultius	7.796	998.446	130.184	38.890	4.956	370.000	1.550.272
Altres usos	37.396	990	240.462	10.531	-	-	289.379
Sense informació	456.076	1.039.709	295.396	1.187.664	204.542	45.000	3.228.387
Total	890.540	2.893.572	6.920.462	5.809.320	2.199.225	11.845.100	30.558.183

Després d'Itàlia, Espanya és el segon país europeu que destina més superfície a l'agricultura ecològica (988.323 ha) (Willer i Yussefi, 2007; MAPA, 2008a). Si s'ordenen els països europeus segons el percentatge de superfície agrícola destinada a l'agricultura ecològica, Àustria, Suïssa i Itàlia ocupen els primers lloc (14,2%, 10,9% i 8,4%, respectivament). Espanya se situa al 17è lloc amb un 3,7% (Willer i Yussefi, 2007). Per sectors, més del 40% de la superfície espanyola en agricultura ecològica l'ocupen les pastures, el 19% la recol·lecció de fruits silvestres, el 12% cereals i lleguminoses per a gra i el 10% oliveres (Taula 3). La superfície dedicada a fruita dolça, 4.416 ha, no arriba al 0,5% de la superfície en ecològic (MAPA, 2008a).

Catalunya, amb 60.095 ha, aporta el 6,1% de la producció ecològica espanyola. Els usos predominants són també les pastures i la recol·lecció silvestre amb un 58% i 26%, respectivament, de la superfície dedicada a l'agricultura ecològica. La superfície de fruita dolça en ecològic és de 198 ha i no arriba al 0,5% de la superfície en ecològic (Taula 3).

Taula 3.- Superfície en agricultura ecològica (ha i %) que ocupen diferents usos agrícoles a Espanya i Catalunya al 2007 (DAR, 2008; MAPA, 2008a).

Ús	Superfície en agricultura ecològica			
	Espanya		Catalunya	
	ha	%	ha	%
Hortalisses	7.044	0,7	221	0,4
Fruita dolça	4.416	0,4	198	0,3
Fruits secs	49.426	5,0	748	1,2
Cítrics	3.165	0,3	31	0,1
Oliveres	94.251	9,5	2.261	3,8
Vinya	17.189	1,7	1671	2,8
Cereals i lleguminoses per a gra	120.593	12,2	2.125	3,5
Guaret, adob verd i erm	58.344	5,9	2.357	3,9
Recol·lecció silvestre	183.438	18,6	15.671	26,1
Plantes aromàtiques i medicinals	12.910	1,3	24	0,1
Altres	8.414	0,9	48	0,1
Pastures, prats i farratges	429.134	43,4	34.740	57,8
Total	988.323	100,0	60.095	100,0

A la majoria de països europeus, la producció ecològica de fruita dolça no arriba a l'1% de la producció total malgrat ser encara un nínxol de mercat per ocupar (Weibel, 2002). Les reserves que tenen els fructicultors per convertir les seves explotacions en ecològic es deuen principalment a dos motius: 1) el mercat ecològic i les empreses de transformació no estan consolidades en comparació amb les convencionals i, 2) el risc associat a la producció de fruita ecològica encara és gran, amb unes pèrdues mitjanes de collita entre el 15 i 30% (Weibel, 2002).

3. Tècniques de cultiu de pomeres en producció ecològica

L'agricultura és una activitat econòmica amb un gran risc associat ja que la collita es pot veure malmesa per factors no controlables per l'agricultor com gelades, sequera, pedra i preu de mercat i factors controlables per l'agricultor com plagues i malalties, entre altres.

En agricultura ecològica, la collita està sotmesa a més riscos ja que les eines per al control de plagues, malalties i flora arvense no són tant eficaces com les

convencionals. A més a més, el fructicultor ha de fer front a dificultats tècniques com l'aclarida dels fruits i la fertilització.

La recerca realitzada per superar els problemes que afecten la fructicultura ecològica s'ha centrat en l'obtenció de varietats resistents a plagues i malalties, en l'increment de l'eficiència de les mesures de control de plagues, malalties i flora adventícia, en l'elaboració d'adobs i en l'aclarida (Weibel *et al.*, 2007).

3.1. Control de plagues i malalties

Les varietats estàndards de pomera són susceptibles a plagues i malalties i el seu ús en agricultura ecològica implica pèrdues econòmiques. Els programes de millora per a l'obtenció de varietats resistents han centrat els seus esforços en introduir resistència contra malalties, però pocs han treballat en l'obtenció varietats resistents a plagues (Iglesias i Carbó, 2002). Pel que fa a les malalties, el motejat, causat pel fong *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Wint. (forma anamorfa *Spilocaea pomi* Fries), ha estat l'objectiu de la majoria dels programes de millora amb l'obtenció de més de 200 varietats resistents a motejat (Sansavini *et al.*, 2004). La seva presència, però, és encara molt baixa perquè són poc conegudes, tenen un aspecte diferent a les varietats estàndard i no es coneix el grau d'acceptació per part dels consumidors.

Del conjunt de les estratègies de protecció fitosanitària, en agricultura ecològica es prioritza el control biològic mitjançant el manteniment i la promoció de la fauna auxiliar, les pràctiques culturals, l'ús de varietats resistents, la confusió sexual i la captura massiva. En cas que aquestes mesures resultin insuficients es poden aplicar productes fitosanitaris autoritzats per la normativa de producció ecològica. A continuació es detallen els diferents mètodes de control que es poden utilitzar en agricultura ecològica per al control de les principals malalties i plagues de la pomera.

El motejat és una malaltia clau de les pomeres i està present en la majoria dels països on es cultiven pomes (MacHardy, 1996). El fong es desenvolupa sobre fulles i fruits tot i que també pot infectar flors i gemmes en brotació. En fulles i fruits apareixen taques de color marró i en cas d'infeccions severes pot defoliar l'arbre. Els atacs de motejat comporten pèrdues econòmiques perquè deformen els fruits disminuint la qualitat

comercial de la collita (Grove *et al.*, 2003). Pel que fa al control, el mètode més utilitzat en agricultura ecològica és l'aplicació de fungicides permesos per la normativa europea (CEE, 2007): compostos cúprics, polisulfur de calci i sofre. Per als productes a base de coure existeix una limitació en la quantitat anual de coure i a més a més quan s'apliquen després de la floració causen *russeting* als fruits (Privé *et al.*, 2007). El polisulfur de calci és un producte antigament utilitzat per al control del motejat (MacHardy, 1996) però a l'igual que els productes cúprics també provoca *russeting* als fruits (Holb *et al.*, 2003). El sofre, en canvi, no és tant agressiu per als fruits però és menys efectiu en el control del motejat (MacHardy, 1996; Holb *et al.*, 2003). Actualment existeixen programes informàtics que assisteixen la presa de decisió sobre la idoneïtat de realitzar un tractament fitosanitari contra motejat (Berrie i Xu, 2003; Giraud i Trapman, 2006). Aquests programes estan basats en les corbes de Mills i posteriors modificacions (MacHardy i Gadoury, 1989; Stensvand *et al.*, 1997) i tenen en compte variables com la temperatura, el número d'hores d'humectació, l'alliberament d'ascòspores i conidis, la susceptibilitat varietal, l'edat del fruit, entre altres (Xu *et al.*, 1995; Berrie i Xu, 2003; Giraud i Trapman, 2006). A Catalunya, hi ha un sistema d'avisos de perill de motejat que pot ser consultat a través de la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya (DAR). Una altra opció per al control del motejat és l'ús de varietats resistents. Aquest mètode de control és el més eficaç de tots però només aplicable en el moment del disseny de la plantació.

La cendrosa, causada pel fong *Podosphaera leucotricha* (Ellis & Everhart) Salmon (forma anamorfa *Oidium farinosum* Cooke), és una altra de les principals malalties de les pomeres i està present en totes les zones de producció de poma (Jones i Aldwinckle, 2002). Aquest fong pot infectar gemmes vegetatives, gemmes florals, flors, fulles, brots i fruits tot i que les fulles joves són els òrgans més sensibles a la malaltia (Grove *et al.*, 2003). Quan la cendrosa ataca les fulles, les torna trencadisses i si la severitat de la infecció és gran pot provocar la seva caiguda (Jones i Aldwinckle, 2002; Horst, 2008). El mètode de control més habitual en agricultura ecològica per aquesta malaltia es basa en aplicacions foliars de polisulfur de calci i sofre. A diferència del motejat, aquests productes són capaços de controlar la cendrosa a nivells similars que fungicides de síntesi química utilitzats en agricultura convencional i integrada (Xu *et al.*, 2006).

La carpocapsa (*Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)) és una plaga clau de les pomeres, tot i que també causa danys en els fruits dels perers (*Pyrus communis* L.), noguers (*Juglans regia*, L.) i codonyers (*Cydonia oblonga* Miller) (University of California, 1991; García de Otazo *et al.*, 1992). A la zona de Lleida, normalment tenen lloc 3 generacions entre abril i setembre (Bosch *et al.*, 1998). El control de la carpocapsa en cultiu ecològic pot realitzar-se mitjançant tres eines: confusió sexual, larvicides i/o malles. La confusió sexual és un mètode de control aplicable en finques de més de 2 ha (Bosch *et al.*, 2005) i és eficaç quan les pressions de plaga són baixes (Vickers *et al.*, 1998; Bosch *et al.*, 2005). En finques més petites, la confusió sexual per si sola no és capaç de controlar la plaga essent necessari realitzar aplicacions amb productes larvicides (Miñarro i Dapena, 2000). Actualment, els larvicides permesos en agricultura ecològica per al control de la carpocapsa són el virus de la granulosi i l'spinosad. La carpocapsa també es pot controlar mitjançant malles col·locades sobre els arbres (Sévérac i Romet, 2007). Els assajos realitzats per al control de carpocapsa amb malles van començar al 2005 al sud de França amb resultats molt prometedors: danys inferiors al 0,2% de fruits atacats. Encara falta, però, resoldre aspectes pràctics com la posta a punt del sistema de col·locació i la gestió de les zones d'obertura i tancament (Sévérac i Romet, 2007).

La mosca de la fruita (*Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)) és una altra de les principals plagues de la pomera que també afecta a altres cultius com les pereres, els presseguers (*Prunus persica* (L.) Batsch), les pruneres (*Prunus domestica* L.) i els tarongers (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) (INRA, 1998). L'adult de la mosca de la fruita realitza la posta dins del fruit de manera que quan les larves surten dels ous ja es troben protegides a l'interior (INRA, 1998). El control d'aquesta plaga en producció ecològica es pot realitzar mitjançant la captura massiva de mascles i femelles i la destrucció dels fruits no recol·lectats. En anys amb una pressió de plaga baixa o mitjana, la distribució de 50-75 trampes de captura massiva per hectàrea es capaç de controlar satisfactòriament la plaga (Batllori *et al.*, 2007).

El pugó gris (*Dysaphis plantaginea* Passerini (Hemiptera: Aphidae)), plaga clau de les pomeres (Blommers *et al.*, 2004; Miñarro i Dapena, 2005), té dos hostes: la pomera (hoste primari on realitza la posta dels ous) i *Plantago* spp (hoste secundari on es desenvolupen les generacions estivals) (Bonnemaison, 1959). Aquest fitòfag afecta

fulles, brots i fruits i quan els atacs són importants aturen el creixement dels brots i deformen els fruits (Baker i Turner, 1916; Lathrop, 1928; Bonnemaison, 1959; Lind *et al.*, 2003). El control del pugó gris és difícil ja que quan pica les fulles les enrotlla de manera que queda protegit; per tant, si no es disposa de productes sistèmics o penetrants difícilment aquests entraran en contacte amb la plaga. El control habitual del pugó gris de la pomera en cultiu ecològic es basa en aplicacions preflorals d'azadiractina dirigides contra els estadis nimfals de les fundadores (Schulz *et al.*, 2000; Miñarro i Dapena, 2004). El temps que es disposa per realitzar aquest tractament és curt, i encara que l'azadiractina també controla adults, triga més a fer efecte i no evita danys en fulles ni fruits (Schulz *et al.*, 2000). El control biològic d'aquesta plaga acostuma a ser poc efectiu perquè quan apareixen les primeres colònies de pugons la presència d'enemics naturals és baixa o inexistent (Vogt i Weigel, 1999; Sarasúa *et al.*, 2000). Una altra alternativa per al control del pugó gris són els tractaments aplicats a tardor per tal d'evitar la colonització de les pomeres. Els treballs present a la bibliografia relacionen aplicacions de piretrines, d'insecticides de síntesi química i caolí a tardor amb una disminució de la densitat poblacional de fundadores a primavera (Kehrlí i Wyss, 2001; Hoehn *et al.*, 2003; Romet, 2004; Wyss i Daniel, 2004; Burgel *et al.*, 2005; Cross *et al.*, 2007). Cap d'aquests treballs, però, mostra dades referents al control de la plaga des de l'aparició de les fundadores fins a l'emigració cap a l'hoste secundari.

Si bé el control biològic del pugó gris de la pomera és baix, no és el cas del pugó llanut (*Eriosoma lanigerum* Hausmann (Hemiptera: Aphidae) ni de l'aranya roja (*Panonychus ulmi* Koch (Prostigmata: Tetranychidae)). El pugó llanut és una plaga que afecta principalment a pomeres però també a codonyers (INRA, 1998). A nord Amèrica, zona d'origen, és holocíclic i té dos hostes: l'om americà (*Ulmus americana* L.) que és el primari, i la pomera, el secundari. A Europa, té un comportament anholocíclic i només es reproduïx per partenogènesi i viviparisme sobre les pomeres (INRA, 1998). El pugó llanut ataca rames, brots i arrels provocant deformacions i xancres que dificulten la circulació de la saba (University of California, 1991). Les colònies de pugó llanut es caracteritzen per la secreció d'una cera blanca i cotonosa que protegeix els pugons del tractaments insecticides. Aquest pugó té un parasitoide específic, *Aphelinus mali* Haldeman (Hymenoptera: Aphelinidae), que va ser introduït a Espanya a finals del anys vint (s. XX) (Sarasúa *et al.*, 2000). Els nivells de parasitoidisme acostumen a ser alts però no sempre aconseguen controlar per si sols les poblacions de pugó llanut

(Cross *et al.*, 1999; Sarasúa *et al.*, 2000). En canvi, *A. mali* en combinació amb les estisoretetes (*Forficula auricularia* L. (Dermaptera: Forficulidae)) són capaços de situar la plaga per sota del llindar econòmic (Nicholas *et al.*, 2005).

L'aranya roja és un àcar fitòfag que afecta principalment pomeres tot i que també es pot trobar en perers (Sarasúa *et al.*, 2000). Aquest àcar es localitza al revers de les fulles i s'alimenta del contingut de les cèl·lules del parènquima ocasionant una reducció de la fotosíntesi i un increment de la transpiració (García de Otazo *et al.*, 1992; INRA, 1998). Quan els atacs són severos provoquen defoliació amb la consegüent reducció de la mida dels fruits (García de Otazo *et al.*, 1992). L'aranya roja es considera una plaga induïda degut a l'eliminació de la fauna auxiliar provocada per un mal ús dels insecticides (Miñarro *et al.*, 2002). La conservació de la fauna auxiliar, doncs, és clau per al control de l'aranya roja. El control biològic de l'aranya roja es produeix, majoritàriament, gràcies a l'acció d'àcars depredadors fitoseïds. A les plantacions de poma i pera de Catalunya s'han trobat 22 espècies diferents de fitoseïds, entre les quals cal destacar *Amblyseius andersoni* Chant (Mesostigmata: Phytoseiidae) i *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Mesostigmata: Phytoseiidae). *A. andersoni* és un depredador capaç de controlar la plaga a densitats baixes, ja que actua abans que les poblacions de *P. ulmi* siguin elevades (Vilajeliu *et al.*, 1994; Albajes *et al.*, 2003). En canvi, *N. californicus* només actua amb nivells elevats de plaga, per la qual cosa no sempre evita les pèrdues econòmiques (Vilajeliu *et al.*, 1994; Sarasúa *et al.*, 2000).

En les finques on es realitzen poques aplicacions d'insecticides per al control de la carpocapsa es pot incrementar la presència d'altres plagues de lepidòpters com la zeuzera (*Zeuzera pyrina* (L.) (Lepidoptera: Cossidae)) i la sèssia (*Synanthedon myopaeformis* Borkhausen (Lepidoptera: Sesiidae)) (Bosch *et al.*, 1998). La zeuzera és un barrinador polífag que ataca tant arbres fruiters com forestals (INRA, 1998; DAR, 2002a). Els danys que ocasiona la zeuzera són importants ja que asseca rames i en plantacions joves pot arribar a destruir l'arbre o dificultar-ne la formació (García de Otazo *et al.*, 1992). Un dels mètodes de control més eficaços per la zeuzera és la confusió sexual (Bosch *et al.*, 2005), ja que redueix dràsticament les poblacions des del primer any de la col·locació dels difusors (Sarto i Monteys, 2001). La sèssia també és un barrinador que afecta a arbres fruiters, però a diferència de la zeuzera, els danys que ocasiona no acostumen a ser tant severos ja que les galeries que realitza són

menys profundes (INRA, 1998; Lind *et al.*, 2003). El control d'aquesta plaga en producció ecològica pot realitzar-se mitjançant la captura massiva de mascles (Albajes *et al.*, 2003). En finques de producció integrada, la distribució de 6-9 trampes de captura massiva per hectàrea és capaç de mantenir les poblacions sota control (Albajes *et al.*, 2003).

Una altra de les plagues que pot afectar els fruiters són els micròtids (*Microtus* spp. (Rodentia: Cricetidae)). Aquests mamífers rosegadors s'alimenten de les parts subterrànies de diversos cultius. En el cas dels fruiters, mengen les arrels i en alguns casos poden rosegat tot el perímetre de la base del tronc produint la mort de l'arbre (DAR, 2002b). En agricultura ecològica aquesta plaga es pot controlar mitjançant la distribució de trampes mecàniques. Aquesta pràctica, però, requereix certa habilitat en la col·locació de les trampes i un elevat nombre d'hores destinades a la distribució i revisió d'aquestes (DAR, 2002b).

Hi ha plagues que rarament apareixen en finques convencionals o de producció integrada, però sí en les de producció ecològica. Aquest és el cas del tigre del perer (*Stephanitis pyri* Fabricius. (Hemiptera: Tingidae)) que és característic de finques que o bé reben pocs tractaments insecticides d'ampli espectre (García de Otazo *et al.*, 1992; Jenser *et al.*, 1999) o bé estan en cultiu ecològic. El tigre del perer està descrit com una plaga de pomeres i pereres tot i que també es pot trobar en cirerers (*Prunus avium* L.) i pruneres (García de Otazo *et al.*, 1992). Aquest insecte pica les fulles provocant una defoliació més o menys acusada en funció de la densitat poblacional (García de Otazo *et al.*, 1992). En cultiu ecològic encara no hi ha mesures efectives de control per al tigre del perer: el control biològic exercit per la fauna auxiliar és limitat (García de Otazo *et al.*, 1992) i els insecticides disponibles en producció ecològica no controlen la plaga (Fornaciari i Vergnani, 2006). Pel que fa a la fauna auxiliar, a la literatura se citen alguns depredadors del gènere *Stethoconus* (Hemiptera: Miridae) però la seva activitat en fruiters per al control del tigre del perer és baixa (García de Otazo *et al.*, 1992; INRA, 1998). En ametllers de Turquia s'han trobat 3 espècies de Tingidae (*S. pyri*, *Monosteira lobulifera* Reuter, *Monosteira unicastata* Mulsant i Rey) amb un conjunt associat de depredadors format per 29 espècies pertanyents a les famílies Coccinellidae (Coleoptera), Anthocoridae (Heteroptera), Lygaeidae (Heteroptera), Miridae (Heteroptera) i Nabidae (Heteroptera) (Bolu, 2007). No obstant, l'acció d'aquests

depredadors en el control biològic és un tema pendent d'estudi. Pel que fa a nous insecticides, investigadors xinesos han estudiat l'efecte del verí extret dels tentacles de la medusa *Rhopilema esculentum* Kishinouye sobre el tigre del perer, obtenint nivells de mortalitat elevats en condicions de laboratori (Yu *et al.*, 2005), però encara no hi ha una formulació comercial del verí.

3.2. Usos i maneig de la flora arvense

El control biològic és una eina clau en el maneig de determinades plagues i per tant, serà beneficiós dur a terme totes aquelles mesures destinades a mantenir i/o augmentar la presència de fauna auxiliar. La limitació o reducció d'insecticides d'ampli espectre i la instal·lació d'infraestructures ecològiques són dues accions que poden afavorir la presència dels enemics naturals. A la literatura existeixen varis treballs que relacionen flora amb fauna auxiliar: *Trifolium repens* L. i *Trifolium fragiferum* L. amb *Orius* spp., Nabidae i *Geocoris* spp (Altieri i Schmidt, 1985) i *Anthemis arvensis* L. amb antocòrids (Hemiptera: Anthocoridae), aranyes (Araneae) i parasitoides (Hymenoptera: Aphidiidae) (Fitzgerald i Solomon, 2004). Però l'increment del control biològic mitjançant la instal·lació de cobertes vegetals no sempre es produeix: Brown i Glenn (1999) troben més fruits atacats per plagues en pomeres amb coberta que sense coberta i per contra, Bugg i Waddington (1994) van observar un increment del parasitoidisme de larves de carpocapsa i de *Malacosoma americanum* Fabricius (Lepidoptera: Lasiocampidae) en finques amb gran abundància de flors. El fet que existeixin treballs amb resultats contradictoris pel que fa a la promoció del control biològic mitjançant cobertes vegetals indica que cal estudiar les interaccions entre flora, fauna auxiliar i control de plagues per a cada situació tipus (Norris i Kogan, 2005).

Les cobertes vegetals presents a les finques de fruiters s'acostumen a ubicar al carrer deixant lliure l'espai situat sota la fila dels arbres. La competència per aigua i nutrients entre la flora arvense i el cultiu recomana aquesta pràctica especialment en els primers anys de la plantació (Brown *et al.*, 1997; Hartley *et al.*, 2000; Harrington *et al.*, 2005). El control de la flora arvense en agricultura ecològica es pot dur a terme a través de mètodes mecànics, pirodesherbatge, solarització i encoixinats. L'ús de segadores, picadores o freses adaptades al treball sota la fila dels arbres poden controlar certes espècies entre les que se citen *Amaranthus retroflexus* L., *Chenopodium album* L.,

Malva sylvestris L., *Solanum nigrum* L., *Diplotaxis erucoides* (L.) Augustin Pyrame de Candolle, entre altres (Taberner, 2001). En canvi, espècies de port ajagut i les plantes amb rizomes o estolons són més resistents al control mecànic. El pirodesherbatge utilitza el foc per destruir la flora arvense. Aquest sistema no és persistent ni selectiu i cal realitzar un maneig molt acurat per evitar incendis i cremades de rames i troncs (Taberner, 2001; Weibel i Häseli, 2003). La solarització és un mètode de control de flora arvense que utilitza l'energia solar. Aquest sistema es pot utilitzar en cultius hortícoles però no en fruiters ja que l'àrea a tractar (zona sota la fila dels arbres) està ombrejada durant bona part del dia. En agricultura ecològica es poden utilitzar encoixinats de plàstic, restes vegetals i fems compostats per al control de la flora arvense. Els encoixinats de plàstic, palla i fems compostats, a més de disminuir la presència de flora arvense, incrementen el contingut d'aigua al sòl respecte els tractaments amb herbicida (Mathews *et al.*, 2002; Hipps *et al.*, 2004). Cal tenir en compte, però, que tant el control mecànic com els encoixinats són més cars que l'aplicació d'herbicides ja que requereixen més hores de mà d'obra i maquinària (Weibel i Häseli, 2003).

3.3. Fertilització

Els costos del control de la flora arvense es poden compartir amb els de la fertilització si s'utilitzen fems compostats. El maneig que requereixen els fems compostats respecte els adobs de síntesi química no és el mateix ja que la velocitat d'alliberament dels nutrients és diferent. La clau de la fertilització nitrogenada es troba més en el moment d'aplicació de l'adob que en la quantitat ja que les necessitats nutricionals de les pomeres són relativament baixes, la velocitat d'alliberament dels nutrients és lenta i la disponibilitat dels nutrients no sempre coincideix amb les necessitats del cultiu (Weibel, 2002; Lind *et al.*, 2003). Un altre punt a tenir en compte és la riquesa nutricional de l'adob aplicat. En adobs comercials, la companyia garanteix una riquesa mínima però en els no comercials cal fer una anàlisi prèvia a l'aplicació per conèixer el seu contingut en macronutrients. Quan s'utilitzen fems per adobar es recomana enterrar-los just després la seva aplicació per tal d'evitar pèrdues de nitrogen i facilitar l'acció microbiana (Urbano, 1992). En el cas dels fruiters, això només és possible en la preparació del terreny prèvia a la plantació, ja que un cop instaurat el cultiu, els treballs en profunditat per enterrar l'adob poden destruir part del volum radicular.

La nutrició és, doncs, un punt clau per assegurar el correcte creixement de l'arbre i la producció de collites de qualitat, però no l'únic, ja que l'esporga i l'aclarida juguen un paper important en la regulació del creixement i de la càrrega productiva.

3.4. Tècniques d'aclarida

L'aclarida és una pràctica indispensable en la majoria de varietats de poma per tal de controlar el vigor dels arbres, evitar l'alternança i obtenir calibres comercials (Dennis, 2000; Fallahi i Willemsen, 2002; Greene, 2002; Alegre *et al.*, 2008). Per regular la càrrega de l'arbre i obtenir així el màxim nombre de fruits amb calibre comercial, en agricultura convencional s'utilitzen productes de síntesis química per provocar la caiguda dels fruits. Aquests productes no estan permesos en agricultura ecològica i els agricultors acostumen a realitzar una aclarida manual. Aquest tipus d'aclarida incrementa els costos de producció i, al realitzar-se normalment més tard que la química, és menys efectiva contra l'alternança.

Els darrers treballs en agricultura ecològica per regular la càrrega dels arbres es basen en reduir el número de flors susceptibles de ser pol·linitzades mitjançant dues estratègies: eliminar mecànicament les gemmes florals (Roche i Masseron, 2002) i provocar danys a les flors (McArtney *et al.*, 2000; Ju *et al.*, 2001; Pfeiffer i Ruess, 2002; Warlop i Libourel, 2002). Per eliminar mecànicament les gemmes florals s'utilitza un equip proveït de fils que disposats al llarg d'un eix giren i eliminen part de les gemmes florals de l'arbre. Per provocar danys en flors es realitzen aplicacions de productes, entre els que se citen: oli mineral d'estiu, oli de panís, oli de gira-sol, oli de colza, oli d'oliva, vinagre, bicarbonat sòdic, clorur sòdic i polisulfur de cal. Fins ara, cap d'aquests productes ha estat provat en les nostres condicions.

4. Bibliografia

Albajes, R.; Sarasúa, M.J.; Avilla, J.; Arnó, J. i Gabarra, R. 2003. Integrated pest management in the Mediterranean region: The case of Catalonia, Spain. A: Integrated Pest Management in the Global Arena. Eds. K.M. Maredia, D. Dakouno i D. Mota-Sanchez. CABI Publishing. Wallingford, pp. 341-355

Alegre, S.; Bonany, J. i Carbó, J. 2008. Optimizar la carga de los frutos mediante el aclareo para aumentar la rentabilidad del manzano. *Vida Rural*, 275: 46-52.

Altieri, M. i Schmidt, L. 1985. Cover crop manipulation in northern California orchards and vineyards: effects on arthropod communities. *Biological Agriculture and Horticulture*, 3: 1-24.

Baker, A.C. i Turner, W.F. 1916. Rosy Apple Aphis. *Journal of Agriculture Research*, 7(7): 321-342.

Batllore, J.L.; Escudero, A. i Vilajeliu, M. 2007. Four years of mediterranean fruit fly (*Ceratitidis capitata* Wied.) control in fruit orchards of Girona (NE of Spain) by using the mass trapping method. *Bulletin OILB/SROP*, 30(4): 157.

Berrie, A.M. i Xu, X.M. 2003. Managing apple scab (*Venturia inaequalis*) and powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) using AdemTM. *International Journal of Pest Management*, 49(3): 243-249.

Blommers, L.H.M.; Helsen, H.H.M. i Vaal, F.W.N.M. 2004. Life history data of the rosy apple aphid *Dysaphis plantaginea* (Pass.) (Homopt., Aphididae) on plantain and as migrant to apple. *Journal of Pest Science*, 77(3): 155-163.

Bolu, H. 2007. Population dynamics of lacebugs (Heteroptera: Tingidae) and its natural enemies in almond orchards of Turkey. *Journal of the Entomological Research Society*, 9(Part 1): 33-37.

Bonnemaison, L. 1959. Le puceron cendré du pommier (*Dysaphis plantaginea* Pass.). Morphologie et Biologie. Méthodes de lutte. Annales de l'INRA. Série C. Annales des Épiphyties, 3: 257-320.

Bosch, D.; Burballa, A.; Sarasúa, M.J. i Avilla, J. 1998. Control de carpocapsa (*Cydia pomonella*) mediante confusión sexual y fenoxicarb. Fruticultura profesional, 99: 52-62.

Bosch, D.; Sarasúa, M.J. i Avilla, J. 2005. Estrategias de lucha integrada de plagas en cultivo de peral y manzano. Vida Rural, 215: 20-24.

Brown, M.W. i 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.

Brown, M.W.; van der Zwet, T. i Glenn, D.M. 1997. Impact of ground cover plants on pest management in West Virginia, USA, apple orchards. Horticultural Science (Prague), 24(2): 39-44.

Bugg, R.L. i Waddington, C. 1994. Using cover crops to manage arthropod pests of orchards: a review. Agriculture, Ecosystems & Environment, 50: 11-28.

Burgel, K.; Daniel, C. i Wyss, E. 2005. Effects of autumn kaolin treatments on the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* (Pass.) and possible modes of action. Journal of Applied Entomology, 129(6): 311-314.

CEE. 2007. Reglament (CE) 834/2007 del Consell, de 28 de juny de 2007 sobre producció i etiquetat de productes ecològics i pel que es deroga el Reglament (CEE) 2092/91. Diari Oficial de la Unió Europea núm. 189, pp. 1-23.

Cross, J.V.; Cubison, S.; Harris, A. i Harrington, R. 2007. Autumn control of rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* (Passerini), with aphicides. Crop Protection, 26(8): 1140-1149.

Cross, J.V.; Solomon, M.G.; Babandreier, D.; Blommers, L.; Easterbrook, M.A.; Jay, C.N.; Jenser, G.; Jolly, R.L.; Kuhlmann, U.; Lilley, R.; Olivella, E.; Toepfer, S. i Vidal, S.

1999. Biocontrol of pests of apples and pears in northern and central Europe: 2. Parasitoids. *Biocontrol Science and Technology*, 9(3): 277-314.

DAR. Agrometeorologia. www.ruralcat.net.

DAR. 2002a. Barrinador de la fusta (*Zeuzera pyrina* L.). <http://www.ruralcat.net>. Amb accés el 27-11-08.

DAR. 2002b. Talpó comú. <http://www.ruralcat.net>. Amb accés el 27-11-08.

DAR. 2008. Producció agroalimentària ecològica. Estadístiques. <http://www20.gencat.cat/portal/site/DAR>. Amb accés el 21-11-08.

Dennis, F.G., Jr. 2000. The history of fruit thinning. *Plant Growth Regulation*, 31(1/2): 1-16.

Fallahi, E. i Willemsen, K.M. 2002. Blossom thinning of pome and stone fruit. *HortScience*, 37(3): 474-477.

Fitzgerald, J.D. i Solomon, M.G. 2004. Can flowering plants enhance numbers of beneficial arthropods in UK apple and pear orchards? *Biocontrol Science and Technology*, 14(3): 291-300.

Fornaciari, M. i Vergnani, S. 2006. Pericoltura biologica e integrata: verso una strategia comune? *Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura*, 68(2): 60-63.

García de Otazo, J.; Sió, J.; Torà, R. i Torà, M. 1992. Peral. Control integrado de plagas y enfermedades. *Agro Latino*. Barcelona, pp. 311

Giraud, M. i Trapman, M. 2006. Le modèle RIMpro. Intérêt dans la gestion de la tavelure du pommier. *Arboriculture Fruitière*, (603): 29-32.

Greene, D.W. 2002. Chemicals, timing, and environmental factors involved in thinner efficacy on apple. *HortScience*, 37(3): 477-481.

Grove, G.G.; Eastwell, K.C.; Jones, A.L. i Sutton, T.B. 2003. Diseases of Apple. A: Apples. Botany, Production and Uses. Eds. D.C. Ferree i I.J. Warrington. CAB International. Wallingford, pp. 459-488

Harrington, K.C.; Hartley, M.J.; Rahman, A. i James, T.K. 2005. Long term ground cover options for apple orchards. New Zealand Plant Protection, 58: 164-168.

Hartley, M.J.; Rahman, A.; Harrington, K.C. i James, T.K. 2000. Assessing ground covers in a newly planted apple orchard. New Zealand Plant Protection, 53: 22-27.

Hipps, N.A.; Davies, M.J. i Johnson, D.S. 2004. Effects of different ground vegetation management systems on soil quality, growth and fruit quality of culinary apple trees. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 79(4): 610-618.

Hoehn, H.; Graf, B. i Hoepfli, H. 2003. Control of rosy apple aphid (*Dysaphis plantaginea*) in fall - preliminary results. Bulletin OILB/SROP, 26(11): 59-64.

Holb, I.J.; Jong, P.F.d. i Heijne, B. 2003. Efficacy and phytotoxicity of lime sulphur in organic apple production. Annals of Applied Biology, 142: 225-233.

Horst, R.K. 2008. Westcott's Plant. Disease Handbook. Springer. New York, pp. 1317

Iglesias, I. i Carbó, J. 2002. Variedades de manzana: situación actual i perspectivas. Fruticultura profesional, 128: 34-55.

INRA. 1998. Encyclopédie des ravageurs européens. <http://www.inra.fr/hyppz/pa.htm>.
Amb accès el 25-11-08.

Jenser, G.; Balázs, K.; Erdélyi, C.s.; Haltrich, A.; Kádrár, F.; Kozár, F.; Markó, V.; Rácz, V. i Samu, F. 1999. Changes in arthropod population composition in IPM apple orchards under continental climatic conditions in Hungary. Agriculture, Ecosystems & Environment, 73: 141-154.

Jones, A.L. i Aldwinckle, H.S. 2002. Plagas y enfermedades del manzano y del peral. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, pp. 99

Ju, Z.; Duan, Y.; Ju, Z. i Guo, A. 2001. Corn oil emulsion for early bloom thinning of trees of 'Delicious' apple, 'Feng Huang' peach, and 'Bing' cherry. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 76(3): 327-331.

Kehrli, P. i Wyss, E. 2001. Effects of augmentative releases of the coccinellid, *Adalia bipunctata*, and of insecticide treatments in autumn on the spring populations of aphids of the genus *Dysaphis* in apple orchards. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 99: 245-252.

Lathrop, F.H. 1928. The biology of apple aphids. *The Ohio Journal of Science*, 28(4): 177-204.

Lind, K.; Lafer, G.; Schloffer, K.; Innerhofer, G. i Meiser, H. 2003. *Organic Fruit Growing*. CABI Publishing. Wallingford, pp. 281

MacHardy, W.E. 1996. *Apple scab: biology, epidemiology, and management*. APS Press. St. Paul (Minnesota), pp. 545

MacHardy, W.E. i Gadoury, D.M. 1989. A Revision of Mills's Criteria for Predicting Apple Scab Infection Periods. *Phytopathology*, 79(3): 304-310.

MAPA. 2008a. Estadísticas 2007. Agricultura Ecológica. España. www.mapa.es. Amb accés el 21-11-08.

MAPA. 2008b. La producción integrada en España. Enquesta Enero 2008. www.mapa.es. Amb accés el 21-11-08.

Mathews, C.R.; Bottrell, D.G. i Brown, M.W. 2002. A comparison of conventional and alternative understory management practices for apple production: multi-trophic effects. *Applied Soil Ecology*, 21(3): 221-231.

Maynou, M. 2006. *Llibre blanc de la producció agroalimentària ecològica a Catalunya* Departament Agricultura, Alimentació i Acció Rural. Barcelona, pp. 309

McArtney, S.; Campbell, J.; Foote, K. i Stiefel, H. 2000. Thinning options for organic apple production. *The orchardist of New Zealand*, 73(9): 32-34.

Miñarro, M. i Dapena, E. 2000. Control de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) con granulovirus y confusión sexual en plantaciones de manzano de Asturias. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas*, 26: 305-316.

Miñarro, M. i Dapena, E. 2004. Optimización del control del pulgón ceniciento del manzano con insecticidas derivados del neem. VI Congreso SEAE, Zaragoza, pp. 511-518

Miñarro, M. i Dapena, E. 2005. Sustainable control of the rosy apple aphid *Dysaphis plantaginea*. *Bulletin OILB/SROP*, 28(7): 129-133.

Miñarro, M.; Dapena, E. i Ferragut, F. 2002. Ácaros fítoseidos (Acari: Phytoseiidae) en plantaciones de manzano de Asturias. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas*, 28: 287-297.

Nicholas, A.H.; Spooner-Hart, R.N. i Vickers, R.A. 2005. Abundance and natural control of the woolly aphid *Eriosoma lanigerum* in an Australian apple orchard IPM program. *Biocontrol*, 50(2): 271-291.

Norris, R.F. i Kogan, M. 2005. Ecology of interactions between weeds and arthropods. *Annual Review of Entomology*, 50: 479-503.

Pfeiffer, B. i Ruess, F. 2002. Screening of agents for thinning blossoms of apple trees. A: 10th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing and Viticulture. Proceedings of a conference, Weinsberg, Germany, 4-7 February 2002. Eds. Fordergemeinschaft Okologischer Obstbau e.V. (FOKO). Weinsberg Germany, pp. 106-111

Privé, J.P.; Russell, L.; Braun, G. i LeBlanc, A. 2007. 'Bordeaux'/'Kumulus' regimes and 'Surround' in organic apple production in New Brunswick: Impacts on apple scab, fruit russetting and leaf gas exchange. *Acta Horticulturae*, 737: 95-104.

Roche, L. i Masseron, A. 2002. Darwin et le mur fruitier. Infos Ctifl, 185: 29-33.

Romet, L. 2004. Le point sur la strategie de lutte automnale contre le puceron cendré du pommier. Le Fruit Belge, 72(510): 124-129.

Sansavini, S.; Donati, F.; Costa, F. i Tartarini, S. 2004. Advances in apple breeding for enhanced fruit quality and resistance to biotic stresses: new varieties for the european market. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 12: 13-52.

Sarasúa, M.; Avilla, J.; Torà, R. i Vilajeliu, M. 2000. Enemics naturals de plagues als conreus de fruita de llavor a Catalunya. Dossiers agraris, 6: 7-19.

Sarto i Monteys, V. 2001. Control of leopard moth, *Zeuzera pyrina* L., in apple orchards in NE Spain: mating disruption technique. Bulletin OILB/SROP, 24(5): 173-178.

Schulz, C.; Kienzle, J. i Zebitz, C.P.W. 2000. Effect of NeemAzal-T/S on development of *Dysaphis plantaginea* Pass.: Consequences for application and experiences in practice. A: Practice Oriented Results on Use and Production of Neem-Ingredients and Pheromones. Eds. H. Kleeberg i C.P.W. Zebitz. Druck & Graphic. Hohensolms, pp. 17-20

Sévérac, G. i Romet, L. 2007. Des filets contre le carpocapse. Réussir fruits & légumes, 258: 36-38.

Stensvand, A.; Gadoury, D.M.; Amundsen, T.; Semb, L. i Seem, R.C. 1997. Ascospore release and infection of apple leaves by conidia and ascospores of *Venturia inaequalis* at low temperatures. Phytopathology, 87(10): 1046-1053.

Taberner, A. 2001. Guia per al control de les males herbes 2000. Generalitat de Catalunya. Barcelona, pp. 219

University of California. 1991. Integrated pest management for apples & pears. University of California. Oakland, pp. 214

Urbano, P. 1992. Tratado de fitotecnia general. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, pp. 895

Vickers, R.A.; Thwaite, W.G.; Williams, D.G. i Nicholas, A.H. 1998. Control of codling moth in small plots by mating disruption: alone and with limited insecticide. *Entomologia Experimentalis Et Applicata*, 86(3): 229-239.

Vilajeliu, M.; Bosch, D.; Lloret, P.; Sarasua, M.J.; Costa-Comelles, J. i Avilla, J. 1994. Control biológico de *Panonychus ulmi* (Koch) mediante ácaros fitoseidos en plantaciones de control integrado de manzano en Cataluña. *Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas*, 20: 173-185.

Vogt, H. i Weigel, A. 1999. Is it possible to enhance the biological control of aphids in an apple orchard with flowering strips? *Bulletin OILB/SROP*, 22(7): 39-46.

Warlop, F. i Libourel, G. 2002. Regulation de la charge du pommier en agriculture biologique: quelques éclaircissements. *Le Fruit Belge*, 496: 51-54.

Weibel, F. 2002. Organic fruit production in Europe. *The Compact Fruit Tree*, 35(3): 77-82.

Weibel, F. i Häseli, A. 2003. Organic Apple Production - with Emphasis on European Experiences. A: Apples. Botany, Production and Uses. Eds. D.C. Ferree i I.J. Warrington. CAB International. Wallingford, pp. 551-583

Weibel, F.P.; Tamm, L.; Wyss, E.; Daniel, C. i Haseli, A. 2007. Organic fruit production in Europe: Successes in production and marketing in the last decade, perspectives and challenges for the future development. *Acta Horticulturae*, 737: 163-172.

Willer, H. i Yussefi, M. 2007. The World Of Organic Agriculture. Statistics and Emergins Trends 2007. IFOAM & FiBL. Rolandsecker, pp. 251

Wyss, E. i Daniel, C. 2004. Effects of autumn kaolin and pyrethrin treatments on the spring population of *Dysaphis plantaginea* in apple orchards. *Journal of Applied Entomology*, 128(2): 147-149.

Xu, X.; Robinson, J. i Berrie, A. 2006. Testing alternative chemicals against apple scab and powdery mildew. Bulletin OILB/SROP, 29: 271-283.

Xu, X.M.; Butt, D.J. i VanSanten, G. 1995. A dynamic model simulating infection of apple leaves by *Venturia inaequalis*. Plant Pathology, 44(5): 865-876.

Yu, H.H.; Liu, X.G.; Dong, X.L.; Li, C.P.; Xing, R.G.; Liu, S. i Li, P.C. 2005. Insecticidal activity of proteinous venom from tentacle of jellyfish *Rhopilema esculentum* Kishinouye. Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, 15(22): 4949-4952.

2. OBJECTIUS GENERALS

Objectius generals

La majoria dels treballs realitzats en producció ecològica que estudien el comportament agronòmic de varietats resistents, les interaccions entre infraestructures ecològiques i el cultiu, el control de plagues i malalties i l'aclarida s'han dut a terme fora de l'àrea mediterrània. L'objectiu general d'aquesta tesi és incrementar el coneixement en aquests aspectes per tal d'augmentar la rendibilitat de les plantacions de pomeres presents al sud d'Europa.

Els objectius específics que es plantegen en aquesta tesi són:

1. Avaluar les característiques agronòmiques i el grau d'acceptació per part dels consumidors d'un grup de varietats resistents a motejat.
2. Avaluar la influència de diferents cobertes vegetals en una plantació de pomeres en cultiu ecològic sobre el creixement i la producció dels arbres, la incidència de plagues i la presència d'enemics naturals.
3. Conèixer la dinàmica poblacional del pugó gris de la pomera durant la tardor i posar a punt estratègies de control de tardor per aquesta plaga.
4. Avaluar l'eficàcia d'un grup de productes aplicats a floració per a la regulació de la càrrega en pomera.

3. Capítol I: Avaluació agronòmica i sensorial de varietats de poma (*Malus domestica* Borkhausen) resistents a motejat (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Wint. (forma anamorfa *Spilocaea pomi* Fries))

Índex

1. INTRODUCCIÓ	41
2. OBJECTIUS	48
3. MATERIALS I MÈTODES	48
3.1. MATERIAL VEGETAL	48
3.2. FLORACIÓ, PRODUCCIÓ I QUALITAT	52
3.3. SUSCEPTIBILITAT A MOTEJAT I CENDROSA	52
3.4. SUSCEPTIBILITAT A PUGÓ GRIS.....	55
3.5. AVALUACIÓ ORGANOLÈPTICA	55
3.6. DISSENY EXPERIMENTAL I ANÀLISI ESTADÍSTICA	56
4. RESULTATS	57
4.1. FLORACIÓ, PRODUCCIÓ I QUALITAT	57
4.1.1. <i>Les Borges Blanques</i>	57
4.1.2. <i>Mollerussa</i>	59
4.2. SUSCEPTIBILITAT A MOTEJAT I CENDROSA	63
4.3. SUSCEPTIBILITAT A PUGÓ GRIS.....	63
4.4. AVALUACIÓ ORGANOLÈPTICA	67
5. DISCUSSIÓ	71
6. CONCLUSIONS	74
7. BIBLIOGRAFIA	75

1. Introducció

El control de plagues i malalties és clau per a l'obtenció de collites de qualitat sigui quin sigui el sistema de producció. En agricultura ecològica, el fructicultor ha d'assumir un grau de risc més elevat que en agricultura convencional o integrada ja que les eines que disposa no acostumen a ser tant eficaces com les convencionals. En aquest context, els mètodes passius de control, com ara l'ús de varietats resistents, són una eina a tenir en compte en el maneig de plagues i malalties (Weibel i Häseli, 2003).

Són diversos els programes de millora que han inclòs com a objectiu l'obtenció de varietats resistents a malalties i en menor grau, a plagues (Iglesias *et al.*, 2006). El motejat, malaltia clau de les pomeres (*Malus domestica* Borkhausen) causada pel fong *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Wint. (forma anamorfa *Spilocaea pomi* Fries), ha estat l'objectiu de molts d'aquests programes de millora amb l'obtenció de més de 200 varietats resistents a motejat (Sansavini *et al.*, 2004). Alguns d'aquests programes també han treballat en la introducció de resistència contra altres malalties i plagues de la pomera com la cendrosa, causada pel fong *Podosphaera leucotricha* (Ellis & Everhart) Salmon (forma anamorfa *Oidium farinosum* Cooke), i el pugó gris de la pomera (*Dysaphis plantaginea* Passerini (Hemiptera: Aphidae)) (Fischer, 2000; Habekuss *et al.*, 2000; Dapena i Blázquez, 2004; Caffier i Parisi, 2007).

El motejat

El motejat és una de les principals malalties de les pomeres i està present en la majoria dels països on es cultiven pomes (MacHardy, 1996). El fong que causa aquesta malaltia és un ascomicet de l'ordre Pleosporal i de la família Venturiaceae. Passa l'hivern en les seves dues formes, tot i que la més abundant és la telomorfa (MacHardy, 1996). Durant l'hivern, *V. inaequalis* es troba a les restes de fulles infectades presents al terra de la plantació. En aquestes fulles forma periteques que a finals d'hivern, quan les condicions ambientals són favorables, maduren i expulsen les ascòspores. Aquestes arriben a les gemmes i/o a les fulles transportades pel vent. *V. inaequalis* també pot hivernar en la seva forma anamorfa a les rames de l'arbre produint conidis (Holb *et al.*, 2004). L'inòcul primari, doncs, està constituït tant per ascòspores com per conidis, tot i que predominen les espores sexuals. A partir de les primeres lesions

provocades per l'inòcul primari, es desenvolupen conidis (inòcul secundari) que donaran lloc a noves infeccions a fulles i fruits (MacHardy, 1996).

El número d'ascòspores inicials presents en una plantació depèn, principalment, de la severitat de la infecció en l'any anterior i de la quantitat de restes de fulles infectades que no s'hagin degradat durant l'hivern. La maduració dels ascòs té lloc des de prop de la brotació fins al quallat dels fruits, però la seva alliberació només es produeix si les pseudoteques s'humecten. La germinació d'ascòs i conidis i la penetració del tub germinal a la cutícula està en funció de l'aigua lliure present a la superfície de la fulla i/o del fruit, mentre que el desenvolupament del fong depèn de la temperatura. El creixement de les hifes entre la cutícula i la paret cel·lular de l'epidermis dóna lloc a l'estroma i finalment al conidiòfors i conidis que trenquen la cutícula. En aquest moment, les lesions produïdes per *V. inaequalis* són visibles a nivell macroscòpic (MacHardy, 1996).

El motejat afecta fulles i fruits tot i que també pot infectar flors i gemmes en brotació. En les fulles, els signes poden aparèixer en ambdues cares en forma de taques marrons i d'aspecte vellutat. A mesura que es produeixen noves infeccions, les taques s'ajunten i poden provocar l'abscisió de les fulles. En casos d'infeccions severes, la defoliació de l'arbre provocarà una reducció del retorn floral. En els fruits, els signes són similars als de les fulles però els símptomes són diferents, ja que no provoquen caiguda sinó deformació, amb la conseqüent depreciació comercial de la collita (Grove *et al.*, 2003).

V. inaequalis afecta exclusivament a espècies del gènere *Malus*. Totes les varietats de pomera són susceptibles a motejat però no totes les poblacions de *V. inaequalis* afecten totes les varietats (MacHardy, 1996). Les races virulents de *V. inaequalis* fins ara identificades (Taula 1) representen una petita part de les moltes races existents i la seva identificació ha estat motivada perquè han causat lesions en espècies de *Malus* i en varietats de pomera considerades resistents a motejat (MacHardy, 1996).

Taula 1.- Relació de les races virulents conegudes de *V. inaequalis* (Parisi *et al.*, 1993; Janick *et al.*, 1996; Janick, 2006).

Raça	Origen	Material susceptible
1	Totes les zones de cultiu de pomera	La majoria de les varietats cultivades
2	Dakota del Sud, EEUU	<i>Malus baccatta</i> , 'Dolgo', 'Alexis', 'Bittercrab', segregacions de R12740-7A, 'Geneva'
3	Nova Escòcia, Canadà	'Geneva'
4	Indiana, EEUU	Segregacions de R12740-7A
5	Norwich, Anglaterra	<i>Malus micromalus</i> , <i>Malus atrosanguinea</i> 804
6	Ahrensburg, Alemanya	'Prima' (varietats V _i) excepte 'Evereste', <i>M. x</i> 'Perpetu' i <i>Malus floribunda</i> 821
7	Anglaterra	<i>Malus floribunda</i> 821

El control del motejat, tant en agricultura ecològica com en integrada o convencional, es pot enfocar des de 3 punts de vista no necessàriament excloents sinó complementaris en molts casos: aplicació de productes fitosanitaris, realització de pràctiques culturals i ús de varietats resistents.

Els productes fitosanitaris autoritzats per al control de plagues i malalties en agricultura ecològica estan regulats per la normativa europea (CEE, 2007). Les matèries actives autoritzades per al control del motejat són sals de coure, polisulfur de calci i sofre. Per als productes cúprics existeix una limitació en la quantitat anual de coure i a més a més quan s'apliquen després de la floració causen *russetting* als fruits disminuint la seva qualitat comercial (Privé *et al.*, 2007). El polisulfur de calci és un producte antigament utilitzat per al control del motejat (MacHardy, 1996) però a l'igual que els productes cúprics també redueix la qualitat de la collita (Holb *et al.*, 2003; Xu *et al.*, 2006). El sofre, en canvi, no és tant agressiu per als fruits però és menys efectiu en el control del motejat (MacHardy, 1996; Holb *et al.*, 2003).

Actualment s'estan provant additius alimentaris i productes d'origen vegetal per al control del motejat amb eficàcia diversa (Ilhan *et al.*, 2006; Xu *et al.*, 2006; Heijne *et al.*, 2007; Jamar i Lateur, 2007; Jamar *et al.*, 2007). El bicarbonat potàssic i els extractes de iuca (*Yucca* sp.) aplicats durant la primavera han reduït la incidència de motejat en fulles i fruits però cal millorar alguns aspectes relacionats amb la seva formulació i/o

moment d'aplicació (Ilhan *et al.*, 2006; Heijne *et al.*, 2007; Jamar i Lateur, 2007; Jamar *et al.*, 2007).

L'optimització del número de tractaments fitosanitaris per al control del motejat es duu a terme mitjançant models de predicció de risc d'infecció basats en les corbes de Mills i posteriors modificacions (MacHardy i Gadoury, 1989; Stensvand *et al.*, 1997). Les corbes de Mills tenen en compte la temperatura i el número d'hores d'humectació de les fulles per predir riscos d'infecció lleus, mitjans i grans. Actualment, s'utilitzen programes informàtics que a més a més d'incloure les variables de les corbes de Mills i posteriors modificacions també tenen en compte l'alliberament d'ascòspores i conidis, la susceptibilitat varietal i l'edat del fruit, entre altres (Xu *et al.*, 1995; Berrie i Xu, 2003; Giraud i Trapman, 2006).

Les pràctiques culturals dirigides a la reducció de l'inòcul inicial milloren el control del motejat però no substitueixen els tractaments de primavera (MacHardy, 1996). Aquestes pràctiques inclouen la trituració, l'enterrat, la cremada i la retirada de les fulles (MacHardy, 1996; Desilets *et al.*, 1997; Sutton *et al.*, 2000; Vincent *et al.*, 2004; Holb, 2006), l'increment de l'activitat dels cucs de terra (*Lumbricus* sp.) per a l'eliminació de les fulles (MacHardy, 1996; Holb *et al.*, 2006), els tractaments foliaris de tardor amb fongs antagonistes (Carisse *et al.*, 2000; Vincent *et al.*, 2004) o amb calç dolomítica (Spotts *et al.*, 1997) i l'esporga (Holb, 2005).

Per últim, l'ús de varietats resistents és l'estratègia de control de motejat més eficaç però solament aplicable en el moment del disseny de la plantació. Els programes de millora vegetal per a l'obtenció de varietats resistents a motejat van començar als anys 40 (s. XX) quan es va descobrir que el clon 821 de *Malus floribunda* Siebold ex Van Houtte era resistent a motejat (Janick, 2006). Aquest clon és portador del gen *Vf* el qual dóna resistència contra les races 1, 2, 3 i 4. Fins ara s'han identificat 6 gens relacionats amb la resistència a motejat provinents de diferents espècies del gènere *Malus* (Taula 2).

Taula 2.- Gens de resistència a motejat i material d'origen (Janick *et al.*, 1996; Bénaouf i Parisi, 2000; Hemmat *et al.*, 2002).

Gen	Origen
Vf	<i>Malus floribunda</i>
Vm	<i>Malus micromalus</i>
Vr	<i>Malus pumila</i> R12740-7A
Vbj	<i>Malus baccata jackii</i>
Vb	Hansen's baccata #2
Va	'Antonovka' PI 172623
Vg	'Golden Delicious'
Vx	<i>Malus pumila</i> R12740-7A

La cendrosa

Una altra de les principals malalties que afecta les pomeres és la cendrosa. El fong que causa aquesta malaltia, *P. leucotricha*, està present en totes les zones on es cultiven pomeres, però les infeccions més severes tenen lloc en regions d'hiverns suaus i en els vivers (Jones i Aldwinckle, 2002). *P. leucotricha* és un fong ascomicet de l'ordre Erysiphals i de la família Erysiphaceae. En tant que patògen obligat, passa l'hivern en forma de miceli a les gemmes vegetatives i florals (Glawe, 2008). Temperatures per sota -12°C i per sota -24°C maten el miceli de les gemmes i de les gemmes infectades respectivament, reduint l'inòcul inicial (Jones i Aldwinckle, 2002). Durant la brotació el fong reprèn la seva activitat causant infeccions primàries a flors i fulles. Els conidis que es desenvolupen en els primers òrgans infectats són els responsables de les infeccions secundàries les quals tenen lloc, majoritàriament, en brots joves (Grove *et al.*, 2003) ja que la susceptibilitat de les fulles a la cendrosa disminueix amb l'edat de la fulla (Butt i Jeger, 1986; Jeger *et al.*, 1986). La temperatura és el factor climàtic més important que determina el desenvolupament de la malaltia (Xu i Butt, 1998). La germinació dels conidis té lloc entre els 10 i 25°C, essent l'òptim entre els 20 i 22°C (Jones i Aldwinckle, 2002). La humitat relativa ha de ser superior al 70% però les fulles no han d'estar humectades ja que l'aigua lliure redueix la germinació dels conidis (Jones i Aldwinckle, 2002; Grove *et al.*, 2003).

La forma telomorfa del fong apareix entre finals d'estiu i principis de tardor i té poca importància en l'epidemiologia de la malaltia (Jones i Aldwinckle, 2002; Grove *et al.*, 2003).

La cendrosa pot infectar gemmes vegetatives, gemmes florals, flors, fulles, brots i fruits tot i que les fulles joves són els òrgans més sensibles a la malaltia (Grove *et al.*, 2003). Els signes de la malaltia consisteixen en una pols grisa ubicada a la superfície dels òrgans infectats i els símptomes de la malaltia varien en funció de l'òrgan afectat. Les fulles infectades per *P. leucotricha* es deformen, es tornen trencadisses i si la severitat de la infecció és gran, cauen provocant la defoliació prematura de l'arbre (Jones i Aldwinckle, 2002; Horst, 2008). En els brots provoca atròfia i escurça la distància internodal (Jones i Aldwinckle, 2002). Les infeccions en les flors són poc freqüents però provoquen danys importants ja que o bé eviten el quallat dels fruits o bé els deformen (Grove *et al.*, 2003).

El control de la cendrosa es pot realitzar mitjançant pràctiques culturals, aplicació de fungicides i ús de varietats resistents. Les pràctiques culturals consisteixen en la retirada dels òrgans afectats amb l'objectiu de reduir inòcul (Jones i Aldwinckle, 2002), i en totes les intervencions que afavoreixin la circulació de l'aire i la insolació (Grove *et al.*, 2003). Els fungicides permesos en agricultura ecològica per al control de la cendrosa són el polisulfur de calci i el sofre. Aquests productes són capaços de controlar la cendrosa a nivells similars que fungicides de síntesi química utilitzats en agricultura convencional o integrada (Xu *et al.*, 2006).

L'optimització del nombre de tractaments fungicides per al control de la cendrosa pot realitzar-se mitjançant l'ús de models de predicció. Xu (1999) va desenvolupar un model matemàtic (PodemTM) que simula l'aparició i severitat d'infeccions secundàries. Els principals paràmetres que té en compte aquest model són la temperatura, la humitat relativa, la durada de la pluja, la superfície foliar susceptible de ser infectada i la superfície foliar infectada.

Una altra de les eines que pot utilitzar-se per al control de la cendrosa són les varietats resistents les quals s'han obtingut mitjançant creuaments amb espècies del gènere *Malus* (Knight i Alston, 1968; Caffier i Parisi, 2007), amb varietats de pomera (Fischer, 2000; Bus *et al.*, 2006) i clons de pomera (Stankiewicz-Kosyl *et al.*, 2005). Cal tenir en compte que l'ús de varietats resistents no sempre evita l'aparició de la malaltia especialment quan la resistència ve donada per un sol gen (Caffier i Laurens, 2005).

El pugó gris de la pomera

El pugó gris és una de les principals plagues que afecta les pomeres (Blommers *et al.*, 2004; Miñarro i Dapena, 2005). El control d'aquesta plaga és clau ja que les picades de l'insecte sobre fulles i fruits provoquen deformacions en aquests òrgans, aturen el creixement dels brots i redueixen la collita (Baker i Turner, 1916; Lathrop, 1928; Bonnemaïson, 1959; Lind *et al.*, 2003). Les estratègies habituals de control del pugó gris en agricultura ecològica es basen en aplicacions d'extractes de neem (*Azadirachta indica* A. Juss) a prefloració contra els estadis nimfals de les fundadores (Schulz *et al.*, 2000; Miñarro i Dapena, 2004), però el temps que es disposa per realitzar aquests tractaments és curt i en cas de no poder intervenir en el moment adequat no es podrà controlar la plaga (vegeu el capítol III per a més detalls de la biologia i control del pugó gris).

El pugó gris de la pomera també es pot controlar mitjançant l'ús de varietats resistents o tolerants tot i que el nombre de varietats citades a la bibliografia és reduït: 'Querina[®] (Florina)' (Rat-Morris, 1993; Miñarro i Dapena, 2008), 'Initial^{COV}' (Laurens *et al.*, 2000), 'Harmonie[®] (Delorina)' (Weibel *et al.*, 2003; Fitzgerald *et al.*, 2008), 'Goldrush' (Weibel *et al.*, 2003; Miñarro i Dapena, 2008), 'Saturn^{COV}' (Weibel *et al.*, 2003), 'Bell Golden[®]' (Andreev i Kutinkova, 2004), 'Liberty' (Arnaoudov i Kutinkova, 2006; Miñarro i Dapena, 2008), 'Golden Orange^{COV}' (Angeli i Simoni, 2006) i 'Galarina^{COV}' (Miñarro i Dapena, 2008), entre altres. Totes aquestes varietats excepte 'Bell Golden[®]' són resistents a motejat i portadores del gen *Vf*.

Els mecanismes de resistència al pugó gris es basen en antixenosi, antibiosi i tolerància (Rat-Morris, 1993; Angeli i Simoni, 2006; Miñarro i Dapena, 2008). L'antixenosi va ser constatada per Angeli i Simoni (2006) a l'observar que els pugons presents en les varietats 'Querina[®] (Florina)' i 'Golden Orange^{COV}' es trobaven majoritàriament a les tiges en lloc del revers de les fulles com succeeix en les varietats susceptibles. Aquestes dues varietats també provoquen efectes d'antibiosi a l'incrementar la mortalitat i reduir la fecunditat de les femelles (Rat-Morris, 1993; Angeli i Simoni, 2006). La resistència per tolerància ha estat descrita per Rat-Morris (1993), Angeli i Simoni (2006) i Miñarro i Dapena (2008).

L'ús de varietats resistents a plagues i malalties redueix els costos de producció deguts al control fitosanitari i disminueix l'impacte ambiental ocasionat per l'aplicació de fungicides i insecticides. La presència d'aquestes varietats, però, és encara molt baixa probablement perquè són poc conegudes, tenen un aspecte diferent a les convencionals i no es coneix el grau d'acceptació d'aquestes varietats per part del consumidor.

2. Objectius

Actualment, en el mercat hi ha disponibles més de 200 varietats de pomera resistents a motejat (Sansavini *et al.*, 2004) provinents de programes de millora de nord Amèrica (PRI), nord d'Europa (INRA, HRI d'East Malling) i Nova Zelanda (HortResearch), regions amb un clima més fresc i humit que el mediterrani. Aquestes diferències poden afectar el desenvolupament de plagues i malalties així com l'expressió de les característiques agronòmiques de la varietat. Donada la manca d'informació en aquests aspectes i en el grau d'acceptació per part del consumidor, els objectius d'aquest treball van ser:

1. Avaluar agronòmicament un grup de varietats resistents a motejat.
2. Avaluar el grau de susceptibilitat a cendrosa i a pugó gris d'un grup de varietats resistents a motejat.
3. Avaluar el grau d'acceptació per part dels consumidors d'un grup de varietats resistents a motejat.

3. Materials i Mètodes

3.1. Material vegetal

Aquest assaig es va dur a terme a les finques experimentals de l'IRTA de les Borges Blanques (Les Garrigues, Lleida, coordenades UTM X: 320794, Y: 4597395) i Mollerussa (El Pla d'Urgell, Lleida, coordenades UTM X: 322707, Y: 4609720). A la finca de les Borges Blanques es van plantar al 2004, 5 varietats resistents a motejat ('Ariane^{COV}', 'Dalinbel^{COV}', 'Dalinred^{COV}', 'Juliet[®]' i 'Topaz^{COV}') i una varietat susceptible a motejat com a testimoni ('Golden Smoothee[®]') sobre portaempelt M9 o similar i amb un marc de plantació de 4 m x 1,4 m (Taula 3), (vegeu descripció de la finca al capítol II). Es van plantar 6 arbres de cada varietat i es van distribuir en blocs a l'atzar amb 3

repeticions i 2 arbres per repetició. El control de plagues i malalties va seguir les directius europees de producció agrària ecològica (CEE, 1991). No es va realitzar cap tractament per al control del motejat. Al 2004 i 2006 va ser necessari realitzar un tractament per al control de cendrosa. En tots els anys es van realitzar tractaments per al pugó gris per tal d'evitar la colonització de tots els brots de l'arbre (Taula 4). Els arbres es van regar mitjançant reg localitzat per goteig. Al mes de maig es va realitzar una aclarida manual dels fruits per tal que aquests poguessin assolir un calibre comercial.

Taula 3.- Any de plantació i gens de resistència a motejat de les varietats assajades presents a la finca de les Borges Blanques i Mollerussa.

Varietat	Les Borges Blanques	Mollerussa	Gens de resistència a motejat
Ariane ^{COV}	2004	2004	Vf i Vg (Sansavini <i>et al.</i> , 2003)
Condessa	-	2002	sense referència
Dalinbel ^{COV}	2004	2000	sense referència
Dalinred ^{COV}	2004	2000	Vf (Hucbourg <i>et al.</i> , 2002)
Goldrush	-	2002	Vf (Crosby <i>et al.</i> , 1994)
Juliet [®]	2004	2004	Vf (Korban <i>et al.</i> , 2003)
Modi [®]	-	2002	Vf (Costamagna, 2007)
Topaz ^{COV}	2004	2004	Vf (Bassi <i>et al.</i> , 2001)
Corail ^{®1}	-	1997	-
Pilot ¹	-	1997	-
Early Red One ^{®2}	-	2001	-
Golden Smoothee ^{®2}	2004	-	-

¹ Varietat descrita com a poc susceptible a motejat. ² Varietat susceptible a motejat i utilitzada com a testimoni.

Les varietats de la finca de Mollerussa formen part d'una col·lecció varietal de pomeres i van ser plantades en diferents anys (Taula 3), sobre portaempelt M9 o similar i amb un marc de plantació de 4 m x 1,5 m. El sòl de la finca té una textura argilosa, el pH és lleugerament alcalí, té un contingut de matèria orgànica oxidable baix i no té limitacions en quan salinitat (Taula 5).

Els arbres es van plantar en grups de 6 de manera que cada 6 arbres té lloc el canvi de varietat. El control fitosanitari de la finca va seguir un programa de producció integrada amb el mínim nombre de tractaments fúngics per tal de poder avaluar la seva susceptibilitat a motejat i cendrosa (Taula 6). Els arbres es van regar per reg localitzat

per goteig. Al mes de maig es va realitzar una aclarida manual dels fruits per tal que aquests poguessin assolir un calibre comercial.

Taula 4.- Tractaments fitosanitaris per al control de cendrosa i pugó gris realitzats el 2004, 2005, 2006 i 2007 a la finca de les Borges Blanques.

Data	Matèria activa	Riquesa (mL m.a. \cdot L ⁻¹ p.c. o g m.a. \cdot L ⁻¹ p.c.)	Concentració producte comercial (mL p.c. \cdot L ⁻¹ o g p.c. \cdot L ⁻¹)
2004			
6-abril	Piretrines	40	1
24-abril	Sabó potàssic	500	7,5
19-maig	Sabó potàssic	500	10
20-maig	Piretrines	40	2
21-maig	Sofre	980	1,6
24-maig	Sabó potàssic	500	10
26-maig	Azadiractina	32	1,5
4-juny	Piretrines	40	1
9-juny	Sabó potàssic	500	10
9-juny	Piretrines	40	2
2005			
24-febrer	Oli d'estiu	830	25
14-març	Oli d'estiu	830	25
23-març	Azadiractina	30	1,5
	Azadiractina	1,5	2
15-abril	Piretrines	40	1
	Sabó potàssic	500	2,5
	Azadiractina	1,5	2
29-abril	Piretrines	40	1
	Sabó potàssic	500	2,5
10-abril	Sabó potàssic	500	2,5
	Piretrines	40	2
2006			
14-febrer	Oli d'estiu	830	25
14-març	Oli d'estiu	830	25
28-març	Azadiractina	1	2
19-abril	Sofre	98	4
2007			
6-març	Oli d'estiu	830	20
29-març	Oli d'estiu	830	20
	Azadiractina	1	2,5
12-abril	Oli d'estiu	830	20
	Azadiractina	1	2,5
2-maig	Sofre	80	5
15-maig	Sofre	80	5
6-juny	Sofre	80	5

m.a.: matèria activa. p.c.: producte comercial.

Taula 5.- Característiques químiques del sòl de la finca de Mollerussa.

Determinació	Resultat
pH aigua (1:2,5)	8,1
Conductivitat elèctrica	0,19 dS·m ⁻¹
Matèria orgànica oxidable	2,8%
Fósfor Assimilable(Olsen)	55·ppm
Potassi (Extracte Acetat Amònic)	617 ppm
Calçari actiu	5,3%

Taula 6.- Tractaments fitosanitaris realitzats per al control de motejat i cendrosa el 2004, 2005 i 2006 a la finca de Mollerussa.

Data	Matèria activa	Riquesa (mL m.a.·L ⁻¹ p.c. o g m.a.·L ⁻¹ p.c.)	Concentració producte comercial (mL p.c.·L ⁻¹ o g p.c.·L ⁻¹)
2004			
31-març	Bitertanol	250	1,5
	Tiram	800	2,5
21-maig	Ciproconazol	100	0,2
26-maig	Fenarimol	120	0,5
2-juny	Bitertanol	250	1,5
15-juny	Trifloxistrobin	500	0,2
	Tiram	800	2,5
8-juliol	Carbendazima	500	1
	Tiram	800	2,5
2005			
23-març	Tebuconazol	250	0,5
18-abril	Miclobutanil	240	0,25
	Tiram	800	2,5
4-maig	Ciproconazol	100	0,15
12-maig	Tiram	800	2,5
	Kresoxim metil	500	0,2
19-maig	Bitertanol	250	1,5
	Tiram	800	2,5
1-juny	Tridimenol	50	1,25
2-agost	Tebuconazol	250	0,5
2006			
22-març	Tiram	500	2,5
25-abril	Tebuconazol	250	0,5
	Tiram	500	2,5
3-maig	Miclobutanil	240	0,3

m.a.: matèria activa. p.c.: producte comercial.

3.2. Floració, producció i qualitat

La caracterització de la floració, producció i qualitat es va dur a terme al 2004, 2005 i 2006.

Per tal de determinar la data de plena floració es va realitzar un seguiment de la fenologia utilitzant l'escala BBCH (Meier *et al.*, 1994), estimant visualment el percentatge de corimbos en cada estadi fenològic.

Pel que fa a les variables de producció i qualitat, en el moment de la collita es va anotar el número de fruits i la producció de cada arbre. La distribució de calibres es va obtenir mitjançant una classificadora comercial (30/98, Sammo). Es va agafar una mostra de 10 fruits per arbre per a la determinació de la fermesa, el contingut de sòlids solubles, l'acidesa i l'índex de midó. La fermesa es va mesurar mitjançant un penetròmetre electrònic (Penefel, Ctifl-Copa), expressant els resultats en quilograms. El contingut de sòlids solubles es va mesurar en el suc de la mostra conjunta de 10 fruits amb un refractòmetre digital (PR-100, Atago) expressant els resultats en °Brix. L'acidesa es va mesurar a partir de la mostra conjunta del suc de 10 fruits mitjançant una valoració àcid-base de 10 mL de suc amb NaOH 0,1N. L'índex de midó es va avaluar mitjançant una escala EUROFRU (1 - 10).

3.3. Susceptibilitat a motejat i cendrosa

El períodes amb risc de motejat per al 2004, 2005 i 2006 es van obtenir directament de l'estació automàtica de Castellidans pertanyent a la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya.

Les avaluacions de motejat i cendrosa es van realitzar el 17 d'agost de 2004, el 13 de setembre de 2005 i el 18 de maig de 2006. Es van mostrejar totes les varietats plantades a la finca de les Borges Blanques (Taula 3) i les varietats presents a finca de Mollerussa ('Ariane^{COV}', 'Condessa', 'Corail[®]', 'Dalinbel^{COV}', 'Dalinred^{COV}', 'Goldrush', 'Juliet[®]', 'Modi[®]', 'Pilot', 'Topaz^{COV}', 'Early Red One[®]').

La presència de motejat es va avaluar en una mostra de fulles i fruits escollits a l'atzar. En les pomeres plantades abans de 2004 es va agafar una mostra de 100 fulles per

arbre (50 per cara) i 20 fruits per arbre (10 per cara); mentre que en els arbres plantats a 2004 la mostra va ser de 50 fulles per arbre (25 per cara) i es van mostrejar tots els fruits, excepte a 2004 que no hi va haver collita. Es va anotar la presència/absència de mota a les fulles i fruits i es va avaluar visualment el percentatge de superfície afectada per aquesta malaltia mitjançant una escala categòrica de 9 punts (Figura 1).

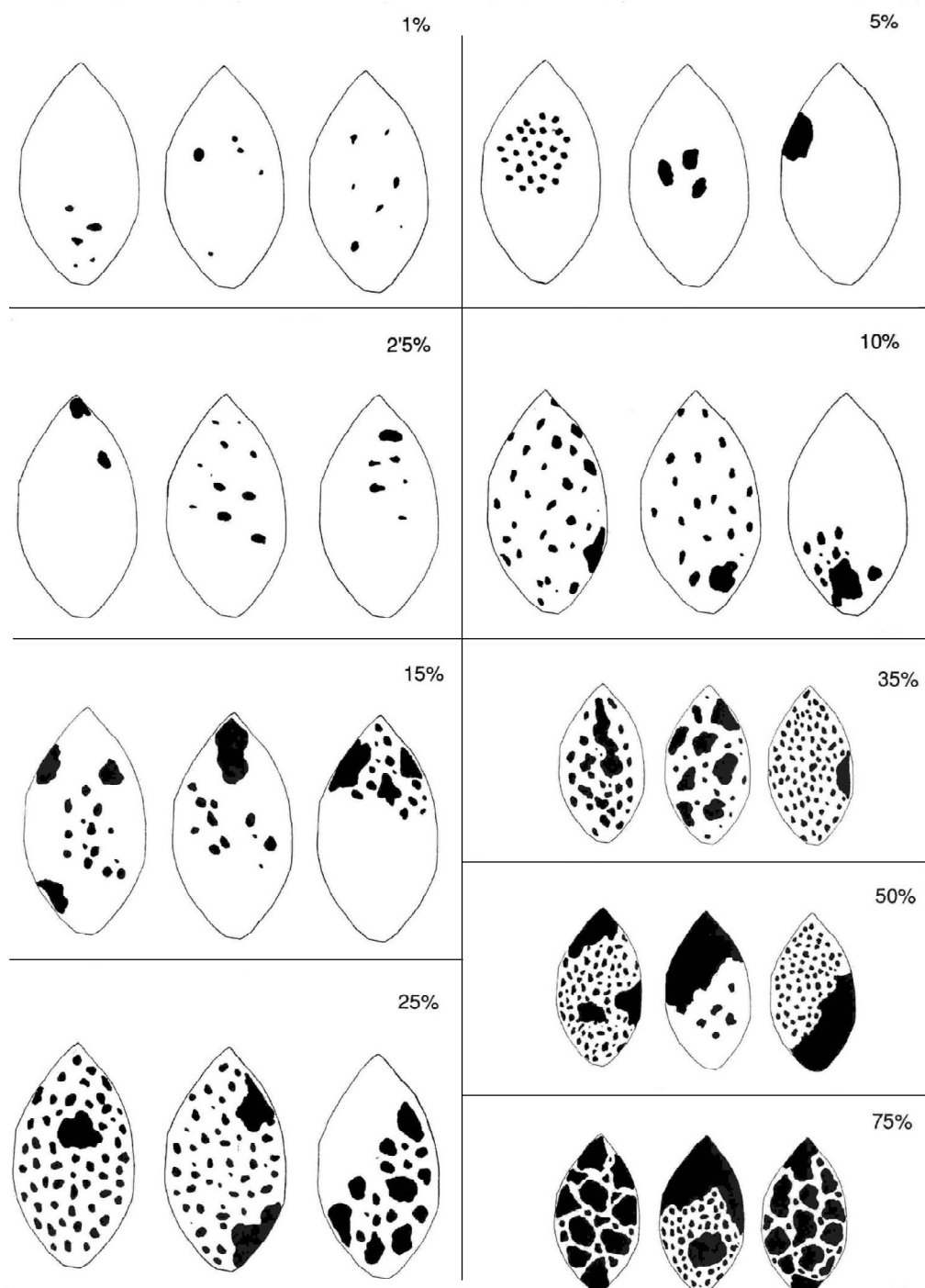


Figura 1.- Escala categòrica utilitzada per a l'avaluació visual de la superfície de fulla afectada per motejat (Marín *et al.*, 1990).

Per a l'avaluació de cendrosa es van mostrejar 20 brots per arbre (10 per cara) en les pomeres plantades abans de 2004 i 10 brots per arbre (5 per cara) en les plantades després de 2004. Al mateix temps va realitzar una avaluació visual del percentatge de superfície foliar amb símptomes d'aquesta malaltia mitjançant una escala categòrica de 9 punts (Figura 2).

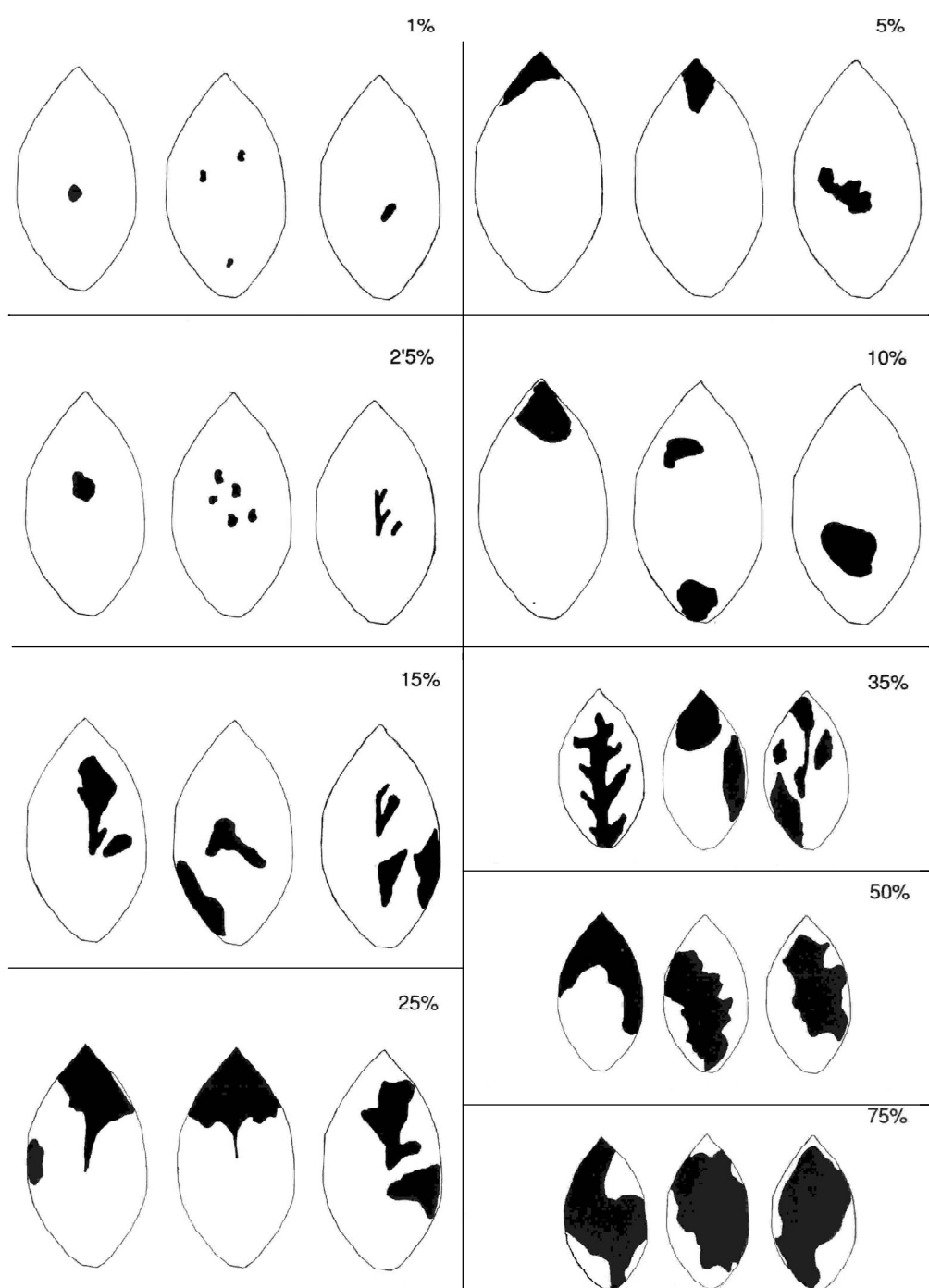


Figura 2.- Escala categòrica utilitzada per a l'avaluació visual de la superfície de fulla afectada per cendrosa (Marín *et al.*, 1990).

3.4. Susceptibilitat a pugó gris

L'avaluació de la susceptibilitat a pugó gris es va realitzar a les varietats de la finca de les Borges Blanques al 10 de juny de 2005, al 20 de juny de 2006 i a l'11 de juny de 2007. Es va anotar el nombre de brots afectats per aquesta plaga així com el grau d'afecció mitjançant una escala categòrica (Taula 7), sobre una mostra de 10 brots per arbre al 2005 i 2006, i en 20 brots per arbre al 2007 escollits a l'atzar. Segons Miñarro i Dapena (2008), les varietats que presenten un grau d'afecció entre 0 i 2 es consideren tolerants, mentre que les varietats amb fulles típicament enrotllades es consideren poc o molt susceptibles a pugó gris en funció del número de fulles afectades.

Taula 7.- Escala categòrica per a la determinació del grau d'afecció dels brots de pomera causat per l'atac del pugó gris de la pomera (Miñarro i Dapena, 2008).

Valor	Descripció
0	sense dany
1	fulla lleugerament enrotllada o doblegada al marge
2	fulla enrotllada longitudinalment
3	fulla típicament enrotllada
4	2-5 fulles típicament enrotllades
5	>5 fulles típicament enrotllades

3.5. Avaluació organolèptica

Per avaluar el grau d'acceptació d'aquestes varietats es va realitzar un test hedònic de satisfacció de consumidors de nou punts (1-3: no satisfet, 4-6: satisfet, 7-9: molt satisfet, (Lespinasse *et al.*, 2002)) a 100 persones. Cada individu va avaluar el gust i la textura de 5 varietats mitjançant el tast d'una vuitena part d'una poma pelada. A continuació, va avaluar l'aspecte extern de la poma en una mostra de 5 fruits intactes de cada varietat.

En el tast realitzat el 19 de desembre de 2005 es van oferir les varietats 'Dalinbel^{COV}', 'Dalinred^{COV}', 'Modi[®]', 'Goldrush' i 'Corail[®]', i en el dut a terme el 14 de desembre de 2006 es van donar a tastar 'Dalinbel^{COV}', 'Dalinred^{COV}', 'Modi[®]', 'Condessa' i 'Ariane^{COV}'. Les varietats van provenir de la finca de Mollerussa i des de la recol·lecció fins el dia anterior al tast es van conservar en una càmera a 0,5°C. El dia abans del tast, les mostres es van traslladar a una sala on la temperatura ambient era de 20°C.

A cada individu se li va demanar que indiqués el sexe i l'edat. A partir d'aquesta informació es van establir 3 grups d'edats: 18-30 anys, 31-50 anys i més de 50 anys.

3.6. Disseny experimental i anàlisi estadística

A la finca de les Borges Blanques es va realitzar un disseny experimental en blocs complets a l'atzar amb 3 repeticions (Figura 3). Les dades es van sotmetre a l'anàlisi de la variància i les mitjanes van ser comparades mitjançant el Test de Rang Múltiple de Duncan amb un nivell de significació del 0,05.

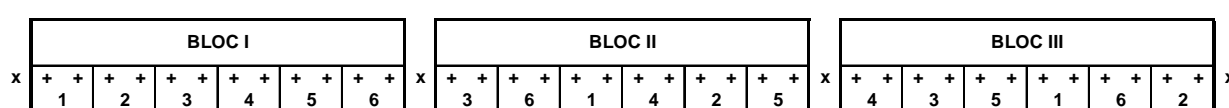


Figura 3.- Croquis de la distribució dels tractaments de l'assaig de varietats resistentes a motejat presents a la finca de les Borges Blanques. x: 'Granny Smith[®]'. +: arbre avaluat, on 1: 'Golden Smoothee[®]', 2: 'Dalinbel^{COV}', 3: 'Juliet[®]', 4: 'Topaz^{COV}', 5: 'Ariane^{COV}' i 6: 'Dalinred^{COV}'.

A la finca de Mollerussa, les varietats no estaven distribuïdes a l'atzar i per tant es va realitzar una anàlisi descriptiva de les dades.

En el tast de varietats es va realitzar un disseny completament aleatoritzat en què cada individu era una repetició. Les dades es van sotmetre a l'anàlisi de la variància i les mitjanes es van comparar mitjançant el Test de Rang Múltiple de Duncan amb un nivell de significació del 0,05. Paral·lelament, es va estudiar la correlació entre 8 variables mitjançant una anàlisi multivariant per components principals (The Unscrambler[®] 6.11). Les dades es van autoescalar abans de sotmetre-les a l'anàlisi multivariant per components principals.

Les dades corresponents als percentatges de fulles, brots i fruits afectats per motejat, cendrosa i pugó gris es van transformar mitjançant l'arrel quadrada de $x+0,5$ (essent x el valor en tant per cent). La resta de dades no es van transformar. Les anàlisis estadístiques es van realitzar amb el paquet estadístic SAS[®] (Enterprise Guide, versió 2.0.0.417) (SAS Institute, 2000).

4. Resultats

4.1. Floració, producció i qualitat

4.1.1. Les Borges Blanques

La data de plena floració (PF) de les varietats presents a la finca de les Borges Blanques al 2005 va tenir lloc a la segona setmana d'abril mentre que al 2006 va ser a la primera setmana d'abril (Taula 8). Al 2005, la data de PF de les varietats 'Dalinbel^{COV}' i 'Topaz^{COV}' es va situar al 8 d'abril i la de la resta, entre el 13 i 15 d'abril. Al 2006, la data de PF de les varietats 'Juliet[®]' i 'Topaz^{COV}' va ser anterior (31 de març) a la resta (5 d'abril).

Taula 8.- Data de plena floració, data de collita, número de fruits per arbre, producció i pes dels fruits de les varietats presents a la finca de les Borges Blanques al 2005 i 2006.

2005						
Varietat	Data plena floració	Data collita	Núm. fruits-arbre ⁻¹	Producció (kg-arbre ⁻¹)	Pes fruit (g)	
Ariane ^{COV}	13-4	27-9	2,5±1,3 a	0,5±0,3	183±16,5	
Dalinbel ^{COV}	8-4	22-8	4,8±3,2 ab	1,2±0,7	269±34,5	
Dalinred ^{COV}	15-4	27-9	2,3±1,9 b	0,7±0,5	258±23,1	
Juliet [®]	13-4	5-10	14,3±6,2 a	2,8±1,2	192±6,8	
Topaz ^{COV}	8-4	5-10	12,3±2,8 a	3,1±0,6	261±31,6	
GoldenSmoothie [®]	15-4	6-9	12,2±4,3 a	2,8±1,1	225±10,8	
P>F	-	-	*	ns	ns	

2006						
Varietat	Data plena floració	Data collita	Núm. fruits-arbre ⁻¹	Producció (kg-arbre ⁻¹)	Pes fruit (g)	
Ariane ^{COV}	5-4	1-9	31,8±18,4	4,5±2,6	138±79,5 b	
Dalinbel ^{COV}	5-4	10-8	22,8±13,2	4,4±2,5	201±116 a	
Dalinred ^{COV}	5-4	1-9	14,8±8,6	3,1±1,8	207±119 a	
Juliet [®]	31-3	6-10	18±10,4	3,4±2,0	188±109 a	
Topaz ^{COV}	31-3	27-9	19,5±11,3	4,4±2,6	224±129 a	
GoldenSmoothie [®]	5-4	8-9	27±15,6	4,7±2,7	201±116 a	
P>F	-	-	ns	ns	*	

Mitjana ± error estàndard. Valors seguits de la mateixa lletra en la mateixa columna no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). ns: no significatiu, * $P < 0,05$. n=3.

Les varietats de la finca de les Borges Blanques es van plantar al 2004 i per tant les primeres dades referents a la collita són del 2005. Les varietats van presentar diferents dates de recol·lecció que van des de mitjans d'agost fins a principis d'octubre. La data de collita de les varietats al 2005 va ser similar a la del 2006 (1 setmana màxim de diferència) excepte per a 'Ariane^{COV}' i 'Dalinred^{COV}' que al 2006 es van collir 4 setmanes abans (Taula 8).

L'entrada en producció de 'Juliet[®]', 'Topaz^{COV}' i 'Dalinbel^{COV}' va ser semblant a la varietat de referència ('Golden Smoothee[®]') i estadísticament superior a 'Ariane^{COV}' i 'Dalinred^{COV}' al tenir més fruits per arbre al 2005. En la producció per arbre no hi van haver diferències significatives. En aquest any, el pes dels fruits va ser similar en totes les varietats (Taula 8).

Al segon any de collita (2006), no hi van haver diferències significatives ni el número de fruits ni en la producció per arbre, si bé el pes dels fruits de la varietat 'Ariane^{COV}' va ser estadísticament inferior a la resta (Taula 8).

Els paràmetres qualitius de la collita del 2005 no es van poder realitzar donat el baix número de fruits per arbre. A la collita del 2006, 'Ariane^{COV}', 'Dalinbel^{COV}' i 'Juliet[®]' van tenir valors similars de fermesa (≈ 9 kg) i estadísticament superiors a 'Golden Smoothee[®]' (7,6 kg) i 'Topaz^{COV}' (6,7 kg). En el contingut de sòlids solubles es van establir dos grups: un format per 'Golden Smoothee[®]', 'Juliet[®]', 'Dalinred^{COV}' i 'Ariane^{COV}' amb valors al voltant de 16,5 °Brix i un altre constituït per 'Dalinbel^{COV}' i 'Topaz^{COV}' amb valors estadísticament inferiors i propers a 14,5 °Brix. Les varietats estadísticament menys àcides van ser 'Dalinred^{COV}', 'Juliet[®]' i 'Golden Smoothee[®]' amb valors inferiors a 5,1 g àcid màlic·L⁻¹. La resta de varietats van ser més àcides amb valors superiors a 7,4 g àcid màlic·L⁻¹. La relació entre el contingut de sòlids solubles i l'acidesa de 'Dalinred^{COV}' i 'Juliet[®]' va ser similar a la varietat de referència i superior a la resta. Les varietats que es van recol·lectar amb un índex de midó més elevat i 1 punt superior a la varietat de referència van ser 'Ariane^{COV}', 'Dalinred^{COV}' i 'Topaz^{COV}' (índex midó = 9), la resta de varietats van tenir índex midó entre 1 i 2 punts per sota de 'Golden Smoothee[®]' (Taula 9).

Taula 9.- Fermesa (kg), sòlids solubles (°Brix), acidesa (g àcid màlic·L⁻¹), relació sòlids solubles i acidesa i índex midó (1-10) de les varietats presents a la finca de les Borges Blanques recol·lectades al 2006.

Varietat	Fermesa (kg)	Sòlids solubles (°Brix)	Acidesa (g·L ⁻¹)	Sòlids solubles-acidesa ⁻¹	Índex midó (1-10)
Ariane ^{COV}	9,1 ± 0,3 a	16,2 ± 1,0 a	8,5 ± 0,8 a	1,9 ± 0,1 c	9,0 ± 0,3 a
Dalinbel ^{COV}	8,7 ± 0,4 a	14,2 ± 0,3 b	7,8 ± 0,3 a	1,8 ± 0,0 c	6,3 ± 0,1 d
Dalinred ^{COV}	7,8 ± 0,2 bc	16,4 ± 0,5 a	5,1 ± 0,2 b	3,2 ± 0,2 b	9,0 ± 0,1 a
Juliet [®]	8,6 ± 0,2 ab	16,4 ± 0,3 a	4,4 ± 0,3 b	3,7 ± 0,2 a	7,0 ± 0,3 c
Topaz ^{COV}	6,7 ± 0,0 d	14,7 ± 0,3 b	7,4 ± 0,2 a	2,0 ± 0,0 c	9,0 ± 0,2 a
Golden Smoothee [®]	7,6 ± 0,1 c	16,5 ± 0,2 a	4,8 ± 0,2 b	3,4 ± 0,1 ab	8,2 ± 0,1 b
P>F	***	**	***	***	***

Mitjana ± error estàndard. En una mateixa columna, varietats seguides de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan (p<0,05). ** P<0,01, *** P<0,001. n=3.

4.1.2. Mollerussa

La data de plena floració de les varietats de la finca de Mollerussa al 2004 i 2005 es va situar durant la segona setmana d'abril, mentre que la del 2006, a la primera setmana d'abril. En el conjunt dels tres anys, la varietat de floració més primerenca va ser 'Modi[®]' i la més tardana, 'Dalinred^{COV}' (Taula 10).

Taula 10.- Data de plena floració i data de collita de les varietats presents a la finca de Mollerussa al 2004, 2005 i 2006.

Nom (any de plantació)	Data plena floració				Data collita			
	2004	2005	2006	Mitjana	2004	2005	2006	Mitjana
Corail [®] (1997)	11-4	12-4	-	12-4	20-9	16-9	-	13-9
Pilot (1997)	10-4	11-4	-	11-4	-	9-9	-	9-9
Dalinbel ^{COV} (2000)	10-4	11-4	5-4	9-4	6-9	12-8	9-8	19-8
Dalinred ^{COV} (2000)	13-4	12-4	5-4	10-4	10-10	18-10	13-10	13-9
Early Red One [®] (2001)	10-4	12-4	6-4	9-4	17-9	6-9	10-9	11-9
Condessa (2002)	10-4	10-4	3-4	8-4	12-8	12-8	9-8	11-9
Goldrush (2002)	13-4	10-4	5-4	9-4	13-10	3-10	19-10	12-10
Modi [®] (2002)	9-4	5-4	2-4	5-4	10-9	5-9	19-9	11-9
Ariane ^{COV} (2004)	-	11-4	4-4	8-4	-	-	30-8	30-8
Juliet [®] (2004)	-	12-4	4-4	8-4	-	-	13-10	13-10
Topaz ^{COV} (2004)	-	13-4	3-4	8-4	-	22-9	24-9	23-9

Les varietats es poden agrupar segons el mes de recol·lecció. 'Condessa' i 'Dalinbel^{COV}' es van collir a la segona setmana d'agost; 'Modi[®]', 'Topaz^{COV}', 'Corail[®]' i 'Early Red One[®]' des de principis a finals de setembre i 'Dalinred^{COV}' i 'Goldrush' a mitjans d'octubre. La data de recol·lecció de les varietats en els 3 anys d'assaig ha sofert variacions de com a mínim 7 dies, excepte en 'Condessa' que ha estat inferior (Taula 10).

Pel que fa a la collita, totes les varietats excepte 'Condessa' i 'Modi[®]' van mostrar alternança: el 2004 i 2006 van ser els anys de collita baixa i el 2005, de collita alta (Figura 4 i Figura 5). De més a menys alternant, les varietats s'ordenen de la següent manera: 'Dalinred^{COV}', 'Early Red One[®]', 'Goldrush' i 'Dalinbel^{COV}'. Les varietats més productives en el conjunt dels tres anys van ser 'Condessa' i 'Dalinred^{COV}' amb una mitjana de 150 fruits per arbre i 30 kg per arbre i any, que representen uns 50.000 kg·ha⁻¹ i any. Les menys productives foren 'Modi[®]', 'Goldrush', 'Dalinbel^{COV}' i 'Early Red One[®]' amb mitjanes inferiors al 75 fruits per arbre i 20 kg per arbre (Figura 4 i Figura 5). Més del 80% de la collita de totes les varietats excepte 'Ariane^{COV}', 'Condessa', 'Juliet[®]' i 'Corail[®]', va presentar fruits més grans de 70 mm de diàmetre (Figura 6).

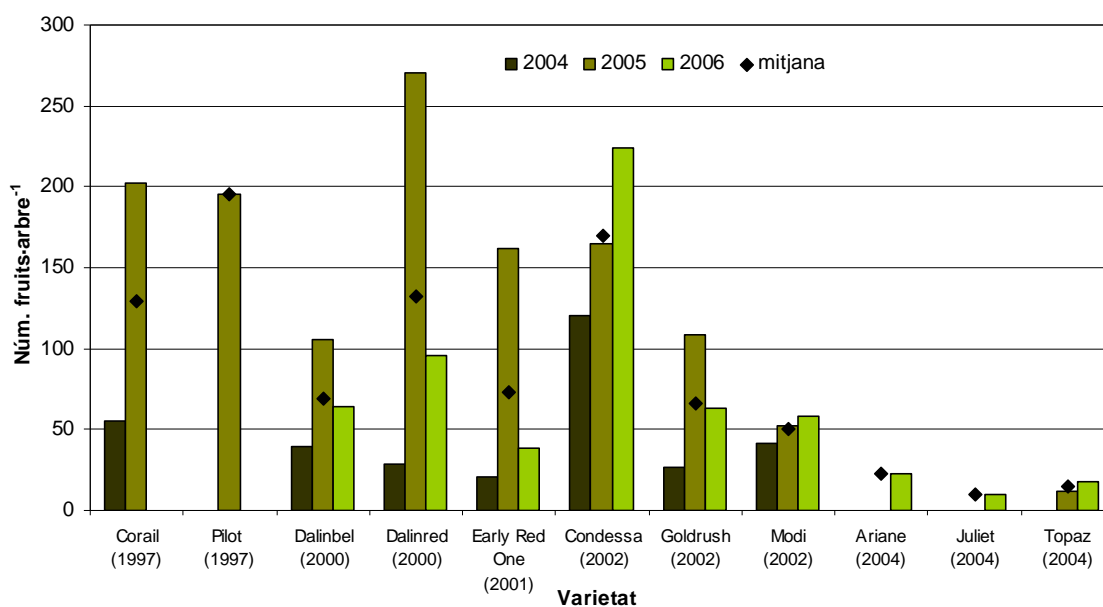


Figura 4.- Número de fruits per arbre de les varietats presents a la finca de Mollerussa al 2004, 2005 i 2006.

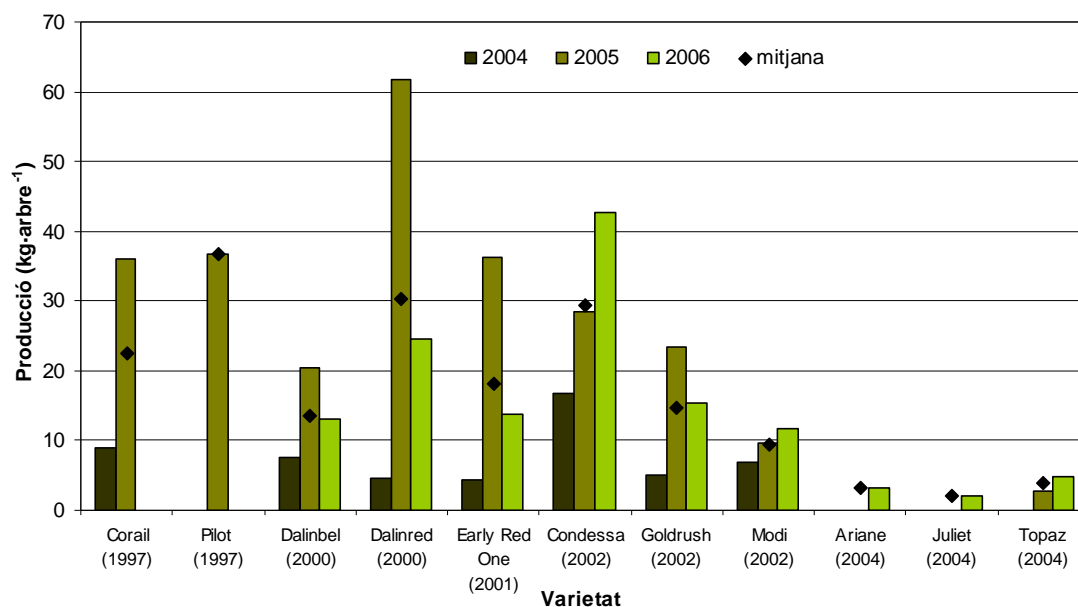


Figura 5.- Producció (kg per arbre) de les varietats presents a la finca de Mollerussa al 2004, 2005 i 2006.

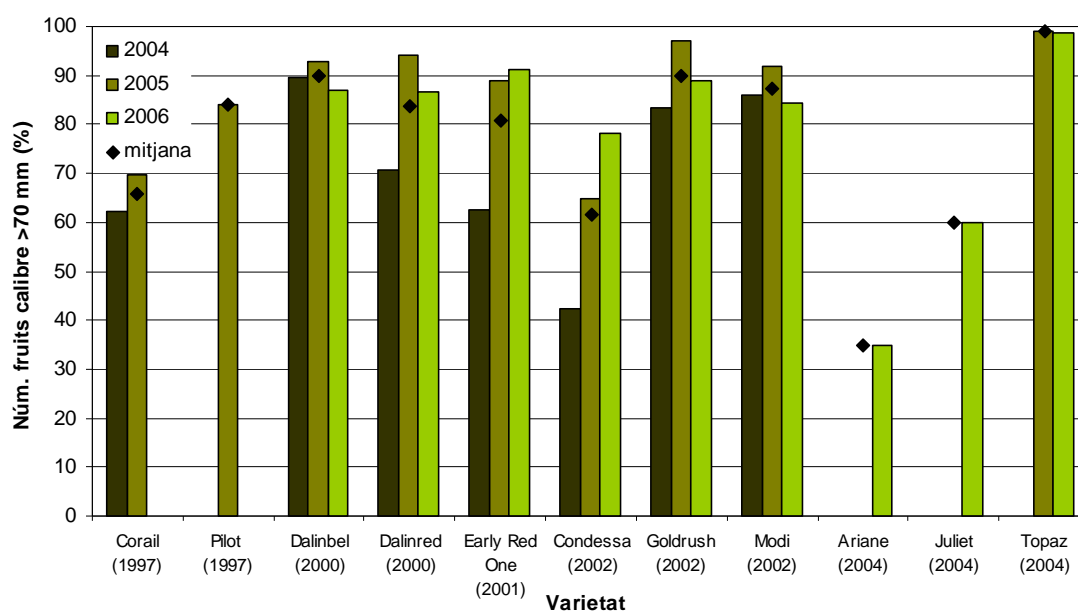


Figura 6.- Percentatge del número de fruits de calibre superior a 70 mm de les varietats presents a la finca de Mollerussa al 2004, 2005 i 2006.

Totes les varietats excepte 'Condessa' i 'Corail[®]' van presentar valors de fermesa significativament superiors a la varietat de referència ('Early Red One[®]') en els tres anys d'assaig. El contingut de sòlids solubles de les varietats va ser superior a la varietat de referència al 2004 i 2005; però al 2006, l'índex refractomètric de totes les

varietats excepte 'Dalinred^{COV}' va ser inferior a 'Early Red One[®]'. Pel que fa a l'acidesa, totes les varietats excepte 'Condessa' van tenir valors superiors a 'Early Red One[®]' en els tres anys d'assaig. La relació entre el contingut de sòlids solubles i l'acidesa de cada varietat va ser inferior respecte la varietat de referència en els tres anys d'assaig (Taula 11).

Taula 11.- Fermesa (kg), sòlids solubles (°Brix), acidesa (g àcid màlic·L⁻¹) i relació sòlids solubles i acidesa de les varietats presents a la finca de Mollerussa al 2004, 2005 i 2006.

2004				
Nom (any de plantació)	Fermesa (kg)	Sòlids solubles (°Brix)	Acidesa (g/L)	Sòlids solubles-acidesa⁻¹
Corail [®] (1997)	7,1	17,0	5,8	3,0
Pilot (1997)	-	-	-	-
Dalinbel ^{COV} (2000)	8,6	17,7	9,0	2,0
Dalinred ^{COV} (2000)	9,5	16,2	8,8	1,8
Early Red One [®] (2001)	6,7	13,7	3,6	3,8
Condessa (2002)	7,0	12,8	3,3	3,9
Goldrush (2002)	9,5	15,7	10,3	1,5
Modi [®] (2002)	9,5	14,7	5,9	2,5

2005				
Nom (any de plantació)	Fermesa (kg)	Sòlids solubles (°Brix)	Acidesa (g/L)	Sòlids solubles-acidesa⁻¹
Corail [®] (1997)	6,5	13,6	4,6	2,9
Pilot (1997)	7,6	14,2	6,4	2,2
Dalinbel ^{COV} (2000)	7,4	12,8	6,9	1,9
Dalinred ^{COV} (2000)	8,0	14,3	4,9	2,9
Early Red One [®] (2001)	6,8	12,3	2,3	5,3
Condessa (2002)	6,4	12,8	2,8	4,5
Goldrush (2002)	8,9	13,1	6,9	1,9
Modi [®] (2002)	8,5	14,1	4,0	3,5

2006				
Nom (any de plantació)	Fermesa (kg)	Sòlids solubles (°Brix)	Acidesa (g/L)	Sòlids solubles-acidesa⁻¹
Corail [®] (1997)	-	-	-	-
Pilot (1997)	-	-	-	-
Dalinbel ^{COV} (2000)	7,1	13,6	6,9	2,0
Dalinred ^{COV} (2000)	7,6	16,2	5,2	3,1
Early Red One [®] (2001)	6,7	15,8	2,4	6,7
Condessa (2002)	6,7	13,1	2,2	5,8
Goldrush (2002)	7,2	15,4	5,7	2,7
Modi [®] (2002)	7,6	15,2	2,4	6,2
Ariane ^{COV} (2004)	8,4	17,1	7,6	2,2
Juliet [®] (2004)	7,5	16,4	3,0	5,5
Topaz ^{COV} (2004)	6,0	13,6	7,8	1,7

4.2. Susceptibilitat a motejat i cendrosa

El número d'hores anuals amb risc de motejat es van obtenir a partir de l'estació automàtica de Castellldans (Xarxa Agrometeorològica de Catalunya). Al 2004 el número d'hores amb risc de motejat va ser superior al 2005 i 2006 amb més de 400 hores respecte les 150 i 44 dels dos anys posteriors (Taula 12). Les diferències anuals més importants es troben en el número d'hores amb risc greu de motejat: 140 al 2004, 6 al 2005 i 8 al 2006.

Taula 12.- Hores totals de risc de motejat lleu, moderat i greu per al període de març a agost de 2004, 2005 i 2006. Dades obtingudes a partir de l'estació automàtica de Castellldans de la Xarxa Agroclimàtica de Catalunya.

Risc de motejat	2004	2005	2006
lleu	163	97	23
moderat	107	47	13
greu	140	6	8
<i>total</i>	<i>410</i>	<i>150</i>	<i>44</i>

Les varietats susceptibles a motejat ('Golden Smoothie[®]' i 'Early Red One[®]') i les poc susceptibles ('Pilot' i 'Corail[®]') van mostrar símptomes d'aquesta malaltia al 2004, mentre que al 2005 i 2006 no es van veure afectades (Taula 13). No hi van haver diferències significatives entre varietats.

Pel que fa a la susceptibilitat a cendrosa, a la finca de les Borges Blanques no hi van haver diferències estadístiques entre varietats tot i que 'Dalinbel^{COV}' va tendir a mostrar més brots afectats per cendrosa. A la finca de Mollerussa, les varietats que es van mostrar més susceptibles a cendrosa en el conjunt dels tres anys d'assaig van ser 'Dalinbel^{COV}' i 'Goldrush', i la menys susceptible va ser 'Condessa' (Taula 14).

4.3. Susceptibilitat a pugó gris

Al juny de 2005, 2006 i 2007 es va avaluar la susceptibilitat de pugó gris de les varietats presents a la finca de les Borges Blanques. Al 2005, la presència de pugó gris a les varietats 'Dalinred^{COV}' i 'Juliet[®]' va ser estadísticament inferior a la resta, mentre que al 2006 i 2007 no hi van haver diferències significatives entre varietats (Figura 7).

Pel que fa al grau d'afecció, hi van haver diferències estadístiques al 2007 essent 'Juliet[®]' la varietat menys susceptible (Figura 7).

Taula 13.- Fulles i fruits afectats per motejat i percentatge de superfície de fulla afectada de les varietats presents a la finca de les Borges Blanques i de Mollerussa.

Finca	Varietat	Fulles amb motejat (%)			Fruits amb motejat (%)			Superfície de fulla amb motejat (%)		
		2004	2005	2006	2004	2005	2006	2004	2005	2006
les Borges Blanques	Ariane ^{COV}	0 ± 0	0	0	-	0	0	0 ± 0	0	0
	Dalinbel ^{COV}	0 ± 0	0	0	-	0	0	0 ± 0	0	0
	Dalinred ^{COV}	0 ± 0	0	0	-	0	0	0 ± 0	0	0
	Juliet [®]	0 ± 0	0	0	-	0	0	0 ± 0	0	0
	Topaz ^{COV}	0 ± 0	0	0	-	0	0	0 ± 0	0	0
	Golden Smoothee [®]	0 ± 0,3	0	0	-	0	0	0 ± 0,4	0	0
	P>F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Mollerussa	Ariane ^{COV}	-	0	0	-	0	0	-	0	0
	Condessa	0	0	0	-	0	0	0	0	0
	Dalinbel ^{COV}	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Dalinred ^{COV}	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Goldrush	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Juliet [®]	-	0	0	-	0	0	-	0	0
	Modi [®]	-	0	0	-	0	0	-	0	0
	Topaz ^{COV}	-	0	0	-	0	0	-	0	0
	Pilot	1,3	0	-	0	0	-	5,9	0	-
	Corail [®]	0,5	0	-	1,1	0	-	6,3	0	-
	Early Red One [®]	34	0	0	8	0	0	6,3	0	0

Mitjana ± error estàndard. ns: no significatiu.

Taula 14.- Brots afectats per cendrosa i percentatge de superfície de fulla afectada de les varietats presents a la finca de les Borges Blanques i de Mollerussa.

Finca	Varietat	Brots amb cendrosa (%)			Superfície de fulla amb cendrosa (%)		
		2004	2005	2006	2004	2005	2006
les Borges Blanques	Ariane ^{COV}	1,7 ± 1,7	0 ± 0	± 0,8	0,2 ± 0,2	0 ± 0	0,2 ± 0,2
	Dalinbel ^{COV}	0 ± 0	1,7 ± 1,7	26,7 ± 23,0	0 ± 0	12,5 ± 12,5	8,8 ± 7,0
	Dalinred ^{COV}	0 ± 0	0 ± 0	0,8 ± 0,8	0 ± 0	0 ± 0	0,2 ± 0,2
	Juliet [®]	0 ± 0	0 ± 0	0,8 ± 0,8	0 ± 0	0 ± 0	0,4 ± 0,4
	Topaz ^{COV}	0 ± 0	0 ± 0	0,8 ± 0,8	0 ± 0	0 ± 0	0,4 ± 0,4
	Golden Smoothee [®]	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0,0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0,0
	P>F	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Mollerussa	Ariane ^{COV}	-	0	10	-	0	3,5
	Condessa	0	0	6,7	0	0	7,4
	Dalinbel ^{COV}	100	36,7	96,7	35,3	23,3	43,8
	Dalinred ^{COV}	21,3	0	32	1	0	6,7
	Goldrush	96,3	30	98,3	24,7	35,8	44,2
	Juliet [®]	-	0,8	0,8	-	0,2	6,3
	Modi [®]	-	2	80	-	0,6	18,8
	Topaz ^{COV}	-	0	0	-	0	0
	Pilot	95	1,7	-	25,2	1,7	-
	Corail [®]	93,8	22,5	-	15,4	7,1	-
Early Red One [®]	7,5	0	21	0,6	0	3,8	

Mitjana ± error estàndard. ns: no significatiu.

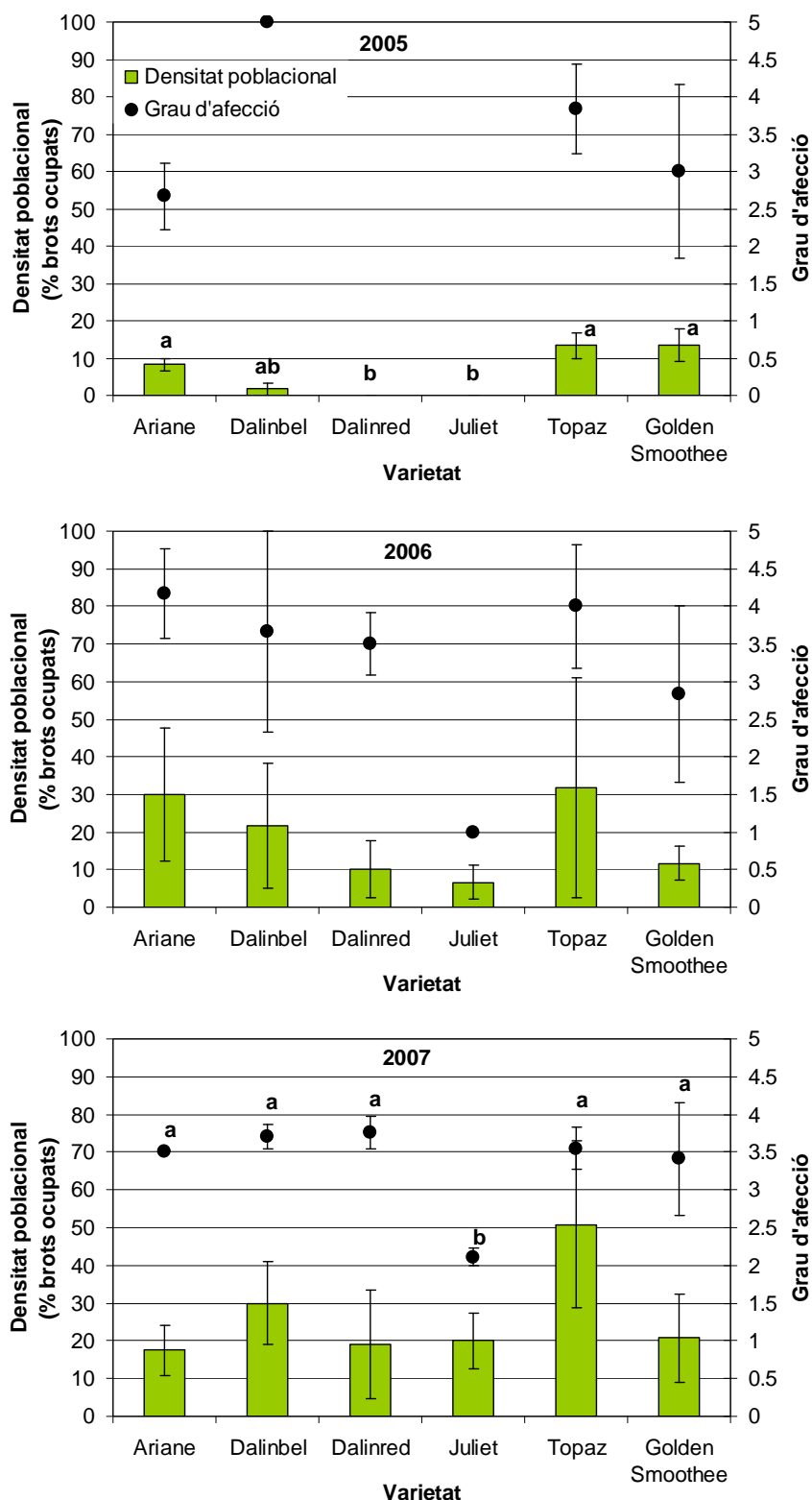


Figura 7.- Densitat poblacional (barra) i grau d'afecció de pugó gris (punt) de les varietats presents a la finca de les Borges Blanques al 2005, 2006 i 2007 segons una escala categòrica (0: no dany-5: més de cinc fulles típicament enrotllades). Varietats seguides de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). Les línies verticals indiquen l'error estàndard.

4.4. Avaluació organolèptica

Els tests hedònics realitzats a desembre de 2005 i 2006 es van dur a terme sobre una mostra de 108 i 99 individus respectivament. En tots dos anys un 55% de la població eren homes i la resta, dones. Més del 75% dels individus tenia una edat compresa entre 18 i 30 anys (Taula 15).

Taula 15.- Caracterització de la població enquestada en els tastos de 2005 i 2006.

	2005	2006
Núm. individus	108	99
% homes	55	55
% dones	45	45
% 18-30 anys	79	87
% 31-50 anys	18	7
% >50 anys	3	6

Els enquestats van expressar un grau de satisfacció mitjà (4-6) per al gust, fermesa i aspecte de totes les varietats provades en els tastos de 2005 i 2006, excepte per la varietat ‘Dalinbel^{COV}’ que al 2005 va tenir una puntuació inferior a 4 per al gust i la fermesa, i per la varietat ‘Condessa’ que al 2006 va ser puntuada per sota 4 per al gust (Figura 8 i Figura 9).

Les varietats més ben valorades per al gust i la fermesa van ser ‘Dalinred^{COV}’ i ‘Ariane^{COV}’. ‘Dalinred^{COV}’ també va obtenir la millor puntuació per l’aspecte mentre que ‘Ariane^{COV}’, la pitjor (Figura 8 i Figura 9).

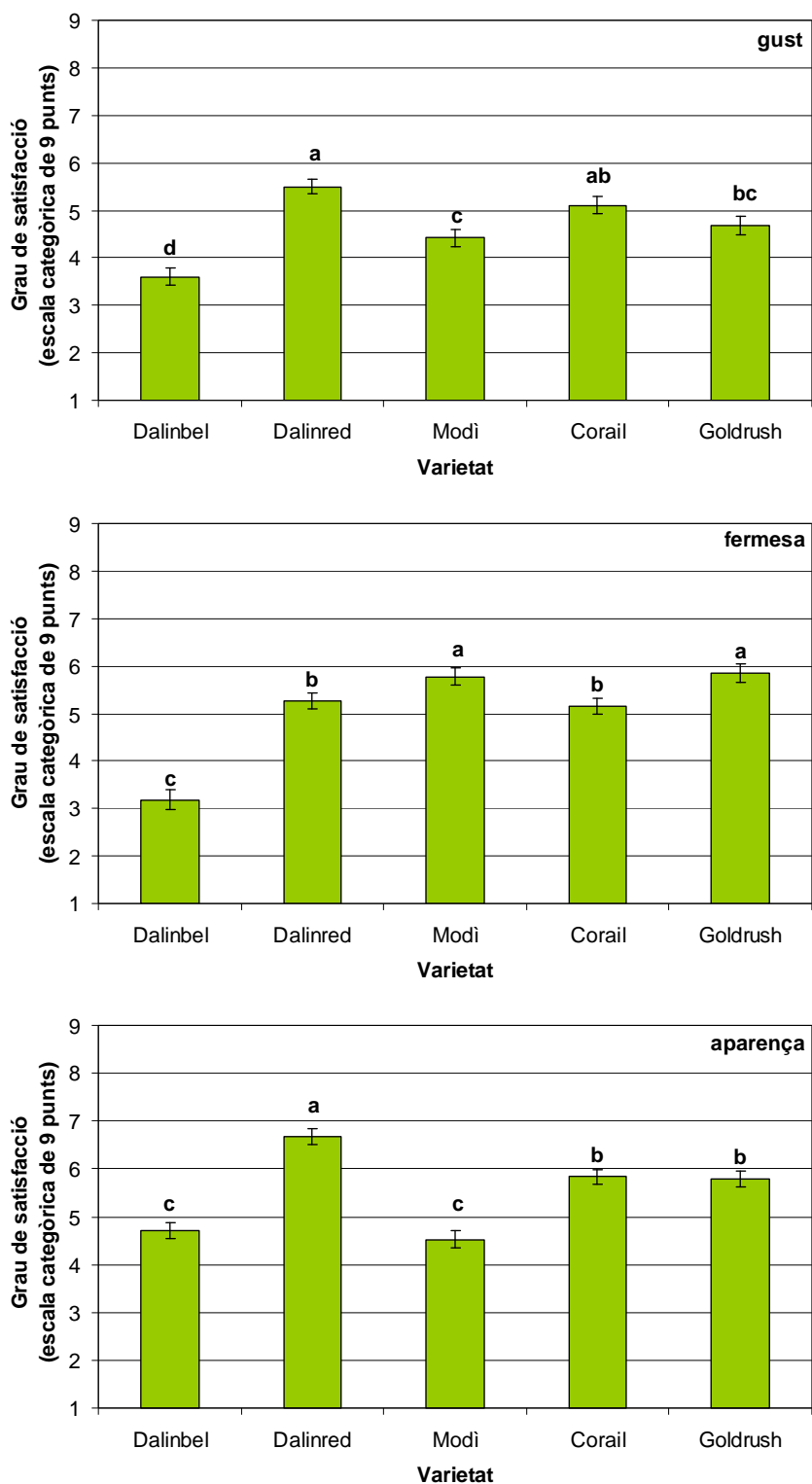


Figura 8.- Resultats del test hedònic de satisfacció realitzat el 19 de desembre de 2005 per al gust, textura i aparença de varietats resistents a motejat procedents de la finca de Mollerussa recol·lectades al 2005. Els valors corresponen a la puntuació mitjana de satisfacció en un test hedònic de 9 punts (1-3: no satisfet, 4-6: satisfet, 7-9: molt satisfet). Columnes amb la mateixa lletra indiquen diferències no significatives entre varietats segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). $n = 108$. Les línies verticals indiquen l'error estàndard.

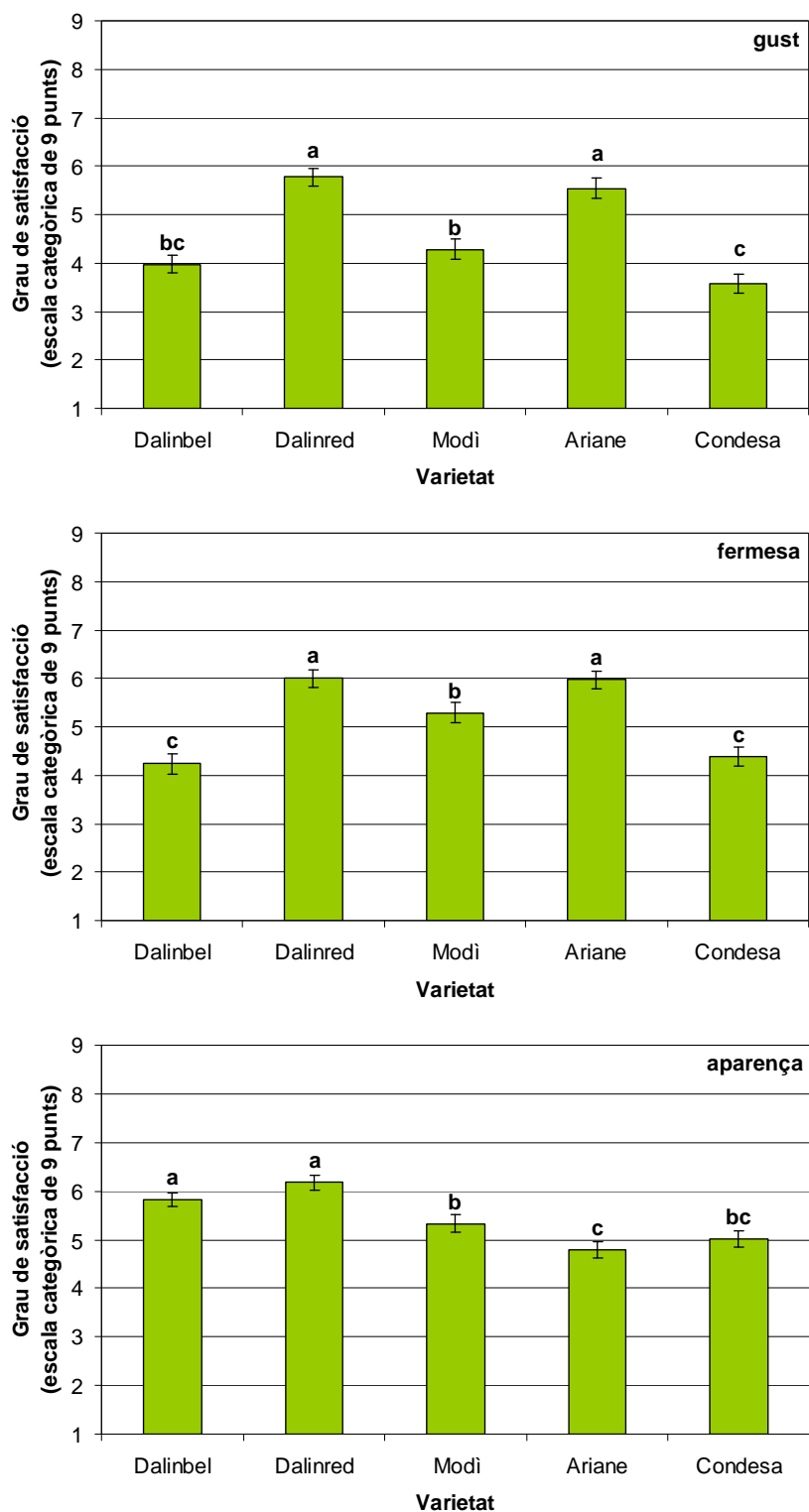


Figura 9.- Resultats del test hedònic de satisfacció realitzat el 14 de desembre de 2006 per al gust, textura i aparença de varietats resistents a motejat procedents de la finca de Mollerussa recol·lectades al 2006. Els valors corresponen a la puntuació mitjana de satisfacció en un test hedònic de 9 punts (1-3: no satisfet, 4-6: satisfet, 7-9: molt satisfet). Columnes amb la mateixa lletra indiquen diferències no significatives entre varietats segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). $n=99$. Les línies verticals indiquen l'error estàndard.

Per tal d'explicar els resultats obtinguts en els tastos es va realitzar una anàlisi multivariant de les dades en el que es va tenir en compte l'any en què es va realitzar el tast, els dies transcorreguts entre collita i tast, la fermesa instrumental, el contingut de sòlids solubles, l'acidesa, i les valoracions referents al gust, textura i aparença.

El grau de satisfacció per al gust i la fermesa són dues variables positivament correlacionades, però cap d'elles mostra correlació amb les variables de qualitat instrumental mesurats a collita (fermesa, contingut de sòlids solubles i acidesa). La valoració realitzada pels consumidors per al gust i la fermesa està inversament correlacionada amb el nombre de dies entre la data de collita i la data de tast (Figura 10).

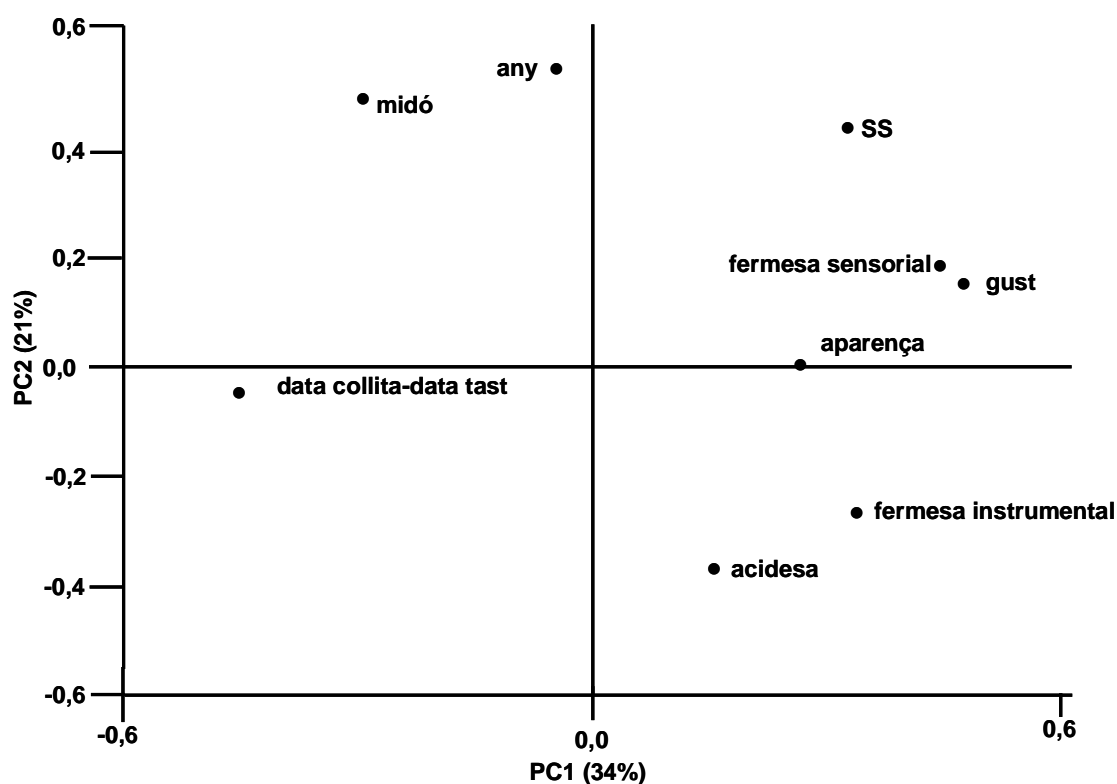


Figura 10.- Diagrama de *loadings* de la component principal 1 (PC1) i 2 (PC2). Entre parèntesis: percentatge de la variabilitat explicada per cada component. SS: contingut de sòlids solubles.

5. Discussió

Un dels problemes de l'ús de varietats amb resistència monogènica és la pressió de selecció que exerceixen sobre la població del patogen provocant l'aparició de races resistents. Les varietats resistents a motejat avaluades en aquest assaig no van presentar símptomes de la malaltia, fet que suggereix que la població de *V. inaequalis* present a la zona de cultiu no ha trencat la resistència conferida pels gens de resistència a motejat.

Les varietats susceptibles a motejat ('Golden Smoothee[®]' i 'Early Red One[®]') i les poc susceptibles ('Pilot' i 'Corail[®]') només van mostrar símptomes d'aquesta malaltia al 2004 degut a l'elevat nombre d'hores de risc greu (140 h) comparat amb el 2005 i 2006, (6 i 8 h, respectivament).

Totes les varietats resistents a motejat provades en aquest assaig són susceptibles a cendrosa, però presenten diferents nivells de susceptibilitat. A Mollerussa, les varietats més susceptibles van ser 'Dalinbel^{COV}' i 'Goldrush' i les menys susceptibles foren 'Condessa', 'Ariane^{COV}', 'Juliet[®]' i 'Topaz^{COV}'. A la finca de les Borges Blanques no hi van haver diferències significatives entre varietats en la presència de cendrosa en brots. No obstant, 'Dalinbel^{COV}' sembla més susceptible que la resta ja que el nivell d'infestació va augmentar des de 2004 fins a 2006 i es va situar per sobre de la resta de varietats.

El diferent grau de susceptibilitat a cendrosa que han presentat les varietats avaluades en aquest assaig coincideix amb el descrit a la bibliografia. 'Dalinbel^{COV}' (Corroyer, 2002; Sansavini *et al.*, 2003; Weibel *et al.*, 2007) i 'Goldrush' (Corroyer, 2002; Zambujo, 2003; Berra *et al.*, 2007; Fitzgerald *et al.*, 2008) es consideren varietats molt susceptibles a aquesta malaltia. 'Dalinred^{COV}' (Hucbourg *et al.*, 2002; Weibel *et al.*, 2007) i 'Corail[®]' (Sansdrap *et al.*, 2001; Corroyer, 2002; Berra *et al.*, 2007; Fitzgerald *et al.*, 2008) s'han descrit com a varietats mitjanament susceptibles. 'Ariane^{COV}' (Sansavini *et al.*, 2004), 'Juliet[®]' (Korban *et al.*, 2003; Zambujo, 2003) i 'Topaz^{COV}' (Bassi i Pellegrino, 2001; Blažek, 2004; Sansavini *et al.*, 2004) han mostrat poca susceptibilitat a cendrosa.

L'estudi de la susceptibilitat al pugó gris de varietats resistents a motejat es va realitzar en la finca en producció ecològica durant 3 anys. Al 2005, no es va poder avaluar la

susceptibilitat de totes les varietats presents ja que dues d'elles ('Dalinred^{COV}' i 'Juliet[®]') no van ser colonitzades per aquesta plaga. En els dos anys posteriors, el pugó gris va estar present en totes les varietats sense haver diferències significatives en el percentatge de brots ocupats però sí en el grau d'afecció: 'Juliet[®]' va ser l'única varietat tolerant o molt poc susceptible, mentre que la resta ('Ariane^{COV}', 'Dalinbel^{COV}', 'Dalinred^{COV}', 'Topaz^{COV}' i 'Golden Smoothee[®]') es van mostrar, en com a mínim un dels tres anys d'assaig, molt susceptibles. 'Ariane^{COV}' (Sansavini *et al.*, 2003; Clark i Finn, 2006), 'Dalinbel^{COV}' (Fitzgerald *et al.*, 2008), 'Dalinred^{COV}' (Bergougnoux, 2008) i 'Topaz^{COV}' (Sansdrap *et al.*, 2001; Corroyer, 2002; Fitzgerald *et al.*, 2008) també han estat descrites com a varietats de pomera molt susceptibles a pugó gris; però en el cas de 'Juliet[®]' no hi han estudis previs que avaluin el seu grau de susceptibilitat.

Una de les causes de la diferència en el grau d'afecció del pugó gris entre varietats és l'època de floració d'aquestes (Miñarro i Dapena, 2007). Com més gran és l'interval de temps entre l'eclosió dels ous de pugó i l'inici de la brotació, més petits són els danys causats per aquest fitòfag. En el treball de Miñarro i Dapena (2007), les diferències en l'època de floració entre la varietat de referència ('Golden Delicious') i les tardanes ('Collaos', 'Durona Tresali', 'Xuanina', 'Perico', 'Raxao', 'Regona' i 'Limón Montés') era d'unes tres setmanes, essent l'afecció de 'Golden Delicious' superior respecte les varietats tardanes. En canvi, en aquest assaig, totes les varietats floreixen durant la mateixa setmana i per tant, la menor vulnerabilitat de 'Juliet[®]' no és deguda a l'època de floració.

Segons Dixon (1998), les característiques físiques de la superfície de la fulla com la pubescència, la textura i el color poden afectar el comportament dels pugons. L'alta densitat de tricomes en les fulles s'ha associat als mecanismes de resistència tant en espècies hortícoles (Simmons *et al.*, 2005) com forestals (Gange, 1995). En tots dos casos, s'ha observat un increment de la mortalitat dels pugons en les plantes amb les fulles més pubescents. 'Querina[®]' (Florina)', que és una varietat resistent a motejat i tolerant al pugó gris (Rat-Morris, 1993), també és molt pubescent. Si tenim en compte que 'Juliet[®]', a diferència de la resta de varietats assajades, té les fulles molt piloses, la major densitat de tricomes podria explicar la causa de la seva tolerància al pugó gris.

L'ús de varietats resistents comporta la reducció del risc de pèrdua de la collita ocasionat per atacs severes de certes plagues i malalties i la disminució dels costos de producció deguts al control fitosanitari. Malgrat aquests avantatges, la presència de varietats resistents en plantacions comercials és encara molt baixa, probablement perquè són poc conegudes i no es coneix el grau d'acceptació d'aquestes varietats per part del consumidor. Per aquest motiu es van realitzar dos tastos per tal de conèixer el grau de satisfacció per al gust, fermesa i aspecte de varietats resistents a motejat.

Totes les varietats provades van obtenir un grau de satisfacció mitjà en els tres paràmetres avaluats excepte 'Dalinbel^{COV}' i 'Condessa' que van ser puntuades amb valors inferiors. Cal tenir en compte que algunes varietats perden les seves qualitats organolèptiques a partir del segon mes de conservació (Kühn i Thybo, 2001). Donat que totes les varietats assajades van estar més de 60 dies conservades en fred normal, els baixos resultats obtinguts per 'Dalinbel^{COV}' i 'Condessa' poden ser deguts a que són varietats amb poques aptituds per a la conservació. Si el tast de les varietats s'hagués realitzat en dates properes a la collita és possible que els consumidors haguessin valorat millor aquestes varietats.

Pel que fa als aspectes productius, es van avaluar 3 variables: l'entrada en producció, la productivitat, el percentatge de collita amb calibre comercial i la sensibilitat a l'alternança. L'entrada en producció es va avaluar a la finca de les Borges Blanques ja que totes les varietats presents es van plantar al mateix any. D'aquestes, 'Juliet[®]', 'Topaz^{COV}' i la varietat de referència ('Golden Smoothee[®]') van ser les que van tenir una entrada en producció més ràpida que la resta.

La resta de variables es van avaluar en les varietats presents a la finca de Mollerussa. Donada la diversitat en les dates de plantació, la comparació entre varietats cal realitzar-la entre aquelles que a l'inici de l'assaig estaven en plena producció ('Corail[®]', 'Pilot', 'Dalinbel^{COV}', 'Dalinred^{COV}', 'Early Red One[®]'). D'aquestes només 'Dalinred^{COV}' va assolir una collita mitjana de 30 kg·arbre⁻¹ i any, que representen uns 50.000 kg·ha⁻¹ i any. Tot i que 'Dalinred^{COV}' va mostrar una forta sensibilitat a l'alternança, el calibre obtingut l'any de màxima producció no es va veure disminuït, fet que indica que l'arbre és capaç de suportar collites elevades. Cal destacar l'elevada productivitat de 'Condessa' amb prop de 30 kg arbre⁻¹ al tercer verd i la poca sensibilitat a l'alternança.

Tanmateix, el percentatge de collita amb calibre comercial (més de 70 mm) ha estat relativament baix amb valors inferiors al 80%. Així, del conjunt de varietats avaluades, no n'hi ha cap que presenti al mateix temps una productivitat elevada, alt percentatge de fruits comercials i poca sensibilitat a l'alternança.

6. Conclusions

L'entrada en producció de les varietats 'Juliet[®]' i 'Topaz^{COV}' va ser superior a la resta i igual que la varietat de referència ('Golden Smoothee[®]'). Del conjunt de varietats avaluades, les més productives van ser 'Condessa' i 'Dalinred^{COV}' amb una mitjana de 30 kg-arbre⁻¹ i any. 'Dalinbel^{COV}', 'Dalinred^{COV}', 'Early Red One[®]', 'Goldrush', 'Modi[®]', i 'Juliet[®]' van produir més del 80% de la collita amb calibre comercial. Totes les varietats excepte 'Condessa' i 'Modi[®]' van mostrar alternança.

Totes les varietats resistents a motejat provades en aquest assaig són susceptibles a cendrosa, però presenten nivells de susceptibilitat diferents. Les menys susceptibles van ser 'Condessa', 'Ariane^{COV}', 'Juliet[®]' i 'Topaz^{COV}'.

En l'assaig de susceptibilitat a pugó gris, 'Juliet[®]' va ser tolerant o molt poc susceptible. La resta de varietats es van mostrar molt susceptibles.

En l'avaluació organolèptica, Ariane^{COV}, 'Corail[®]', 'Dalinred^{COV}', 'Goldrush' i 'Modi[®]' van obtenir un grau de satisfacció mitjà en el gust, fermesa i aparença, mentre que 'Dalinbel^{COV}' i 'Condessa' que van ser puntuades amb valors inferiors.

Del conjunt de les varietats assajades, algunes tenen una productivitat elevada ('Condessa', 'Dalinred^{COV}'), altres són poc susceptibles a cendrosa ('Condessa', 'Ariane^{COV}', 'Juliet[®]' i 'Topaz^{COV}') i pugó gris ('Juliet[®]'), i algunes han estat ben acceptades per part dels consumidors (Ariane^{COV}, 'Corail[®]', 'Dalinred^{COV}', 'Goldrush' i 'Modi[®]'). Tanmateix, cap d'aquestes varietats té a la vegada una elevada productivitat, poca susceptibilitat a cendrosa i pugó gris i bona acceptació per part dels consumidors.

7. Bibliografia

Andreev, R. i Kutinkova, H. 2004. Resistance to aphids and scale insects in nine apple cultivars. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 12: 215-221.

Angeli, G. i Simoni, S. 2006. Apple cultivars acceptance by *Dysaphis plantaginea* Passerini (Homoptera: Aphididae). *Journal of Pest Science*, 79(3): 175-179.

Arnaoudov, V. i Kutinkova, H. 2006. Susceptibility of some apple cultivars to infestation by the rosy apple aphid (*Dysaphis plantaginea* Pass., Homoptera: Aphididae). *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14: 137-142.

Baker, A.C. i Turner, W.F. 1916. Rosy Apple Aphis. *Journal of Agriculture Research*, 7(7): 321-342.

Bassi, G. i Pellegrino, S. 2001. Cultivar di melo resistenti alla ticchiolatura. *L'Informatore Agrario*, 57(38): 69-76.

Bassi, G.; Pellegrino, S.; Stainer, R. i Sansavini, S. 2001. Melo. *Terra e vita. Speciale liste varietali frutticole*, 18: 35-42.

Bénaouf, G. i Parisi, L. 2000. Genetics of host-pathogen relationships between *Venturia inaequalis* races 6 and 7 and *Malus* species. *Phytopathology*, 90(3): 236-242.

Bergougoux, A. 2008. Arboriculture: variétés résistantes à la tavelure. *Techni BIO. Bulletin Technique Du Reseau Bio Des Chambres D'agriculture*, 19: 1-2.

Berra, L.; Donati, F.; Guerra, W.; Bergamaschi, M. i Sansavini, S. 2007. Melo. *Terra e vita*, 26: 34-41.

Berrie, A.M. i Xu, X.M. 2003. Managing apple scab (*Venturia inaequalis*) and powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) using AdemTM. *International Journal of Pest Management*, 49(3): 243-249.

Blažek, J. 2004. Response to diseases in new apple cultivars from the Czech Republic. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 12: 241-250.

Blommers, L.H.M.; Helsen, H.H.M. i Vaal, F.W.N.M. 2004. Life history data of the rosy apple aphid *Dysaphis plantaginea* (Pass.) (Homopt., Aphididae) on plantain and as migrant to apple. *Journal of Pest Science*, 77(3): 155-163.

Bonnemaison, L. 1959. Le puceron cendré du pommier (*Dysaphis plantaginea* Pass.). Morphologie et Biologie. Méthodes de lutte. Annales de l'INRA. Série C. Annales des Épiphyties, 3: 257-320.

Bus, V.G.M.; Ranatunga, C.; Alspach, P.A.; Oraguzie, N.C. i Whitworth, C. 2006. A partial diallel study of powdery mildew resistance in six apple cultivars under three growing conditions with different disease pressures. *Euphytica*, 148(3): 235-242.

Butt, D.J. i Jeger, M.J. 1986. Components of spore production in apple powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*). *Plant Pathology*, 35(4): 491-497.

Caffier, V. i Laurens, F. 2005. Breakdown of *PI2*, a major gene of resistance to apple powdery mildew, in a French experimental orchard. *Plant Pathology*, 54(2): 116-124.

Caffier, V. i Parisi, L. 2007. Development of apple powdery mildew on sources of resistance to *Podosphaera leucotricha*, exposed to an inoculum virulent against the major resistance gene *PI-2*. *Plant Breeding*, 126(3): 319-322.

Carisse, O.; Pillion, V.; Rolland, D. i Bernier, J. 2000. Effect of fall application of fungal antagonists on spring ascospore production of the apple scab pathogen, *Venturia inaequalis*. *Phytopathology*, 90(1): 31-37.

CEE. 1991. Reglament (CEE) 2092/91 del Consell, de 24 de juny de 1991 sobre producció agrícola ecològica i la seva indicació en els productes agraris i alimentaris. Diari Oficial de la Comunitat Europea núm. 198, pp. 0001-0015.

CEE. 2007. Reglament (CE) 834/2007 del Consell, de 28 de juny de 2007 sobre producció i etiquetat de productes ecològics i pel que es deroga el Reglament (CEE) 2092/91. Diari Oficial de la Unió Europea núm. 189, pp. 1-23.

Clark, J.R. i Finn, C.E. 2006. Register of new fruit and nut cultivars. List 43. Hortscience, 41(5): 1101-1133.

Corroyer, N. 2002. Le choix des variétés de pommes en agriculture biologique. Alter Agri, 52: 11-13.

Costamagna, F. 2007. Convegno nazionale "liste di orientamento varietale dei fruttiferi 2007: melo e pero". Notiziario SOI di Ortoflorofruitticoltura. Bollettino della Società di Ortoflorofruitticoltura Italiana., 33(5-6): 5-7.

Crosby, J.A.; Janick, J.; Pecknold, P.C.; Goffreda, J.C. i Korban, S.S. 1994. Goldrush Apple. Hortscience, 29(7): 827-828.

Dapena, E. i Blázquez, M.D. 2004. Improvement of the resistance to scab, rosy apple aphid and fire blight in a breeding programme of cider apple cultivars. Acta Horticulturae, 663(2): 725-727.

Desilets, H.; Rochefort, S.; Coulombe, J.; Yelle, S. i Brodeur, J. 1997. Potential of propane flammers for reduction of apple scab primary inoculum on orchard ground. Hortscience, 32(2): 267-270.

Dixon, A. 1998. Aphid Ecology: an optimization approach. Chapman & Hall. Padstow, pp. 300.

Fischer, C. 2000. Multiple resistant apple cultivars and consequences for apple breeding in the future. Acta Horticulturae, 538: 229-234.

Fitzgerald, J.; Cross, J.; Berrie, A. i Cubison, S. 2008. An assessment of apple varieties for their suitability in organic production systems. 13th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing, pp. 213-215.

Gange, A.C. 1995. Aphid Performance in an Alder (*Alnus*) Hybrid Zone. Ecology, 76(7): 2074-2083.

Giraud, M. i Trapman, M. 2006. Le modèle RIMpro. Intérêt dans la gestion de la tavelure du pommier. *Arboriculture Fruitiere*, (603): 29-32.

Glawe, D.A. 2008. The Powdery Mildews: A Review of the World's Most Familiar (Yet Poorly Known) Plant Pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 46: 27-51.

Grove, G.G.; Eastwell, K.C.; Jones, A.L. i Sutton, T.B. 2003. Diseases of Apple. A: Apples. Botany, Production and Uses. Eds. D.C. Ferree i I.J. Warrington. CAB International. Wallingford, pp. 459-488.

Habekuss, A.; Proeseler, G.; Schliephake, E. i Fischer, C. 2000. Resistance of apple to spider mites and aphids. A: *Acta Horticulturae*. Eds. pp. 271-276.

Heijne, B.; Jong, P.F.d.; Pedersen, H.L.; Paaske, K.; Bengtsson, M. i Hockenhull, J. 2007. Field efficacy of new compounds to replace copper for scab control in organic apple production. A: Improving sustainability in organic and low input food production systems. Proceedings of the 3rd International Congress of the European Integrated Project Quality Low Input Food. Eds. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL). Frick Switzerland, pp. 249-253.

Hemmat, M.; Brown, S.K. i Weeden, N.F. 2002. Tagging and mapping scab resistance genes from R12740-7A apple. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127(3): 365-370.

Holb, I.J. 2005. Effect of pruning on apple scab in organic apple production. *Plant Disease*, 89(6): 611-618.

Holb, I.J. 2006. Effect of six sanitation treatments on leaf litter density, ascospore production of *Venturia inaequalis* and scab incidence in integrated and organic apple orchards. *European Journal of Plant Pathology*, 115(3): 293-307.

Holb, I.J.; Heijne, B. i Jeger, M.J. 2004. Overwintering of Conidia of *Venturia inaequalis* and the Contribution to Early Epidemics of Apple Scab. *Plant Disease*, 88(7): 751-757.

Holb, I.J.; Heijne, B. i Jeger, M.J. 2006. Effects of integrated control measures on earthworms, leaf litter and *Venturia inaequalis* infection in two European apple orchards. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 114(2-4): 287-295.

Holb, I.J.; Jong, P.F.d. i Heijne, B. 2003. Efficacy and phytotoxicity of lime sulphur in organic apple production. *Annals of Applied Biology*, 142: 225-233.

Horst, R.K. 2008. *Westcott's Plant. Disease Handbook*. Springer. New York, pp. 1317.

Hucbourg, B.; Montagnon, J. i Severac, G. 2002. Les nouvelles variétés de pommes résistantes tavelure. *Objective Info Arbo. Dossier technique 2002*. pp. 11-14.

Iglesias, I.; Lozano, L.; Bonany, J.; Carbó, J. i Batlle, I. 2006. Mejora de la calidad de frutales de pepita. A: Mejora genética de la calidad en plantas. Eds. G. Llácer, M.J. Díez, J.M. Carrillo i M.L. Badenes. Editorial de la UPV. València, pp. 524-547.

Ilhan, K.; Arslan, U. i Karabulut, O.A. 2006. The effect of sodium bicarbonate alone or in combination with a reduced dose of tebuconazole on the control of apple scab. *Crop Protection*, 25(9): 963-967.

Jamar, L. i Lateur, M. 2007. Strategies to reduce copper use in organic apple production. *Acta Horticulturae*, 737: 113-120.

Jamar, L.; Lefrancq, B. i Lateur, M. 2007. Control of apple scab (*Venturia inaequalis*) with bicarbonate salts under controlled environment. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 114: 221-227.

Janick, J. 2006. The PRI apple breeding program. *Hortscience*, 41(1): 8-10.

Janick, J.; Cummins, J.N.; Brown, S.K. i Hemmat, M. 1996. Apples. A: Fruit breeding. Volume I. Tree and tropical fruits. Eds. J. Janick i J.N. Moore. John Wiley & Sons, Inc. New York, pp. 616.

Jeger, M.J.; Butt, D.J. i Swait, A.A.J. 1986. Components of resistance of apple to powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*). *Plant Pathology*, 35(4): 477-490.

Jones, A.L. i Aldwinckle, H.S. 2002. Plagas y enfermedades del manzano y del peral. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, pp. 99.

Knight, R.L. i Alston, F.H. 1968. Sources of field immunity to mildew (*Podosphaera leucotricha*) in apple. Canadian journal of genetics and cytology, 10: 294-298.

Korban, S.S.; Goffreda, J.C. i Janick, J. 2003. 'Co-op 43' (JulietTM) apple. Hortscience, 38(1): 144-145.

Kühn, B.F. i Thybo, A.K. 2001. Sensory quality of scab-resistant apple cultivars. Postharvest Biology and Technology, 23(1): 41-50.

Lathrop, F.H. 1928. The biology of apple aphids. The Ohio Journal of Science, 28(4): 177-204.

Laurens, F.; Lespinasse, Y. i Fouillet, A. 2000. A new scab resistant apple: 'Initial'. Acta Horticulturae, 538: 707-710.

Lespinasse, N.; Scandella, D.; Vaysse, P. i Navez, B. 2002. Mémento évaluation sensorielle des fruits et légumes frais. Ctifl. Paris, pp. 143.

Lind, K.; Lafer, G.; Schloffer, K.; Innerhofer, G. i Meiser, H. 2003. Organic Fruit Growing. CABI Publishing. Wallingford, pp. 281.

MacHardy, W.E. 1996. Apple scab: biology, epidemiology, and management. APS Press. St. Paul (Minnesota), pp. 545.

MacHardy, W.E. i Gadoury, D.M. 1989. A Revision of Mills's Criteria for Predicting Apple Scab Infection Periods. Phytopathology, 79(3): 304-310.

Marín, J.P.; Segarra, J.; Farran, R. i Almacellas, J. 1990. Manual de claus per avaluar la severitat de les malalties. Servei de Protecció dels Vegetals. Lleida, pp. 42.

Meier, U.; Graf, H.; Hack, H.; Hess, M.; Kennel, W.; Klose, R.; Mappes, D.; Seipp, D.; Stauss, R.; Streif, J. i Boom, T.v.d. 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. Pflanzenschutzd, 46: 141-153.

Miñarro, M. i Dapena, E. 2004. Optimización del control del pulgón ceniciento del manzano con insecticidas derivados del neem. VI Congreso SEAE, Zaragoza, pp. 511-518.

Miñarro, M. i Dapena, E. 2005. Sustainable control of the rosy apple aphid *Dysaphis plantaginea*. Bulletin OILB/SROP, 28(7): 129-133.

Miñarro, M. i Dapena, E. 2007. Resistance of apple cultivars to *Dysaphis plantaginea* (Hemiptera : Aphididae): Role of tree phenology in infestation avoidance. Environmental Entomology, 36: 1206-1211.

Miñarro, M. i Dapena, E. 2008. Tolerance of some scab-resistant apple cultivars to the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea*. Crop Protection, 27(3-5): 391-395.

Parisi, L.; Lespinasse, Y.; Guillaumes, J. i Kruger, J. 1993. A New Race of *Venturia inaequalis* Virulent to Apples with Resistance Due to the Vf Gene. Phytopathology, 83(5): 533-537.

Privé, J.P.; Russell, L.; Braun, G. i LeBlanc, A. 2007. 'Bordeaux'/'Kumulus' regimes and 'Surround' in organic apple production in New Brunswick: Impacts on apple scab, fruit russetting and leaf gas exchange. Acta Horticulturae, 737: 95-104.

Rat-Morris, E. 1993. Development of rosy aphid *Dysaphis plantaginea* on a tolerant apple cultivar 'Florina'. Bulletin OILB/SROP, 16: 91-100.

Sansavini, S.; Donati, F.; Costa, F. i Tartarini, S. 2004. Advances in apple breeding for enhanced fruit quality and resistance to biotic stresses: new varieties for the european market. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 12: 13-52.

Sansavini, S.; Pellegrino, S. i Stainer, R. 2003. Alle porte una nuova rivoluzione genetica? Frutticoltura, 65(12): 20-30.

Sansdrap, A.; Lateur, M.; Vercammen, J. i Warnier, O. 2001. Varietes de pommes pour la production biologique. Fruit Belge, 69(494): 191-193.

SAS Institute. 2000. SAS/STAT User's Guide, version 9.1. SAS Institute. Cary, pp. 1686.

Schulz, C.; Kienzle, J. i Zebitz, C.P.W. 2000. Effect of NeemAzal-T/S on development of *Dysaphis plantaginea* Pass.: Consequences for application and experiences in practice. A: Practice Oriented Results on Use and Production of Neem-Ingredients and Pheromones. Eds. H. Kleeberg i C.P.W. Zebitz. Druck & Graphic. Hohensolms, pp. 17-20.

Simmons, A.T.; McGrath, D. i Gurr, G.M. 2005. Trichome characteristics of F₁ *Lycopersicon esculentum* x *L. cheesmanii* f. *minor* and *L. esculentum* x *L. pennellii* hybrids and effects on *Myzus persicae*. Euphytica, 144(3): 313-320.

Spotts, R.A.; Cervantes, L.A. i Niederholzer, F.J.A. 1997. Effect of dolomitic lime on production of asci and pseudothecia of *Venturia inaequalis* and V-pirina. Plant Disease, 81(1): 96-98.

Stankiewicz-Kosyl, M.; Pitera, E. i Gawronski, S.W. 2005. Mapping QTL involved in powdery mildew resistance of the apple clone U 211. Plant Breeding, 124(1): 63-66.

Stensvand, A.; Gadoury, D.M.; Amundsen, T.; Semb, L. i Seem, R.C. 1997. Ascospore release and infection of apple leaves by conidia and ascospores of *Venturia inaequalis* at low temperatures. Phytopathology, 87(10): 1046-1053.

Sutton, D.K.; MacHardy, W.E. i Lord, W.G. 2000. Effects of shredding or treating apple leaf litter with urea on ascospore dose of *Venturia inaequalis* and disease buildup. Plant Disease, 84(12): 1319-1326.

Vincent, C.; Rancourt, B. i Carisse, O. 2004. Apple leaf shredding as a non-chemical tool to manage apple scab and spotted tentiform leafminer. Agriculture Ecosystems & Environment, 104(3): 595-604.

Weibel, F. i Häseli, A. 2003. Organic Apple Production - with Emphasis on European Experiences. A: Apples. Botany, Production and Uses. Eds. D.C. Ferree i I.J. Warrington. CAB International. Wallingford, pp. 551-583.

Weibel, F.; Suter, F.; Tschabold, J.L.; Häseli, A. i Thommen, A. 2007. Pommes et poires: choisir les variétés et commander les arbres maintenant. Bioactualités. Le magazine du mouvement bio, 6: 10-13.

Weibel, F.P.; Schmid, A. i Haseli, A. 2003. Efficient multi-location testing of scab resistant cultivars for organic apple production in Switzerland. Acta Horticulturae, 622: 335-342.

Xu, X.; Robinson, J. i Berrie, A. 2006. Testing alternative chemicals against apple scab and powdery mildew. Bulletin OILB/SROP, 29: 271-283.

Xu, X.M. 1999. Modelling and forecasting epidemics of apple powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*). Plant Pathology, 48(4): 462-471.

Xu, X.M. i Butt, D.J. 1998. Effects of temperature and atmospheric moisture on the early growth of apple powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) colonies. European Journal of Plant Pathology, 104(2): 133-140.

Xu, X.M.; Butt, D.J. i VanSanten, G. 1995. A dynamic model simulating infection of apple leaves by *Venturia inaequalis*. Plant Pathology, 44(5): 865-876.

Zambujo, C. 2003. La gamme variétale se précise à La Pugère. L'Arboriculture Fruitière, 567: 37-38.

4. Capítol II: Avaluació de l'efecte de cobertes vegetals en una plantació de pomeres (*Malus domestica* Borkhausen) en cultiu ecològic en aspectes agronòmics i fitosanitaris

Índex

1. INTRODUCCIÓ	89
2. OBJECTIUS	91
3. MATERIALS I MÈTODES	92
3.1. DESCRIPCIÓ DE LA FINCA I PRÀCTIQUES CULTURALS	92
3.2. TRACTAMENTS	95
3.3. DADES CLIMÀTIQUES.....	98
3.4. CARACTERITZACIÓ DE LA FERTILITAT DEL SÒL.....	98
3.5. FLORA DE LES COBERTES	99
3.6. CONTINGUT D'AIGUA DEL SÒL.....	99
3.7. RADIACIÓ FOTOSINTÈTICAMENT ACTIVA.....	100
3.8. CONTINGUT DE CLOROFIL·LA.....	100
3.9. CREIXEMENT DELS ARBRES, PRODUCCIÓ I QUALITAT DE LA COLLITA.....	100
3.10. PRESÈNCIA DE PLAGUES I ENEMICS NATURALS A LES POMERES	101
3.11. DISSENY EXPERIMENTAL I ANÀLISI ESTADÍSTICA	102
4. RESULTATS	103
4.1. DADES CLIMÀTIQUES.....	103
4.2. CARACTERITZACIÓ DE LA FERTILITAT DEL SÒL.....	103
4.3. FLORA DE LES COBERTES	105
4.4. CONTINGUT D'AIGUA DEL SÒL.....	112
4.5. RADIACIÓ FOTOSINTÈTICAMENT ACTIVA.....	113
4.6. CONTINGUT DE CLOROFIL·LA.....	114
4.7. CREIXEMENT DELS ARBRES, PRODUCCIÓ I QUALITAT DE LA COLLITA.....	115
4.7.1. <i>Creixement dels arbres</i>	115
4.7.2. <i>Producció i qualitat de la collita</i>	116
4.8. PRESÈNCIA DE PLAGUES I ENEMICS NATURALS A LES POMERES	118
4.8.1. <i>Pugó gris</i>	118
4.8.2. <i>Pugó verd</i>	118
4.8.3. <i>Tigre del perer</i>	118
4.8.4. <i>Mòmies de pugons</i>	121
4.8.5. <i>Crisopes</i>	123
4.8.6. <i>Àcar roig</i>	123
4.8.7. <i>Altres enemics naturals</i>	123
4.8.8. <i>Dany en fruits</i>	126
5. DISCUSSIÓ	126
6. CONCLUSIONS	131
7. BIBLIOGRAFIA	132

1. Introducció

La presència de flora arvense a les finques de fruiters acostuma a trobar-se al carrer deixant lliure l'espai situat sota la fila dels arbres. La competència per aigua i nutrients entre la flora arvense i el cultiu recomana aquesta pràctica especialment en els primers anys de la plantació (Brown *et al.*, 1997; Hartley *et al.*, 2000; Harrington *et al.*, 2005). La coberta vegetal situada al carrer protegeix el sòl contra la compactació, permet el pas de maquinària després de pluges abundants, manté els nivells de matèria orgànica que ajuden a la conservació de l'estructura del sòl, disminueix l'erosió per escolament superficial, redueix l'erosió per esquitx evitant la formació de crosta superficial i en conseqüència millora la infiltració de l'aigua al sòl, evita entollaments degut a un millor drenatge i al seu propi consum d'aigua, reduint l'asfíxia radicular (Porta *et al.*, 1994).

La competència exercida per la flora arvense ubicada sota la fila dels arbres ha estat àmpliament estudiada i contrastada en diferents cultius (Hartley, 1988; Zimdahl, 1993; Harrington *et al.*, 2005). En canvi, la majoria dels treballs que estudien les relacions de competència entre la flora arvense present al carrer i cultius arboris s'han dut a terme en cultius com l'olivera (*Olea europaea* L.) i la vinya (*Vitis vinifera* L.). En olivers plantats en regions amb baixa pluviometria i sense reg s'aconsella l'eliminació de la capa herbosa en les èpoques de màxim consum d'aigua per part de la flora arvense per evitar reducció de collita (Saavedra i Pastor, 2002). En el cas de la vinya, la coberta vegetal present al carrer també s'utilitza com a eina per millorar la qualitat de la collita (Wheeler i Pickering, 2003).

D'altra banda, les cobertes vegetals s'han descrit com a infraestructures ecològiques per a la promoció d'enemics naturals (Boller *et al.*, 2004) i per al control de plagues basant-se en la premissa que la diversitat promou l'estabilitat en els agroecosistemes (Norris i Kogan, 2005). En el cultiu de fruiters s'acostuma a deixar una franja més o menys ampla de flora arvense entre les files incrementant d'aquesta manera la diversitat floral. En producció integrada, la presència de cobertes vegetals és un requisit i, en el cas de la normativa de la Generalitat de Catalunya, l'amplada d'aquestes ha de ser de com a mínim el 70% de la superfície compresa entre les files dels arbres (DOGC, 2001).

Les cobertes vegetals poden estar formades per flora espontània o bé per espècies sembrades. Altieri i Schmidt (1985) van sembrar en una finca de pomeres (*Malus domestica* Borkhausen) dues espècies de sègol (*Secale* spp.) i dues de trèvol (*Trifolium* spp.) i van comparar la seva capacitat per albergar fauna auxiliar respecte la flora espontània. En aquest assaig, *Trifolium repens* L. i *Trifolium fragiferum* L. van ser les espècies on s'hi van trobar més enemics naturals entre els que cal destacar hemípters depredadors (*Orius* spp., Nabidae, *Geocoris* spp. i alguns Reduviidae) i himenòpters parasitoides (Ichneumonidae). Fitzgerald i Solomon (2004) van estudiar la capacitat de 14 plantes per atreure enemics naturals i van identificar *Anthemis arvensis* L. com a bon atraient d'antocòrids (Hemiptera: Anthocoridae), aranyes (Araneae) i parasitoides (Hymenoptera: Aphidiidae) i a *Centaurea cyanus* L. com a bon atraient de coccinèl·lids (Coleoptera: Coccinellidae).

Però el fet que la presència d'enemics naturals a les cobertes sigui elevada no implica necessàriament que també ho sigui en els arbres (Altieri i Schmidt, 1985). En un treball realitzat per Haley i Hogue (1990) on s'estudiava la capacitat de 4 cobertes per incrementar la presència de depredadors de pugons, els únics enemics naturals presents tant a les cobertes com als arbres van ser els sírfids (Diptera: Syrphidae).

A la bibliografia existeixen doncs, treballs amb resultats contradictoris sobre la capacitat de les cobertes vegetals per incrementar la fauna auxiliar en els arbres. Fitzgerald i Solomon (2004) van veure com bandes florides en pomera augmentaven el nombre d'antocòrids en els arbres sense tenir efectes en les poblacions del fitoseid *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari: Phytoseiidae). En aquest mateix treball, les cobertes vegetals tampoc van incrementar el nombre d'enemics naturals en els pereres (*Pyrus communis* L.). Brown i Glenn (1999) van trobar que les poblacions d'enemics naturals en els arbres amb coberta vegetal va ser similar a la dels arbres sense coberta. En canvi, Wyss (1999) va arribar a la conclusió que les cobertes vegetals incrementaven les poblacions d'aranyes i de depredadors de pugons en les pomeres.

Si les cobertes vegetals no tenen un efecte clar en la promoció d'enemics naturals en els fruiters, tampoc el tenen en el control de plagues. Brown i Glenn (1999) troben més danys en fruit per l'efecte de les plagues en pomeres amb coberta que sense coberta, i segons Vogt i Weigel (1999) les bandes florides augmenten les colònies de pugó gris

(*Dysaphis plantaginea* Passerini (Hemiptera: Aphidae)) als arbres respecte una coberta cespitosa. Fitzgerald i Solomon (2004) no detecten efecte de les bandes florides en les poblacions de l'àcar fitòfag *Aculus schlechtendali* Nalepa (Acari: Eriophyidae) en pomera, ni en les de psil·la (*Cacopsylla pyricola* Förster (Hemiptera: Psyllidae)) en perera. En canvi, Brown *et al.* (1997) troben que les cobertes vegetals disminueixen les poblacions de pugons del gènere *Aphis* i Wyss (1999) va observar una disminució de les poblacions de pugó verd (*Aphis pomi* De Geer (Hemiptera: Aphidae)) i del pugó gris en pomeres amb coberta. Bugg i Waddington (1994) van trobar que el parasitoidisme en larves de carpocapsa (*Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)) i *Malacosoma americanum* Fabricius (Lepidoptera: Lasiocampidae) és major en finques amb gran abundància de flors.

El fet que existeixin treballs amb resultats contradictoris pel que fa a la promoció de les cobertes vegetals en les poblacions de fauna auxiliar i en el control de plagues pot ser degut a les diferents condicions en les quals s'han dut a terme els assajos (composició i recobriment de la coberta, clima, pressió de plaga, conducció de l'arbre, espècie, varietat, etc). Això indica que cal estudiar les interaccions entre flora, fauna auxiliar i plaga per a cada situació tipus (Norris i Kogan, 2005).

2. Objectius

A la zona mediterrània, no hi ha cap treball que estudiï la influència de les cobertes vegetals en plantacions de pomera en la promoció d'enemics naturals, en control de plagues com tampoc en el creixement i producció dels arbres. Donada la manca d'informació en aquests aspectes, els objectius d'aquest treball foren:

1. Avaluar la influència de diferents cobertes vegetals en el creixement i producció d'una plantació de pomeres en cultiu ecològic.
2. Avaluar la influència d'aquestes cobertes vegetals en la incidència de plagues i presència d'enemics naturals en una plantació de pomeres en cultiu ecològic.

3. Materials i Mètodes

3.1. Descripció de la finca i pràctiques culturals

Els assajos es van realitzar des del 2004 fins al 2006 a la finca de l'IRTA de les Borges Blanques (Les Garrigues, Lleida, coordenades UTM X: 320794, Y: 4597395). La parcel·la d'assaig té una superfície de 1,5 ha de les quals 1,03 ha estan plantades de pomera 'Fuji Kiku 8[®]' sobre portaempelt M9 T337 i 'Fuji Rakuraku[®]' sobre portaempelt Pajam 2[®] i pol·linitzades per 'Granny Smith' sobre portaempelt Pajam 1[®] a raó d'1 fila de pol·linitzant per 4 de Fuji. Les pomeres es van plantar al gener del 2003 a un marc de 4 m x 1,4 m. La finca disposa d'un sistema de reg localitzat per degoteig i la programació de reg es realitza mitjançant el mètode del balanç hídric a partir de les dades de l'estació automàtica de Castellans de la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya. L'aigua de reg prové del Canal d'Urgell, les característiques químiques de la qual es descriuen a la Taula 1.

Taula 1.- Característiques químiques de l'aigua de reg. Anàlisi realitzada el 17 d'abril de 2000 pel Servei de Laboratori Agroalimentari del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya.

Determinació	Resultat	Mètode analític
pH	7,6	PNT01M402-POTENCIOMÈTRIC
CE a 25°C	0,68 dS·m ⁻¹	PNT01M402-CONDUCTIMÈTRIC
Sodi (Na)	0,63 meq·L ⁻¹	PNT01042-ICP-AES
Calci (Ca)	4,7 meq·L ⁻¹	PNT01042-ICP-AES
Magnesi (Mg)	1,96 meq·L ⁻¹	PNT01042-ICP-AES
Potassi (K)	0,05 meq·L ⁻¹	PNT01042-ICP-AES
Clorurs (Cl ⁻)	0,38 meq·L ⁻¹	PNT010410-ELECTROFORESI CAPIL.
Sulfats (SO ₄ ²⁻)	5,34 meq·L ⁻¹	PNT010410-ELECTROFORESI CAPIL.
Bicarbonats (HCO ₃ ⁻)	1,9 meq·L ⁻¹	PNT01M406-VOLUMÈTRIC
Nitrats (NO ₃ ⁻)	0,07 meq·L ⁻¹	PNT010410-ELECTROFORESI CAPIL.

El control de la flora arvense sota la fila dels arbres es va realitzar mitjançant una fresa vertical que cultivava una amplada de 50 cm. A cada fila es va realitzar una passada a cada banda dels arbres, quedant una amplada de 100 cm de sòl cultivat. Els tractaments fitosanitaris i l'adobat es van realitzar seguint la normativa de producció agrària ecològica (CEE, 1991).

La parcel·la de pomeres es va plantar en un sòl Xerochrept gypsic (SSS, 2006), sense pedregositat superficial ni afloraments rocosos. En l'estudi del perfil del sòl realitzat el 14 d'abril de 1991 pel Servei de Sòls i Fertilitzants del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya, i revisat el 2002 amb una nova calicata, es van distingir 7 horitzons:

- 0-29 cm. Horitzó Ap. Lleugerament humit. Color 7,5 YR 4,5/6 (marró) en humit. Sense taques. En estat d'oxidació. Molt pocs elements grossos. Textura franc-argilo-llimosa. Consistència molt compacte i ferm. Estructura massissa. No cimentat. Poca matèria orgànica. Forta nivellació i compactació. Arrels limitades per horitzó molt compacte. Reacció a l'HCl (11%) d'intensitat alta. Sense acumulacions. Límit inferior abrupte per l'efecte del conreu pla. Epipedió ochric.
- 29-34 cm. Horitzó Ab1. Humit. Color 7,5 YR 5/6 (castany fort) en humit. No hi ha taques. En estat d'oxidació. Molt pocs elements grossos. Textura franc-llimosa. Estructura massissa. Consistència molt compacte i molt ferm. No cimentat. Forta nivellació i compactació. Arrels limitades per horitzó molt compacte. Reacció a l'HCl (11%) d'intensitat alta. Sense acumulacions. Límit inferior net i pla.
- 34-54 cm. Horitzó Ab2. Humit. Color 7,5 YR 4/6 (marró) en humit. No hi ha taques. En estat d'oxidació. Molt pocs elements grossos. Textura franc-argilo-llimosa. Estructura dèbil, en blocs subangulars, mitjana. Consistència molt compacte i molt ferm. No cimentat. Presència de carbó vegetal. Forta nivellació. Arrels limitades per horitzó molt compacte. Reacció a l'HCl (11%) d'intensitat alta. Sense acumulacions. Límit inferior net i pla.
- 54-90 cm. Horitzó Bw. Humit. Color 7,5 YR 4/4 (marró) en humit. No hi ha taques. En estat d'oxidació. Molt pocs elements grossos. Textura franc-argilo-llimosa. Estructura dèbil, en blocs subangulars, mitjana. Consistència compacte, friable. No cimentat. Reacció a l'HCl (11%) d'intensitat alta. Sense acumulacions. Límit inferior net i pla.

- 90-125 cm. Horitzó Bwy1. Humit. Color 7,5 YR 4/6 (marró) en humit. No hi ha taques. En estat d'oxidació. Molt pocs elements grossos. Textura franc-argilo-llimosa. Estructura dèbil, en blocs subangulars, mitjana. Consistència compacte, friable. No cimentat. Reacció a l'HCl (11%) d'intensitat alta. Acumulacions poc freqüents, vermiformes de guix. Límit inferior gradual i pla.
- 125-165 cm. Hortizó Bwy2. Moll. Color 10 YR 4/6 (marró) en humit. Taques freqüents, petites, d'oxidoreducció, de manganès. En estat d'oxidació. Pocs elements grossos, calcàries. Textura franc-argilo-llimosa. Estructura moderada, en blocs subangulars, fins. Consistència compacte, molt friable. No cimentat. Reacció a l'HCl (11%) d'intensitat alta. Acumulacions poc freqüents, vermiformes de guix. Límit inferior net i pla.
- 168-180 cm. Hortizó 2C. Calcàries molt fracturades, no cimentades.

Les característiques físiques i químiques del sòl es descriuen a la Taula 2 i Taula 3, respectivament. És un sòl ben drenat amb el nivell freàtic a 1,75 m de profunditat. La qualitat de l'aigua de la capa freàtica s'especifica a la Taula 4.

Taula 2.- Característiques físiques dels horitzons del sòl (15 d'abril de 1991). Anàlisi realitzada pel Servei de Sòls i Fertilitzants del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya.

Horitzó genètic	Profunditat (cm)	Granulometria (%)			Classe textural USDA	Humitat gravimètrica (%)		Densitat aparent (kg·m ⁻³)
		Arena	Llim	Argila		-33 kPa	-1500 kPa	
Ap	0-29	17,3	46,7	34,4	FAGL	26,85	13,9	1706
Ab1	29-34	-	-	-	-	-	-	1810
Ab2	34-54	10,7	49,5	37,9	FAGL	20,0	11,9	1650
Bw	54-90	16,5	49,9	33,3	FAGL	27,0	18,2	1593
Bwy1	90-125	16,5	47,2	32,5	FAGL	22,6	9,9	1663
Bwy2	125-165	19,1	46,8	30,56	FAGL	23,3	10,6	1731

Taula 3.- Característiques químiques dels horitzons del sòl (15 d'abril de 1991). Anàlisi realitzada pel Servei de Sòls i Fertilitzants del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya.

Horitzó genètic	Profunditat (cm)	pH		CE 1:5 (dS·m ⁻¹ a 25°C)	Matèria orgànica	Carbonat càlcic eq. (%)	Calcària activa (%)	Guix (%)	Fertilitat	
		H ₂ O 1:2,5	Pasta saturada						P Olsen (ppm)	K AcONH ₄ (ppm)
Ap	0-29	8,3	7,4	0,34	1,72	25,6	10,9	-	15	363
Ab1	29-34	8,1	-	1,87	0,46	29,1	9,8	-	2	168
Ab2	34-54	8,1	7,6	2,11	1,16	25,1	11,4	-	0	168
Bw	54-90	8,3	7,6	0,57	1,78	25,5	10,4	-	-	-
Bwy1	90-125	8,1	7,6	2,26	1,03	27,1	11,1	7,19	-	-
Bwy2	125-165	8,2	7,7	1,75	0,61	38,1	12,7	2,58	-	-

Taula 4.- Característiques químiques de l'aigua de la capa freàtica. Anàlisi realitzada el 17 d'abril de 2000 pel Servei de Laboratori Agroalimentari del Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca de la Generalitat de Catalunya.

Determinació	Resultat	Mètode analític
pH	7,7	PNT01M402-POTENCIOMÈTRIC
CE a 25°C	4,4 dS·m ⁻¹	PNT01M402-CONDUCTIMÈTRIC
Sodi (Na)	8,99 meq·L ⁻¹	PNT01042-ICP-AES
Calci (Ca)	27,74 meq·L ⁻¹	PNT01042-ICP-AES
Magnesi (Mg)	37,29 meq·L ⁻¹	PNT01042-ICP-AES
Potassi (K)	0,10 meq·L ⁻¹	PNT01042-ICP-AES
Clorurs (Cl)	3,93 meq·L ⁻¹	PNT010410-ELECTROFORESI CAPIL.
Sulfats (SO ₄ ²⁻)	62,44 meq·L ⁻¹	PNT010410-ELECTROFORESI CAPIL.
Bicarbonats (HCO ₃ ⁻)	5,00 meq·L ⁻¹	PNT01M406-VOLUMÈTRIC
Nitrats (NO ₃ ⁻)	0,44 meq·L ⁻¹	PNT010410-ELECTROFORESI CAPIL.

3.2. Tractaments

En aquest assaig es va avaluar l'efecte de 6 tractaments:

1. Plantago (PI): coberta vegetal espontània amb predomini de *Plantago lanceolata* L.
2. Cultiu mínim (CM): coberta vegetal espontània on es realitzen els controls mecànics de flora necessaris per mantenir la capa herbosa a una alçada inferior a 50 cm.

3. Cultiu freqüent (CF): coberta vegetal espontània on es realitzen els controls mecànics de flora necessaris per mantenir la capa herbosa a una alçada inferior a 30 cm.
4. Sòl desherbat (SD): sòl on no hi cap mena de coberta, el manteniment de la coberta desherbada es realitza manualment.
5. Festuca (Fa): coberta sembrada de *Festuca arundinacea* Schreber.
6. Trèvol (Tr): coberta sembrada de *T. repens*.

A l'inici de l'assaig (abril 2004), la parcel·la es va dividir en 4 blocs i es va definir la parcel·la elemental com l'espai comprès entre 4 files de 8 arbres cada fila, formant 3 carrers i ocupant un superfície de 134,4 m² (Figura 1). Les cobertes vegetals estaven situades a la part central del carrer separades 0,5 m dels arbres. Sota la fila dels arbres es va treballar el sòl mitjançant una fresa vertical per tal de deixar una amplada d'1 m lliure de flora. A cada bloc es va seleccionar la parcel·la elemental que tenia a *P. lanceolata* com a espècie predominant i en aquesta parcel·la es va assignar el tractament Pl. La resta de tractaments es van distribuir a l'atzar dins de cada bloc (Figura 2). Les mesures es van realitzar a la part central de la parcel·la elemental. D'aquesta manera, es van utilitzar els 8 arbres de les dues fileres centrals (4 arbres per fila) i el carrer del mig (Figura 1).

Per tal d'instal·lar les cobertes Fa i Tr es van fer tres sembres (Taula 5): a primavera i tardor de 2004 i a primavera de 2005. Després de la sembra de 2005 es va realitzar un reg de suport per microaspersió de 5 mm.

Durant el període d'assaig es van realitzar les operacions culturals pertinents per tal d'assegurar el manteniment de les cobertes (Taula 6). A més a més, després de l'esporga es va passar la picadora per totes les cobertes.

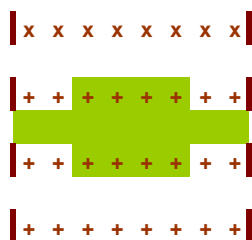


Figura 1.- Croquis de la parcel·la elemental de l'assaig de les cobertes vegetals. La zona ombrejada correspon als arbres i superfície de control (+ 'Fuji Rakuraku[®]', x 'Granny Smith[®]').

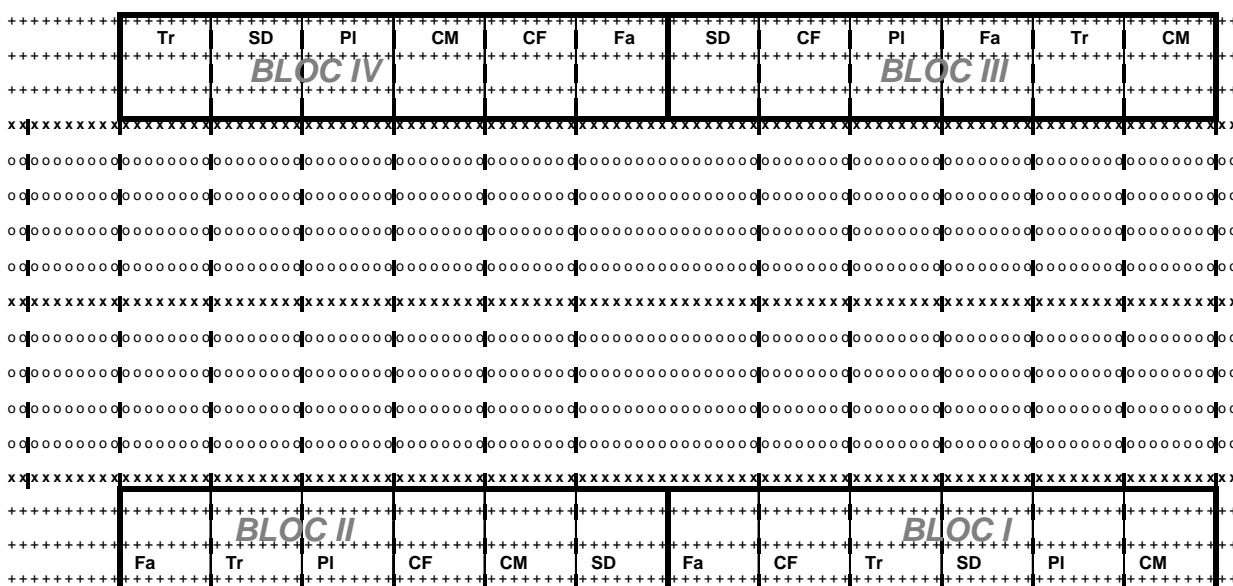


Figura 2.- Croquis de l'assaig de les cobertes vegetals. PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol. +: 'Fuji Rakuraku[®]', x: 'Granny Smith[®]', o: 'Fuji Kiku[®]'.

Taula 5.- Data i dosi de sembra.

Data	Espècie	Dosi de sembra (kg·ha ⁻¹)
20/5/04	<i>T. repens</i>	27,5
	<i>F. arundinacea</i>	48
4/10/04	<i>T. repens</i>	27,5
	<i>F. arundinacea</i>	48
1/4/05	<i>T. repens</i>	72
	<i>F. arundinacea</i>	109

Taula 6.- Operacions culturals realitzades per al manteniment de les cobertes.

Data	Operació	Coberta
5-5-04	Picadora	CF
14-5-04	Preparació de terreny per sembrar	Tr, Fa
20-5-04	Sembra	Tr, Fa
9-7-04	Picadora	PI, CF
21-9-04	Picadora	Tr, Fa
4-10-04	Sembra	Tr, Fa
10-2-05	Picadora	PI, CM, CF, Tr, Fa, SD
1-4-05	Preparació del terreny per sembrar i sembra	Tr, Fa
2-6-05	Picadora	Tr, Fa
14-6-05	Picadora	CF, Tr, Fa
23-8-05	Picadora	Tr, Fa
2-2-06	Picadora	PI, CM, CF, Tr, Fa, SD
31-3-06	Picadora	PI, CF, Tr, Fa
3-5-06	Segadora	PI, CF, Tr, Fa
6-7-06	Picadora	PI, CF, Tr, Fa
21-11-06	Picadora	PI, CF, Tr, Fa

PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol.

3.3. Dades climàtiques

Les dades de precipitació es van obtenir de l'estació automàtica de Castellldans situada a 7 km al sud-oest de la finca d'assaig i pertanyent a la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya.

3.4. Caracterització de la fertilitat del sòl

El contingut de nutrients i de matèria orgànica (Taula 7) es va determinar mitjançant l'anàlisi d'una mostra de sòl presa a 30 cm de profunditat i en 2 punts de la superfície de control de cada parcel·la elemental. El mostreig es va realitzar el 7 de febrer de 2007 i les mostres van ser analitzades pel Laboratori Agroambiental Applus de Sidamon, Lleida.

Taula 7.- Variables analitzades del sòl de les cobertes vegetals.

Variable	Mètode analític	Unitats
Contingut de matèria orgànica oxidable	Volumètric	%
Contingut de nitrogen nítric		mg N-NO ₃ ·kg ⁻¹
Contingut de nitrogen Kjeldahl	Kjeldahl	sms %
Contingut de fósfor assimilable	Olsen	ppm
Contingut de potassi	Extracte d'acetat amònic	ppm
Contingut de magnesi	Extracte d'acetat amònic	ppm
Contingut de calci	Extracte d'acetat amònic	ppm
Contingut de sodi	Extracte d'acetat amònic	ppm

3.5. Flora de les cobertes

La presència de flora en les cobertes vegetals així com la presència de sòl nu es va avaluar mitjançant l'índex d'abundància i cobertura de Braun-Blanquet (1979) (Taula 8) en tota la superfície del carrer central de cada parcel·la elemental. Les mesures es van realitzar el 20 d'agost de 2004, l'1 de juny i 22 d'agost de 2005 i el 19 de maig i 17 d'agost de 2006. Per a l'anàlisi estadística, les dades es van transformar segons

$\arcsin \sqrt{\frac{x}{100}}$, essent x el valor mitjà de la classe.

Taula 8.- Índex d'abundància i cobertura de Braun-Blanquet (Braun-Blanquet, 1979).

Índex	Valor mitjà	Descripció
+	0,1%	Planta escassa amb un valor de cobertura inferior a l'1% de la superfície mostrejada.
1	5%	Planta abundant però amb baix nivell de cobertura, o bé planta escassa però amb una cobertura de l'1% al 10% de la superfície mostrejada.
2	17,5%	Planta molt abundant però amb una cobertura escassa, o bé planta amb una cobertura del 10% al 25% de la superfície mostrejada.
3	37,5%	Planta amb una cobertura del 25% al 50% de la superfície mostrejada.
4	62,5%	Planta amb una cobertura del 50% al 75% de la superfície mostrejada.
5	87,5%	Planta amb una cobertura superior al 75% de la superfície mostrejada.

3.6. Contingut d'aigua del sòl

El contingut d'aigua al sòl es va mesurar el 25 de maig, 25 de juliol i 9 d'octubre de 2006. Es van prendre mostres de sòl de la part central de les cobertes CM, CF i SD a 20, 40 i 60 cm de profunditat mitjançant una barrina. Un cop pesades les mostres es

van posar en una estufa a 75°C fins a pes constant (15 dies). A través de la diferència entre el pes sec (M_s) i l'humit es va obtenir la quantitat d'aigua de la mostra (M_w). A partir d'aquesta dada i el pes sec es va obtenir contingut màssic d'aigua del sòl (w) utilitzant [1].

$$w = \frac{M_w}{M_s} \quad [1]$$

3.7. Radiació fotosintèticament activa

La radiació fotosintèticament activa (PAR) reflectida per les cobertes es va mesurar el 3 d'agost de 2005 i el 21 d'agost de 2006. Per a tal efecte es va utilitzar un sensor de PAR (SunScan SS1 versió 1.05, Delta-T Devices). Les mesures es van fer entre les 11:30 i 12:30 hora solar al carrer central de cada parcel·la elemental i seguint l'ordre en què estaven disposades en el camp. A cada parcel·la elemental es va mesurar en primer lloc la radiació incident i tot seguit la radiació reflectida. Els punts de mesura de la radiació reflectida es van distribuir homogeniament en tota la superfície del carrer central de la parcel·la elemental. L'any 2005, en cada parcel·la elemental es van fer 3 mesures de radiació incident i 14 de radiació reflectida; mentre que al 2006 a cada parcel·la elemental es van fer 3 de mesures radiació incident i 6 de radiació reflectida. A partir d'aquestes dues dades es va obtenir el percentatge de PAR reflectida per les cobertes utilitzant [2].

$$\text{PAR (\%)} = \frac{\text{PAR reflectida}}{\text{PAR incident}} \cdot 100 \quad [2]$$

3.8. Contingut de clorofil·la

El contingut de clorofil·la de les fulles es va mesurar el 22 d'agost de 2006 mitjançant un mesurador de clorofil·la (SPAD versió 502, Minolta). Es van mostrejar 16 fulles per parcel·la elemental (4 fulles per arbre en 4 arbres), realitzant una mesura de SPAD per fulla.

3.9. Creixement dels arbres, producció i qualitat de la collita

El creixement dels arbres es va avaluar mitjançant mesures del perímetre del tronc a 20 cm per sobre del punt d'empelt el 7 de juliol i 19 de novembre de 2004, al 16 de març de 2006 i al 2 de maig de 2007.

La producció dels arbres es va avaluar en el moment de la collita pesant i comptant el número de fruits dels 8 arbres control. La distribució de calibres de la collita es va determinar a partir d'una mostra de 20 kg i 30 kg per parcel·la elemental al 2005 i 2006, respectivament. Per a tal efecte es va utilitzar una classificadora comercial (30/98, Sammo) que utilitza el pes del fruit com a estimador del calibre.

De cada parcel·la elemental es va agafar una mostra de 20 fruits per tal de determinar la qualitat de la collita (fermesa, índex midó, contingut de sòlids solubles i acidesa). La fermesa es va mesurar mitjançant un penetròmetre electrònic (Penefel, Ctifl-Copa) realitzant 2 mesures (una per cara) i expressant els resultats en kg. L'índex midó es va avaluar mitjançant l'escala de l'1 al 10 (EUROFRU). El contingut de sòlids solubles es va determinar a partir del suc de poma de la mostra conjunta de 20 fruits, amb un refractòmetre digital (PR-100, Atago) expressant els resultats en °Brix. L'acidesa es va mesurar a la mostra conjunta del suc dels 20 fruits mitjançant una valoració àcid-base de 10 mL de suc amb NaOH 0,1N fins a pH de 8,2. Aquestes determinacions es van realitzar al 2005 i 2006.

3.10. Presència de plagues i enemics naturals a les pomeres

Amb periodicitat setmanal es van realitzar recomptes visuals en 10 brots per arbre en els 8 arbres control de les parcel·les elementals per seguir la presència de pugó gris, pugó verd, tigre del perer (*Stephanitis pyri* Fabricius (Hemiptera: Tingidae)) i enemics naturals. Es va anotar la presència/absència d'aquests artròpodes i es va calcular el percentatge de brots ocupats. L'any 2004 els recomptes van començar el 16 de juny i van acabar el 29 de novembre; per al 2005 es mostren recomptes des del 6 de maig fins el 9 de desembre, i per al 2006, des del 7 d'abril fins el 19 de desembre.

A més a més, es va avaluar els danys en fruits ocasionat per pugó gris, carpocapsa, ocells i mosca de la fruita (*Ceratitis capitata* Wiedemann (Diptera: Tephritidae)) en el moment de la collita al 2005 i 2006. Es va comptar el número de fruits afectats per aquestes plagues i es va calcular el percentatge de fruits amb danys. Al 2005 es van mostrejar el 75% dels fruits mentre que al 2006, el 20%.

3.11. Disseny experimental i anàlisi estadística

Es va realitzar un disseny experimental en blocs complets a l'atzar amb 4 repeticions. Les dades es van sotmetre a l'anàlisi de la variància i les mitjanes van ser comparades mitjançant el Test de Rang Múltiple de Duncan amb un nivell de significació del 0,05.

En l'estudi de la dinàmica poblacional de plagues i enemics naturals es va incorporar el factor temps en una anàlisi de mesures repetides. En aquest cas es va seguir un disseny de blocs dividits en el que el factor principal va ser el tractament i el secundari, el temps. Es va comprovar que la matriu de variàncies-covariàncies de les mesures repetides satisfés la condició de Huynh-Feldt mitjançant un test d'esfericitat de les dades. Quan les dades no complien aquest test es van corregir els graus de llibertat del numerador i denominador de la prova F de la variable en qüestió a través del valor ϵ de Box (Milliken i Johnson, 1992) i es van sotmetre de nou les dades a l'anàlisi de la variància. Quan no hi va haver interacció entre el factor tractament i temps, es van separar les mitjanes a través del Test de Rang Múltiple de Duncan. En cas contrari, es va realitzar una anàlisi de tendències programant contrastos lineals, quadràtics i fins a n-1 dates de mostreig. Per aquells contrastos d'interès es va realitzar una anàlisi de la variància i es van transformar les dades segons els coeficients de la matriu de contrastos ortogonals. Un cop transformades les dades es van separar les mitjanes mitjançant el Test de Rang Múltiple de Duncan.

Les dades corresponents a l'estudi de la dinàmica poblacional de plagues i enemics naturals es van transformar mitjançant l'arrel quadrada de $x+0,5$.

Es va realitzar una regressió lineal entre la superfície de sòl nu de les cobertes i la radiació fotosintèticament activa (PAR) reflectida per aquestes.

Totes les anàlisis estadístiques es van realitzar mitjançant el paquet estadístic SAS[®] (Enterprise Guide, versió 2.0.0.417) (SAS Institute, 2000).

4. Resultats

4.1. Dades climàtiques

El règim pluviomètric durant els tres anys d'assaig va ser diferent. Durant la primavera de 2004 es van acumular 144 mm que van representar el 43% de la precipitació anual, mentre que les pluges de l'estiu i la tardor van ser menors (35 mm i 61 mm, respectivament). El 2005 es va caracteritzar per un hivern sec (21 mm) i una tardor plujosa (151 mm). Les pluges de primavera es van concentrar al maig mentre que les d'estiu es van distribuir entre agost i setembre. El 2006 va ser un any sec (247 mm) respecte el 2004 i 2005 (332 mm i 271 mm respectivament). Les precipitacions de gener (35 mm) van ser succeïdes per 6 mesos amb una pluviometria acumulada de 26 mm. Les pluges de setembre van ser les més importants de l'any (94 mm) i superiors a les acumulades al llarg de la tardor (63 mm) (Taula 9).

Taula 9.- Precipitació mensual i anual acumulada (mm). Dades corresponents a l'estació automàtica de Castellidans de la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya.

Mes	2004	2005	2006
gener	7	3	35
febrer	46	5	3
març	40	13	7
abril	88	4	3
maig	51	40	1
juny	5	8	1
juliol	28	3	10
agost	4	18	29
setembre	2	26	94
octubre	25	66	35
novembre	3	76	8
desembre	33	9	21
<i>Total anual</i>	<i>332</i>	<i>271</i>	<i>247</i>

4.2. Caracterització de la fertilitat del sòl

La presència de cobertes vegetals durant els tres anys d'assaig no va afectar el percentatge de matèria orgànica del sòl ni el contingut de potassi, fòsfor, sodi, calci i magnesi (Figura 3). En canvi, la quantitat de nitrogen nítric en les determinacions realitzades al 7 de febrer de 2007 va ser estadísticament inferior en totes les cobertes

amb vegetació (PI, CM, CF, Fa, Tr) respecte el sòl desherbat (SD). Pel que fa al nitrogen total, la coberta Tr va presentar nivells significativament superiors que les cobertes PI i CM; entre la resta de tractaments no hi van haver diferències significatives (Figura 3).

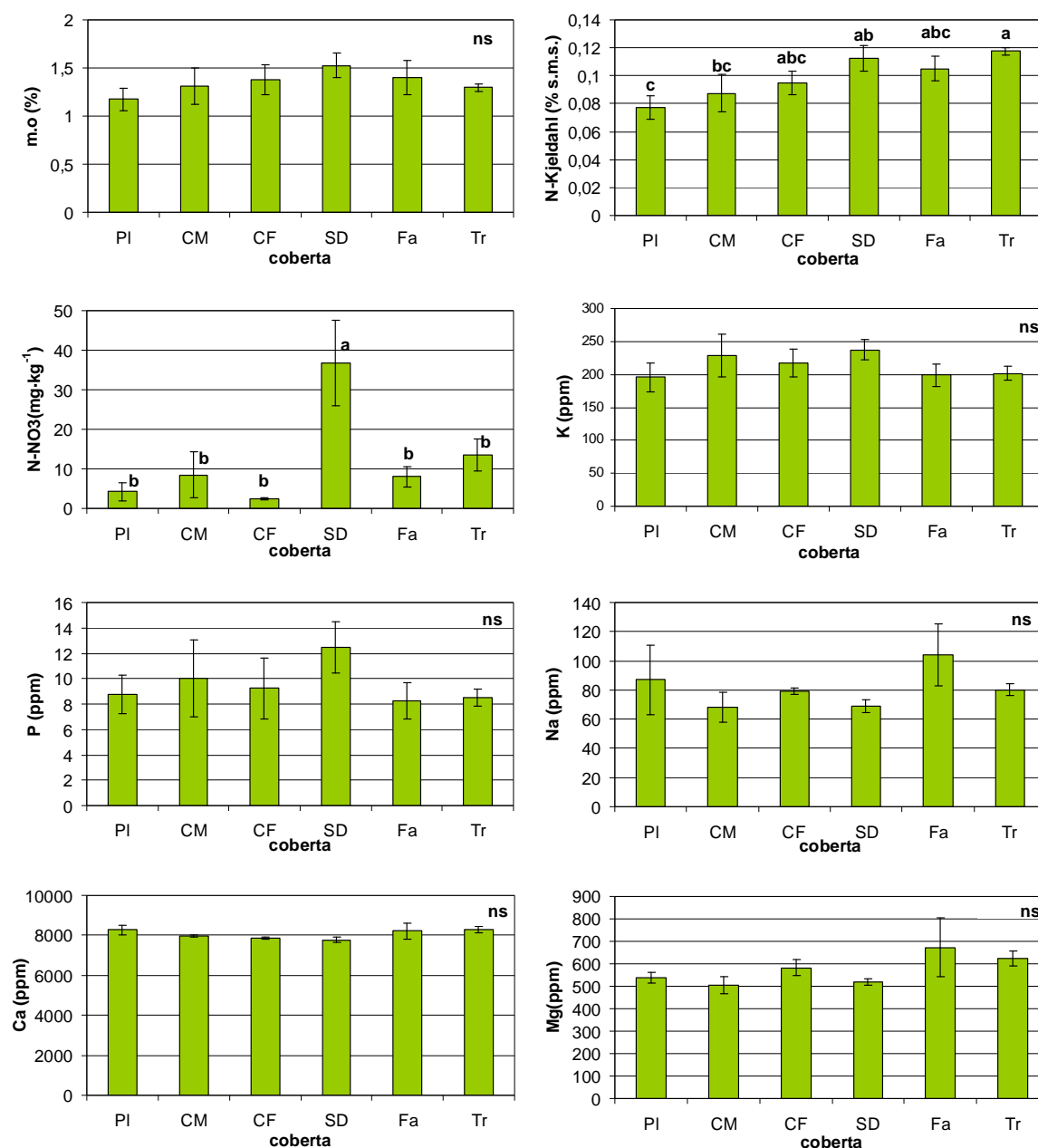


Figura 3.- Contingut de matèria orgànica oxidable (m.o.), nitrogen Kjeldahl (N-Kjeldahl), nitrogen nítric (N-NO₃), fòsfor assimilable (P), potassi (K), magnesi (Mg), calci (Ca) i sodi (Na) del sòl de les cobertes vegetals en el mostreig realitzat al 7 de febrer de 2007. PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol. Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). $n=4$. Barres verticals en les columnes indiquen l'error estàndard. ns: no significatiu.

4.3. Flora de les cobertes

La presència de *P. lanceolata* a la coberta PI va ser estadísticament superior a la resta de cobertes durant l'estiu de 2004 (Taula 10). Les cobertes CM i CF van presentar una composició floral similar essent *Picris echioides* L. l'espècie amb un índex de cobertura i abundància més elevat i significativament superior a la resta de cobertes. En aquest any, les sèmres de *F. arundinacea* i *T. repens* no van germinar, de manera que les espècies més abundants a les cobertes Fa i Tr i van ser *Chenopodium* spp amb un índex significativament superior respecte la resta de tractaments. El sòl nu va ser la situació més abundant a la coberta SD, similar a les cobertes Fa i Tr i superior a les cobertes PI, CM i CF. De fet, i malgrat la presència de diferents espècies a les cobertes vegetals, el sòl nu va ser la situació predominant a totes les cobertes durant l'estiu de 2004 (Taula 10).

Les espècies més abundants a les cobertes PI, Fa i Tr durant la primavera i l'estiu de 2005 i 2006 van ser aquelles que definien el tractament: *P. lanceolata* a la coberta PI, *F. arundinacea* a la coberta Fa i *T. repens* a la coberta Tr. *F. arundinacea* només va estar present a Fa i *T. repens* va ser exclusiu de Tr (Taula 11, Taula 12, Taula 13 i Taula 14). En canvi, l'índex d'abundància i cobertura de *P. lanceolata* a la coberta PI va ser similar a CM i CF i estadísticament superior a SD, Fa i Tr. Les cobertes CM i CF van tenir la mateixa espècie predominant: *P. lanceolata* a la primavera i a l'estiu de 2005 i *Hordeum murinum* L. a la primavera i a l'estiu de 2006. A l'estiu de 2006 *H. murinum* estava sec i erecte a la coberta CM mentre que a CF es trobava sec però ajagut i trinxat (Taula 11, Taula 12, Taula 13 i Taula 14).

A part de les espècies predominants, a cada coberta hi havia altres espècies vegetals que la caracteritzaven. A la primavera de 2005: *Beta vulgaris* L. a PI, *H. murinum* a CM, *P. echioides* i *Malva sylvestris* L. a CF i *Amaranthus* spp. i *Chenopodium* spp. a les cobertes sembrades (Taula 11). A l'estiu de 2005: *T. fragiferum* a PI, *P. echioides* a CF i *Amaranthus* spp. i *Polygonum aviculare* L. a Tr i Fa (Taula 12). A la primavera de 2006: *H. murinum* i *T. fragiferum* a PI, *Anthemis arvensis* L., *M. sylvestris*, *P. lanceolata* i *T. fragiferum* a CM. *A. arvensis*, *B. vulgaris* i *P. lanceolata* a CF, *B. vulgaris*, *P. echioides* i *P. lanceolata* a Fa i *P. lanceolata* a Tr (Taula 13). A l'estiu de 2006: *H. murinum* i *T. fragiferum* a PI, *P. echioides* a CF i *H. murinum* a Fa i Tr (Taula 14).

El sòl nu va ser la situació predominant a la coberta SD a la primavera i a l'estiu de 2005 i 2006 presentant un índex de cobertura i abundància estadísticament superior a la resta de tractaments. La presència de sòl nu a les diferents cobertes va ser diferent segons els anys. D'aquesta manera a la primavera i a l'estiu de 2005 hi va haver significativament més sòl nu a les cobertes espontànies que a les sembrades, mentre que a la primavera i a l'estiu de 2006 la presència de sòl nu va ser similar a totes les cobertes amb vegetació. D'altra banda, el sòl nu va arribar a ser la situació predominant a CM i CF a l'estiu de 2005 i a PI a l'estiu de 2006 (Taula 12 i Taula 14).

Taula 10.- Percentatge d'ocupació de les espècies presents a les cobertes vegetals el 20 d'agost de 2004.

Espècie	PI	CM	CF	SD	Fa	Tr	P>F
Sòl nu	57,5 ± 14,6 bc	37,5 ± 0,0 c	56,3 ± 12,0 bc	87,5 ± 0,0 a	81,3 ± 6,3 ab	87,5 ± 0,0 a	**
<i>Amaranthus blitoides</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 -
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0 ± 0	0,1 ± 0,0	0 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,3 ± 1,2	2,5 ± 1,4	ns
<i>Anthemis arvensis</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	-
<i>Beta vulgaris</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	-
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	-
<i>Chenopodium spp.</i>	0 ± 0,0 b	0 ± 0,0 b	0,1 ± 0,0 b	0,1 ± 0,0 b	11,9 ± 8,6 a	3,8 ± 1,2 a	*
<i>Festuca arundinacea</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	-
<i>Hordeum murinum</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	-
<i>Malva sylvestris</i>	0,1 ± 0,03	0,3 ± 1,2	2,5 ± 1,4	0,1 ± 0,0	0,3 ± 1,3	0 ± 0,0	ns
<i>Picris echioides</i>	2,6 ± 1,4 b	16,3 ± 7,7 a	13,2 ± 4,4 a	0,1 ± 0,0 b	0,1 ± 0,0 b	0 ± 0,0 b	***
<i>Plantago lanceolata</i>	25,6 ± 12,6 a	6,9 ± 3,7 b	5 ± 0,0 b	0 ± 0,0 b	0 ± 0,0 b	0 ± 0,0 b	***
<i>Poligonum aviculare</i>	0,1 ± 0,03	0,3 ± 1,2	0,3 ± 1,3	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0	ns
<i>Trifolium fragiferum</i>	0,3 ± 1,2	2,5 ± 1,4	0,3 ± 1,3	0,1 ± 0,0	0 ± 0,0	0,1 ± 0,0	ns
<i>Trifolium pratense</i>	0,3 ± 1,3	0,3 ± 1,2	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0	0 ± 0,0	ns
<i>Trifolium repens</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	-
Altres ¹	6	7	5	6	5	5	-

Mitjana ± error estàndard. PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol. Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). ns: no significatiu, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$. n=4. En negreta es marquen les espècies més abundants en cada coberta. ¹Nombre d'espècies vegetals no mencionades a la taula amb un percentatge d'ocupació inferior a l'1%.

Taula 11.- Percentatge d'ocupació de les espècies presents a les cobertes vegetals l'1 de juny de 2005.

Espècie	PI	CM	CF	SD	Fa	Tr	P>F
Sòl nu	19,4±6,7 b	24,4±8,0 b	19,4±6,7 b	87,5±0,0 a	5,6±4 c	1,3±1,23 c	***
<i>Amaranthus blitoides</i>	0±0	0±0	0±0	0,1±0,0	13,8±8,9	0,1±0,03	ns
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0±0	0±0	0,1±0,0 b	0,1±0,0 b	38,8±9,2 a	36,9±15,0 a	***
<i>Anthemis arvensis</i>	0,1±0,0	4,5±4,4	2,3±1,4	0,1±0,0	0,1±0,0	1,3±1,24	ns
<i>Beta vulgaris</i>	9,4±9,4	0,1±0,0	10,6±9,0	0±0	4,4±4,4	0,3±1,23	ns
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0±0	0±0	0±0	0±0	4,4±4,4	5,7±4,11	ns
<i>Chenopodium</i> spp.	0±0 b	0±0 b	0±0 b	0,1±0,0 b	18,2±7,6 a	10,7±9,0 a	*
<i>Festuca arundinacea</i>	0±0 b	0±0 b	0±0 b	0±0 b	75±7,2 a	0±0 b	***
<i>Hordeum murinum</i>	0,3±1,2 b	10,0±4,4 a	2,5±1,4 b	0,1±0,0 b	0,1±0,0 b	0±0 b	**
<i>Malva sylvestris</i>	0,1±0,0 b	3,8±1,3 a	6,9±3,7 a	0,1±0,0 b	0±0 b	0±0 b	**
<i>Picris echioides</i>	0,1±0,0 b	2,5±1,4 b	10,0±4,4 a	0,1±0,0 b	0,1±0,0 b	0,1±0,03 b	**
<i>Plantago lanceolata</i>	57,5±0,0 a	43,1±0,0 a	48,1±0,0 a	0,1±0,0 b	0±0 b	0,1±0 b	***
<i>Polygonum aviculare</i>	0±0	0±0	0±0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,3±1,23	ns
<i>Trifolium fragiferum</i>	0,3±1,3	2,5±1,4	0,1±0,0	0,1±0,0	0±0	0±0	ns
<i>Trifolium pratense</i>	9,4±9,4	0,3±1,2	0±0	0±0	0±0	0±0	ns
<i>Trifolium repens</i>	0±0 b	0±0 b	0±0 b	0,1±0 b	0±0 b	87,5±0 a	***
Altres ¹	12	14	13	13	13	10	-

Mitjana ± error estàndard. PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol. Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). ns: no significatiu, * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$. $n=4$. En negreta es marquen les espècies més abundants en cada coberta. ¹ Nombre d'espècies vegetals no mencionades a la taula amb un percentatge d'ocupació inferior a l'1%.

Taula 12.- Percentatge d'ocupació de les espècies presents a les cobertes vegetals el 22 d'agost de 2005.

Espècie	PI		CM		CF		SD		Fa		Tr		P>F						
Sòl nu	29,4	±8,1	b	38,8	±9,2	b	38,8	±9,2	81,3	±6,3	a	5,7	±4,13	c	2,6	±1,4	c	***	
<i>Amaranthus blitoides</i>	0	±0		0,1	±0,0		0,3	±1,3	4,5	±4,4		31,3	±18,0		24,4	±13,3		ns	
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0,1	±0,0	b	0,3	±1,2	b	0,1	±0,0	b	0,3	±1,2	b	40	±16,5	a	38,8	±21,6	a	**
<i>Anthemis arvensis</i>	0	±0		0	±0		0	±0		0	±0		0	±0		0	±0		-
<i>Beta vulgaris</i>	0,1	±0,0		0	±0		0,1	±0,0		0	±0		0,1	±0,0		0,1	±0,0		ns
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0	±0		0	±0		0	±0		0	±0		0	±0		0	±0		-
<i>Chenopodium</i> spp.	0,3	±1,3		0,1	±0,0		0,1	±0,0		0,1	±0,0		2,6	±1,4		0,2	±0,0		ns
<i>Festuca arundinacea</i>	0	±0	b	0	±0	b	0	±0	b	40	±16,5	a	0	±0		0	±0	b	***
<i>Hordeum murinum</i>	0	±0		0	±0		0	±0		0	±0		0	±0		0	±0		-
<i>Malva sylvestris</i>	0,1	±0,0		0,1	±0,0		0,3	±1,2		0	±0		0,1	±0,0		0	±0		ns
<i>Picris echioides</i>	2,5	±1,4		0,3	±1,2		5,7	±4,1		0,1	±0,0		0,3	±1,2		0,3	±1,2		ns
<i>Plantago lanceolata</i>	45,0	±10,9	a	33,8	±16,6	a	28,2	±9,4	a	0,1	±0,0	b	0,1	±0,0	b	0	±0	b	***
<i>Poligonum aviculare</i>	0,1	±0,0	b	0,3	±1,3	b	0,1	±0,0	b	0,1	±0,0	b	21,3	±9,4	a	26,3	±14,7	a	**
<i>Trifolium fragiferum</i>	10,7	±9,0		2,5	±1,4		0,3	±1,2		0,3	±1,3		0	±0		0,1	±0,0		ns
<i>Trifolium pratense</i>	0	±0	b	0,1	±0,0	a	0	±0	b	0	±0	b	0	±0	b	0	±0	b	*
<i>Trifolium repens</i>	0	±0	b	0	±0	b	0	±0	b	0	±0	b	0	±0	b	43,1	±19,3	a	***
Altres ¹	6			9			5			9			6			7			-

Mitjana ± error estàndard. PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol. Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). ns: no significatiu, * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$. $n=4$. En negreta es marquen les espècies més abundants en cada coberta. ¹ Nombre d'espècies vegetals no mencionades a la taula amb un percentatge d'ocupació inferior a l'1%.

Taula 13.- Percentatge d'ocupació de les espècies presents a les cobertes vegetals el 29 de maig de 2006.

Espècie	PI	CM	CF	SD	Fa	Tr	P>F
Sòl nu	19,4±6,72 b	5±0,0 b	6,9±3,7 b	87,5±0,0 a	11,3±3,6 b	6,9±3,73 b	***
<i>Amaranthus blitoides</i>	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	-
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	-
<i>Anthemis arvensis</i>	0,3±1,23 bc	6,9±3,7 ab	8,1±3,1 a	0±0	3,8±1,3 ab	0,3±1,23 bc	*
<i>Beta vulgaris</i>	4,4±4,37	2,5±1,4	8,8±5,1	0±0	10,1±4,4	2,5±1,43	ns
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0±0	0±0,0	0±0	0±0	0±0,03	0±1,4	ns
<i>Chenopodium</i> spp.	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	-
<i>Festuca arundinacea</i>	0±0 b	0±0 b	0±0 b	0±0 b	68,8±12,0 a	0±0 b	***
<i>Hordeum murinum</i>	13,8±8,91 b	62,5±10,2 a	45±14,9 a	0±0	0,3±1,2 b	4,4±4,37 b	***
<i>Malva sylvestris</i>	0,3±1,24	5,7±4,1	0,3±1,2	0±0	0,3±1,2	0±0,0	ns
<i>Picris echioides</i>	0,3±1,24	2,6±1,4	0,3±1,2	0,1±0,0	5,7±4,1	0,3±1,23	ns
<i>Plantago lanceolata</i>	48,1±14,4 a	26,3±14,7 ab	28,1±9,4 ab	0,1±0,0 c	5,7±4,1 bc	5,7±4,11 bc	**
<i>Poligonum aviculare</i>	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	0±0	-
<i>Trifolium fragiferum</i>	16,9±15,2	10±4,4	2,5±1,4	0,1±0,0	0±0	0,1±0,0	ns
<i>Trifolium pratense</i>	0±0	0±1,2	0±0	0±0	0±0	0±0	-
<i>Trifolium repens</i>	0±0 b	0±0 b	0±0 b	0±0 b	0±0 b	62,5±14,4 a	***
Altres ¹	10	11	8	9	7	7	-

Mitjana ± error estàndard PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol. Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). ns: no significatiu, * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$. $n=4$. En negreta es marquen les espècies més abundants en cada coberta. ¹ Nombre d'espècies vegetals no mencionades a la taula amb un percentatge d'ocupació inferior a l'1%.

Taula 14.- Percentatge d'ocupació de les espècies presents a les cobertes vegetals el 17 d'agost de 2006.

Espècie	PI	CM	CF	SD	Fa	Tr	P>F
Sòl nu	25,6 ± 12,6 b	5 ± 0,0 b	16,3 ± 7,7 b	87,5 ± 0,0 a	8,1 ± 3,13 b	11,9 ± 8,6 b	***
<i>Amaranthus blitoides</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	-
<i>Amaranthus retroflexus</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	-
<i>Anthemis arvensis</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	-
<i>Beta vulgaris</i>	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	0 ± 0	0,1 ± 0,0	0,1 ± 0,0	ns
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	-
<i>Chenopodium spp.</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	-
<i>Festuca arundinacea</i>	0b ± 0,0	0 ± 0,0 b	0 ± 0,0 b	0 ± 0 b	63,8 ± 16,5 a	0 ± 0 b	***
<i>Hordeum murinum</i> ¹	15,7 ± 15,6	57,5 ± 14,6	52,5 ± 20,2	0 ± 0	15,6 ± 15,6	31,3 ± 20,7	ns
<i>Malva sylvestris</i>	0,0 ± 0,0 b	0,1 ± 0,0 a	0,0 ± 0,0 b	0,0 ± 0,0 b	0,0 ± 0,0 b	0,0 ± 0,0 b	*
<i>Picris echioides</i>	0,1 ± 0,0	3,8 ± 1,2	5,7 ± 4,1	0 ± 0	0,3 ± 1,23	0,3 ± 1,2	ns
<i>Plantago lanceolata</i>	20,1 ± 10,1 a	2,6 ± 1,4 b	5,7 ± 4,1 ab	0,1 ± 0,0 b	0,1 ± 0,0 b	0,3 ± 1,2 b	*
<i>Poligonum aviculare</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	-
<i>Trifolium fragiferum</i>	16,9 ± 15,2	5,6 ± 4,1	2,5 ± 1,4	0,1 ± 0,0	0 ± 0,0	0,1 ± 0,0	ns
<i>Trifolium pratense</i>	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	-
<i>Trifolium repens</i>	0,0 ± 0,0 b	0,0 ± 0,0 b	0,0 ± 0,0 b	0,0 ± 0,0 b	0,0 ± 0,0 b	32,5 ± 20,1 a	*
Altres ²	7	9	5	6	2	2	-

Mitjana ± error estàndard PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol. Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). ns: no significatiu, * $P < 0,05$, *** $P < 0,001$. $n=4$. En negreta es marquen les espècies més abundants en cada coberta. ¹ *H. murinum* a 17 d'agost de 2006 està sec i trossejat a totes les cobertes excepte a CM que està sec però erecte. ² Nombre d'espècies vegetals no mencionades a la taula amb un percentatge d'ocupació inferior a l'1%.

4.4. Contingut d'aigua del sòl

Al 2006 es va mesurar el contingut d'aigua al sòl de les cobertes cultiu mínim (CM), cultiu freqüent (CF) i sòl desherbat (SD). Al 25 de maig, el contingut d'aigua al sòl a 20 cm de profunditat va ser estadísticament superior a la coberta SD respecte CF i CM. En canvi, al 25 de juliol i 9 de setembre no van haver-hi diferències significatives entre els tractaments (Figura 4). A 40 cm de profunditat, el contingut d'aigua al sòl a la coberta SD va ser significativament superior a la resta de tractaments per als mostrejos efectuats al 25 de maig i 25 de juliol, i similar a CF al 9 de setembre (Figura 4). El contingut d'aigua al sòl per als tractaments CM i CF va ser similar en totes les dates de mostreig i profunditats (Figura 4).

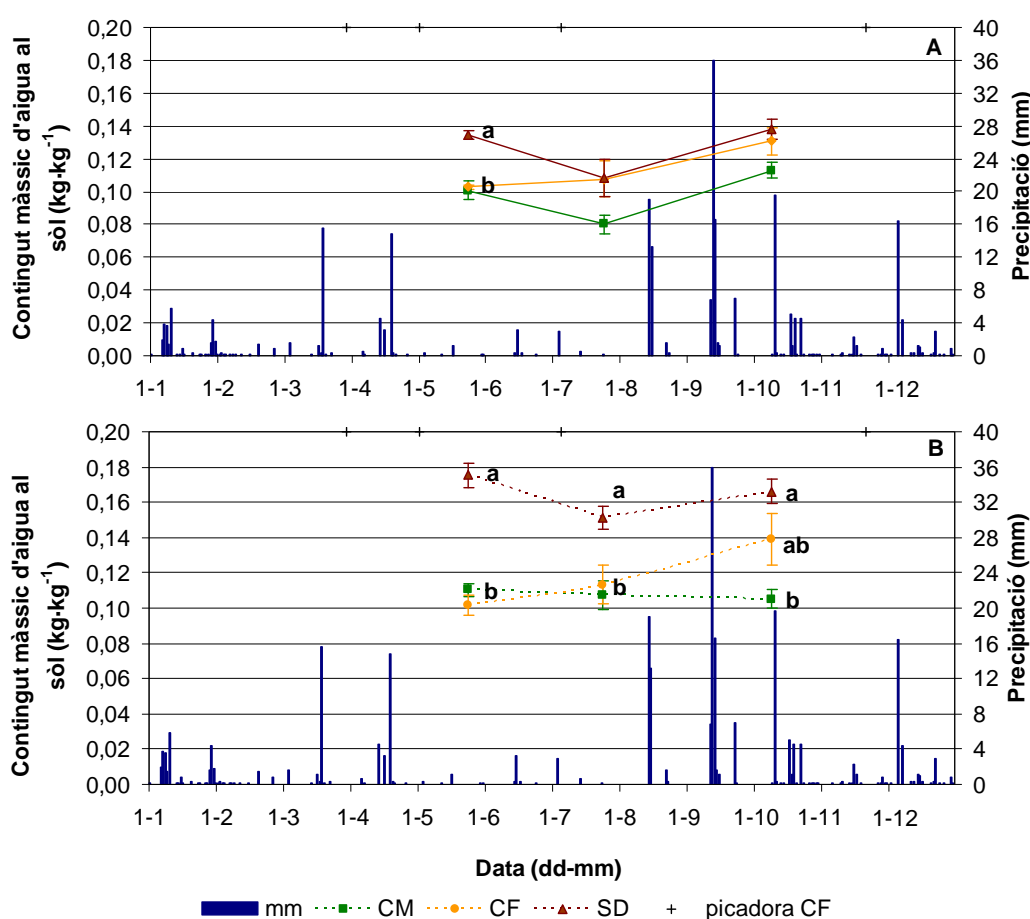


Figura 4.- Precipitació diària (mm) i contingut màssic d'aigua al sòl a 25 de maig, 25 de juliol i 9 de setembre de 2006 de mostres extretes a 20 cm (A) i 40 cm (B) de profunditat. CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat. En una mateixa data, tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). Absència de lletra indica significació superior a 0,05. $n=4$. Barres verticals en el contingut màssic d'aigua al sòl indiquen l'error estàndard.

4.5. Radiació fotosintèticament activa

El 3 d'agost de 2005 i el 21 d'agost de 2006 es va mesurar la PAR incident a les cobertes i la reflectida per aquestes. El percentatge de PAR reflectit per la coberta SD va ser estadísticament superior a la resta de cobertes en els dos anys d'assaig. Les cobertes sembrades van interceptar significativament més PAR que les espontànies l'any 2005, mentre que al 2006 el PAR absorbit pels dos tipus de cobertes va ser similar (Figura 5).

El PAR reflectit per les cobertes va ser directament proporcional al percentatge de sòl nu d'aquestes (Figura 6).

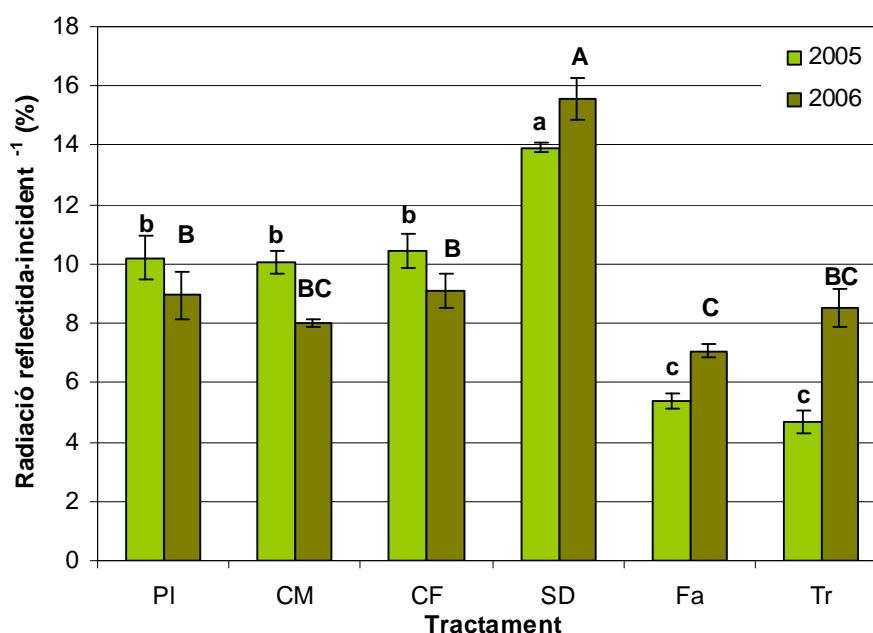


Figura 5.- Percentatge de radiació fotosintèticament activa (PAR) reflectida per les cobertes respecte a la incident. PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol.

Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). $n=4$. (2005 en minúscules i 2006 en majúscules). Barres verticals en les columnes indiquen l'error estàndard.

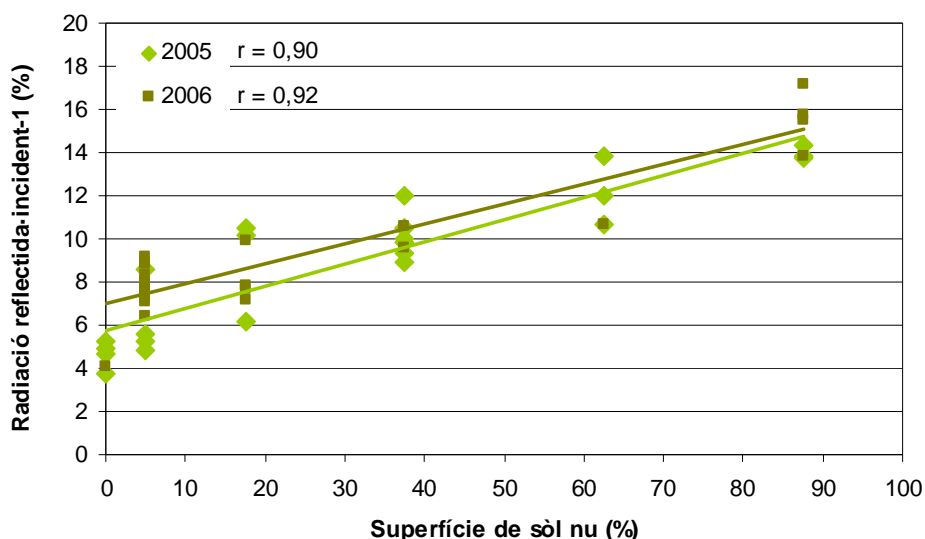


Figura 6.- Relació entre la superfície de sòl nu de les cobertes i la radiació fotosintèticament activa (PAR) reflectida per les cobertes. 2005: $r = 0,90$; $P < 0,0001$; $n = 24$. 2006: $r = 0,92$; $P < 0,0001$; $n = 24$.

4.6. Contingut de clorofil·la

El 8 d'agost de 2006 es va estimar el contingut de clorofil·la dels arbres de les diferents cobertes. Els arbres de la coberta SD van presentar valors d'unitats SPAD significativament superiors a la resta de tractaments, fet que indica que els arbres d'aquesta coberta tenien un contingut de clorofil·la més elevat que la resta (Figura 7).

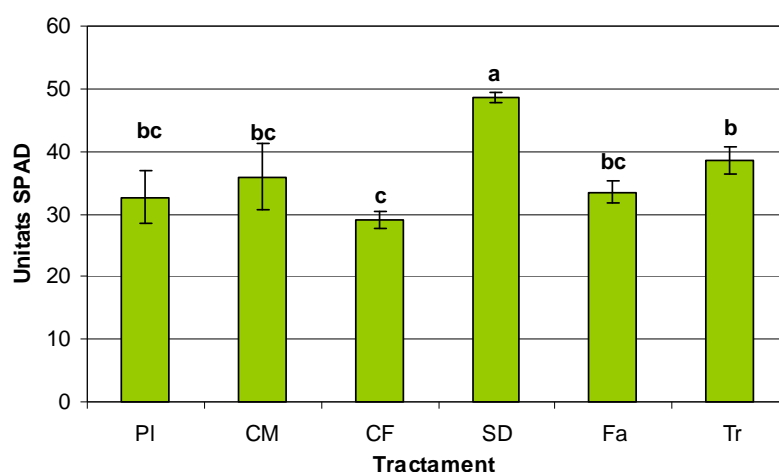


Figura 7.- Estimació del contingut de clorofil·la en fulla realitzades a partir de les lectures del mesurador de clorofil·la SPAD realitzades el 22-08-2006. PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol. Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). $n = 4$. Barres verticals en les columnes indiquen l'error estàndard.

4.7. Creixement dels arbres, producció i qualitat de la collita

4.7.1. Creixement dels arbres

La secció del tronc dels arbres a l'inici de l'assaig (07/07/04), al 19 de novembre de 2004 i al 29 d'abril de 2005 no va ser estadísticament diferent entre els tractaments. En canvi, a partir del 5 d'agost de 2005 i fins a l'última mesura (02/05/07) la secció del tronc dels arbres de les cobertes PI i CF va ser significativament menor que la dels arbres de la coberta SD, mentre que els arbres de les cobertes CM, Fa i Tr van tenir seccions de tronc similars a la dels arbres de la coberta SD (Taula 15).

Taula 15.- Secció del tronc a 20 cm del punt d'empelt dels arbres de l'assaig de cobertes vegetals.

Tractament	07/07/2004	19/11/2004	29/04/2005	05/08/2005	16/03/2006	02/05/2007
PI	8,0±0,5	9,8±0,6	10,4±0,5	13±0,6 c	13,8±0,7 c	15,7±0,9 c
CM	8,7±0,6	10,3±0,8	10,8±0,7	14,1±0,8 bc	15,3±1,0 bc	17,3±1,1 bc
CF	8,2±0,7	10,2±1,0	11±0,9	13,2±1,0 c	14±1,0 c	15,6±1,0 c
SD	7,7±0,4	10,7±0,7	11,3±0,8	15,1±1,3 ab	17,2±1,5 ab	19,7±1,8 ab
Fa ¹	7,8±0,7	10,4±1,1	10,6±1,2	14,3±1,1 abc	15,8±1,2 abc	17,6±1,5 abc
Tr ¹	8,2±0,4	11,1±0,5	11,6±0,5	16,1±0,6 a	17,9±0,9 a	20,2±0,8 a
P>F	ns	ns	ns	*	**	**

Mitjana ± error estàndard. ¹ Al 2004 les sèmbrs de les cobertes Fa i Tr encara no estaven implantades.

PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol. En una mateixa columna, tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). ns: no significatiu, * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$. $n=4$.

El creixement relatiu entre el 7 de juliol de 2004 i el 19 de novembre de 2005 dels arbres de les cobertes espontànies (PI, CM i CF) va ser significativament menor que el de la coberta SD. En els períodes de temps posteriors no hi van haver diferències significatives entre tractaments en el creixement relatiu dels arbres (Taula 16).

Taula 16.- Creixement relatiu de la secció de tronc dels arbres de l'assaig de les cobertes vegetals.

Tractament	07/07/04	19/11/04	16/03/06
	19/11/04	16/03/06	02/05/07
PI	20,6±1,3 c	43,9±2,5	14,0 ± 4,1
CM	18,2±5,5 c	54,4±11,4	14,4 ± 4,3
CF	24,5±2,7 bc	39,3±6,1	12,5 ± 4,1
SD	39,6±7,4 a	64,5±7,0	15,9 ± 5,0
Fa	33,2±6,1 ab	59,5±9,2	12,6 ± 4,5
Tr	34,7±4,4 ab	67,4±9,0	13,6 ± 4,4
P>F	**	ns	ns

Mitjana ± error estàndard. ¹ Al 2004 les sèmbrs de les cobertes Fa i Tr encara no estaven implantades. PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol. En una mateixa columna, tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). ns: no significatiu, ** $P < 0,01$. n=4.

4.7.2. Producció i qualitat de la collita

Les cobertes vegetals no van afectar significativament els paràmetres productius dels arbres: número de fruits per arbre, pes dels fruits, producció, càrrega i distribució de calibres (Taula 17, Taula 18, Taula 19 i Figura 8). No obstant, els arbres de la coberta SD (sòl desherbat) van tendir a acumular més producció i a presentar fruits amb calibres més grans. La presència de cobertes vegetals no va incidir en la qualitat de la collita (índex midó, fermesa, contingut de sòlids solubles i acidesa) i no es van observar tendències en cap de les variables avaluades (Taula 19).

Taula 17.- Número de fruits per arbre i pes dels fruits (g) de l'assaig de cobertes vegetals.

Tractament	Número de fruits per arbre			Pes del fruits (g)		
	2004	2005	2006	2004	2005	2006
PI	14,0±0,7	18,7±5,0	77,1±13,3	176,0±6,7	146,8±13,4	245,9±5,2
CM	17,9±2,6	16,0±7,6	82,4±15,7	171,8±7,9	136,2±21,8	248,6±8,6
CF	16,0±1,2	26,9±16,2	68,3±11,7	166,3±8,4	153,0±49,8	237,9±13,9
SD	14,2±2,6	32,8±11,2	79,4±12,2	155,4±7,5	206,8±10,9	277,1±14,0
Fa ¹	14,8±1,7	29,2±14,3	77,6±8,9	167,4± 6,2	205,9±21,4	246,6±14,8
Tr ¹	16,6±1,8	25,5±6,3	92,7±19,6	162,2± 4,1	219,7±12,0	256,3±19,0
P>F	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Mitjana ± error estàndard. ¹ Al 2004 les sèmbrs de les cobertes Fa i Tr encara no estaven implantades. PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol. n=4. ns: no significatiu.

Taula 18.- Càrrega (fruits·cm⁻² de secció de tronc) i producció (kg·arbre⁻¹) dels arbres de l'assaig de cobertes vegetals.

Tractament	Càrrega (fruits·cm ⁻²)			Producció (kg·arbre ⁻¹)			
	2004	2005	2006	2004	2005	2006	Acumulada
PI	1,8 ± 0,0	1,6 ± 0,4	5,7 ± 0,9	2,4 ± 0,1	3,7 ± 1,1	18,8 ± 3,1	25,0 ± 4,6
CM	2,0 ± 0,3	1,2 ± 0,6	5,2 ± 0,7	3,0 ± 0,5	3,1 ± 1,6	20,1 ± 3,9	26,3 ± 4,9
CF	1,8 ± 0,1	2,2 ± 1,3	5,1 ± 1,1	2,7 ± 0,2	5,9 ± 3,4	15,8 ± 1,9	24,4 ± 3,4
SD	1,6 ± 0,3	2,3 ± 0,7	5,0 ± 0,6	2,3 ± 0,3	7,3 ± 2,5	22,1 ± 4,0	31,6 ± 5,1
Fa ¹	- ± 0,1	2,6 ± 0,9	4,9 ± 0,6	2,6 ± 0,3	6,9 ± 3,2	18,9 ± 1,8	25,8 ± 4,2
Tr ¹	- ± 0,2	1,7 ± 0,4	5,2 ± 1,1	2,6 ± 0,3	5,8 ± 1,2	23,2 ± 4,1	29,0 ± 5,6
P>F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Mitjana ± error estàndard. ¹ Al 2004 les sèmres de les cobertes Fa i Tr encara no estaven implantades. PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol. n=4. ns: no significatiu.

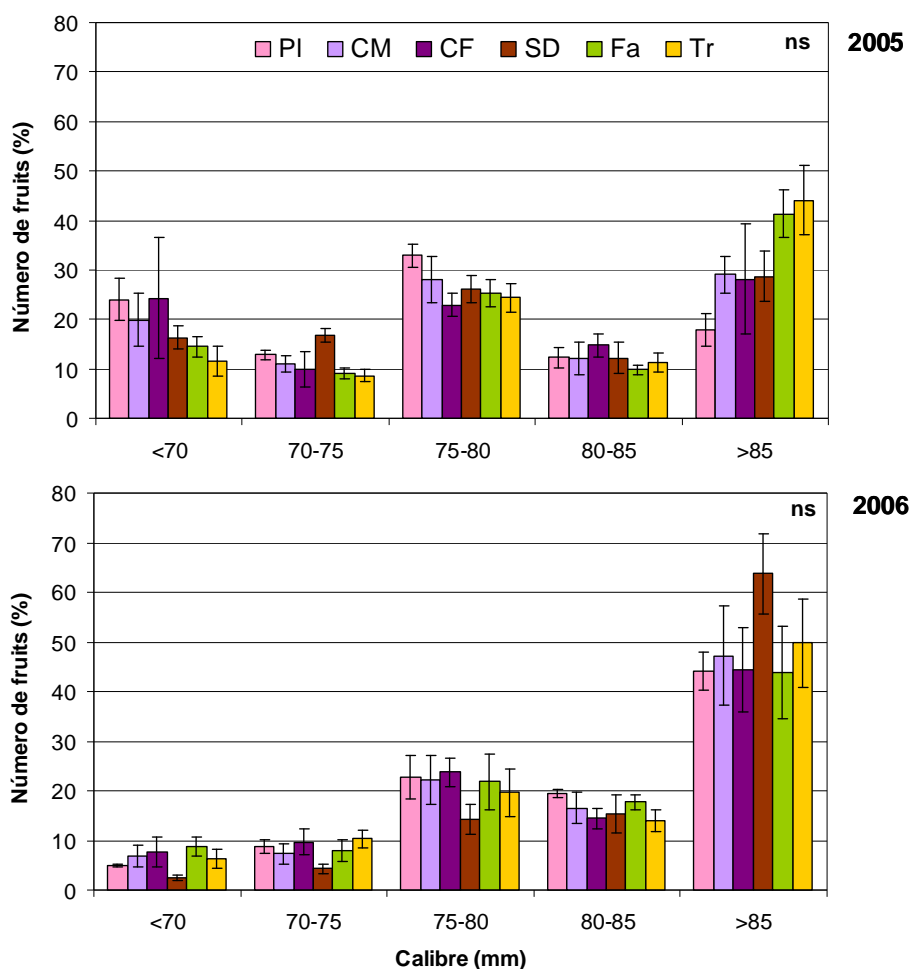


Figura 8.- Distribució de calibres de l'assaig de cobertes vegetals en els anys 2005 i 2006. PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol. n=4. ns: no significatiu. Barres verticals en les columnes indiquen l'error estàndard.

Taula 19.- Fermesa (kg), índex midó (1-10), sòlids solubles (°Brix) i acidesa (g àcid màlic·L⁻¹) de les pomes de l'assaig de cobertes vegetals. Dates de collita: 14-10-2005 i 16-10-2006.

Tractament	Fermesa (kg)		Índex midó (1-10)		Sòlids solubles (°Brix)		Acidesa (g àcid màlic·L ⁻¹)	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
PI	8,7 ± 0,6	5,7 ± 0,0	8,3 ± 0,2	8,5 ± 0,8	16,2 ± 0,4	14,9 ± 0,2	3,8 ± 0,2	2,7 ± 0,1
CM	8,8 ± 0,5	5,7 ± 0,1	7,2 ± 0,3	9,2 ± 0,2	16,2 ± 0,5	14,6 ± 0,3	3,9 ± 0,2	2,6 ± 0,1
CF	8,7 ± 0,7	6,0 ± 0,1	6,8 ± 0,6	9,2 ± 0,2	16,5 ± 0,3	15,1 ± 0,5	4,3 ± 0,5	2,7 ± 0,2
SD	8,1 ± 0,3	5,7 ± 0,1	7,3 ± 0,3	8,5 ± 0,2	16,3 ± 0,4	15,6 ± 0,2	3,6 ± 0,2	3,0 ± 0,1
Fa	8,5 ± 0,3	5,8 ± 0,1	7,4 ± 0,2	9,1 ± 0,2	17,0 ± 0,2	15,2 ± 0,4	4,0 ± 0,1	2,6 ± 0,1
Tr	8,5 ± 0,6	5,7 ± 0,1	7,4 ± 0,2	7,9 ± 0,9	16,5 ± 0,3	15,2 ± 0,6	3,9 ± 0,2	2,8 ± 0,2
P>F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Mitjana ± error estàndard. PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol. n=4. ns: no significatiu.

4.8. Presència de plagues i enemics naturals a les pomeres

4.8.1. Pugó gris

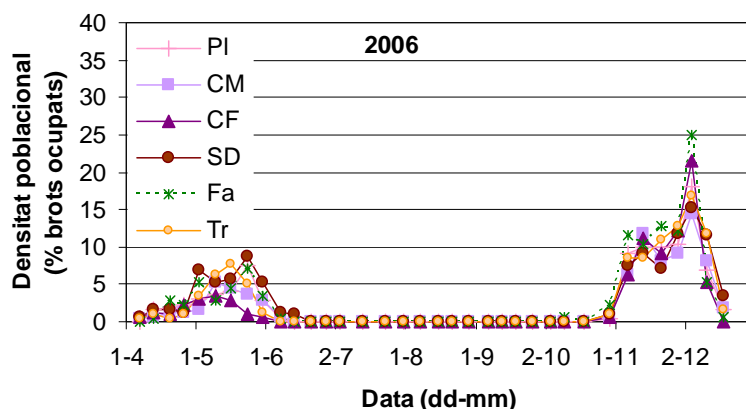
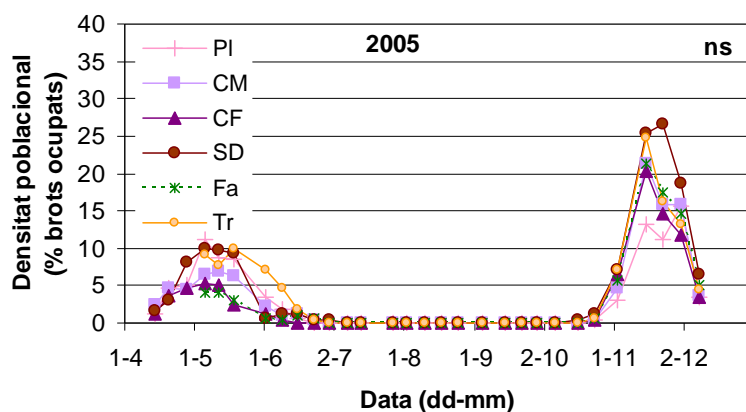
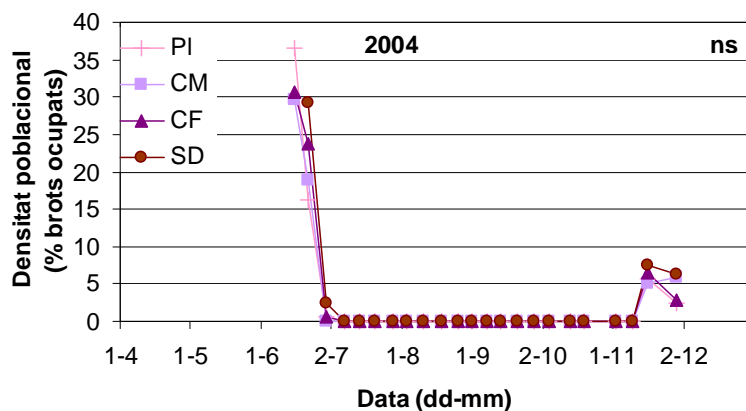
No hi van haver diferències significatives entre cobertes en la presència de colònies de pugó gris a l'arbre a la primavera de 2004, 2005 i 2006 ni a la tardor de 2004 i 2005. En canvi, a la tardor de 2006 el pugó gris va ser significativament més abundant al tractament Fa que a Tr, CM i SD (Figura 9).

4.8.2. Pugó verd

La presència de pugó verd al tractament SD va ser significativament superior a la resta durant dos períodes de temps: de 8 de setembre a 17 de novembre de 2004 i de 14 de novembre a 19 de desembre de 2006 (Figura 10).

4.8.3. Tigre del perer

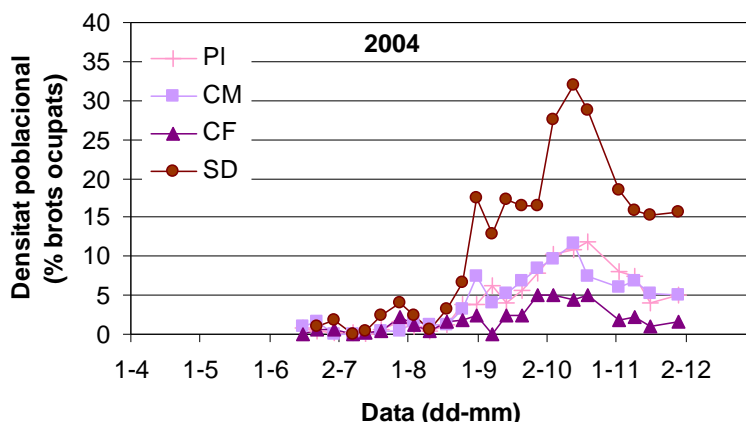
Les cobertes vegetals no van afectar la presència del tigre del perer a les pomeres ni al 2005 ni al 2006. Al 2004 no es van recollir dades d'aquest artròpode (Figura 11).



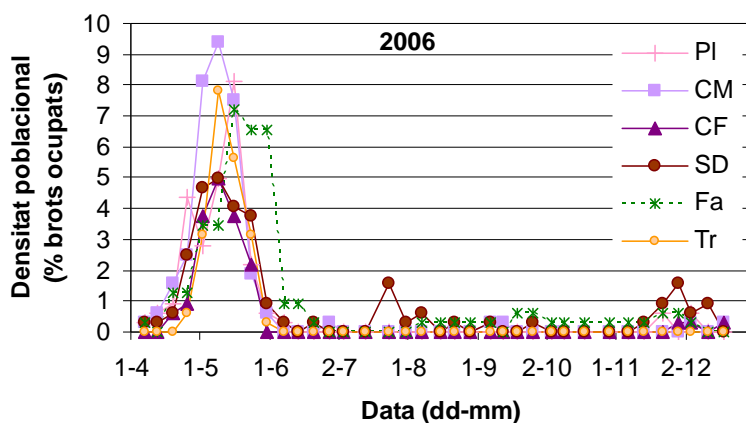
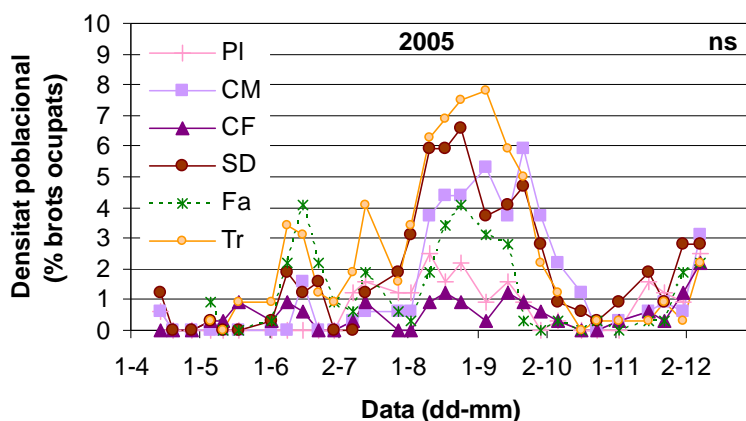
Separació de mitjanes						
Període	PI	CM	CF	SD	Fa	Tr
04/10/06- 19/12/06	ab	bc	ab	c	a	bc

Figura 9.- Densitat poblacional del pugó gris (% de brots de pomera ocupats) al 2004, 2005 i 2006. PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol. Resultats de la separació de mitjanes posterior a l'anàlisi de mesures repetides en el període esmentat en cada cas.

Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). $n=4$. ns: no significatiu.



Separació de mitjanes				
Període	PI	CM	CF	SD
08/09/04-17/11/04	ab	b	b	a



Separació de mitjanes						
Període	PI	CM	CF	SD	Fa	Tr
14/11/06-19/12/06	b	b	b	a	b	b

Figura 10.- Densitat poblacional del pugó verd (% de brots de pomera ocupats) al 2004, 2005 i 2006. PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol. Resultats de la separació de mitjanes posterior a l'anàlisi de mesures repetides en el període esmentat en cada cas.

Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). $n=4$. ns: no significatiu.

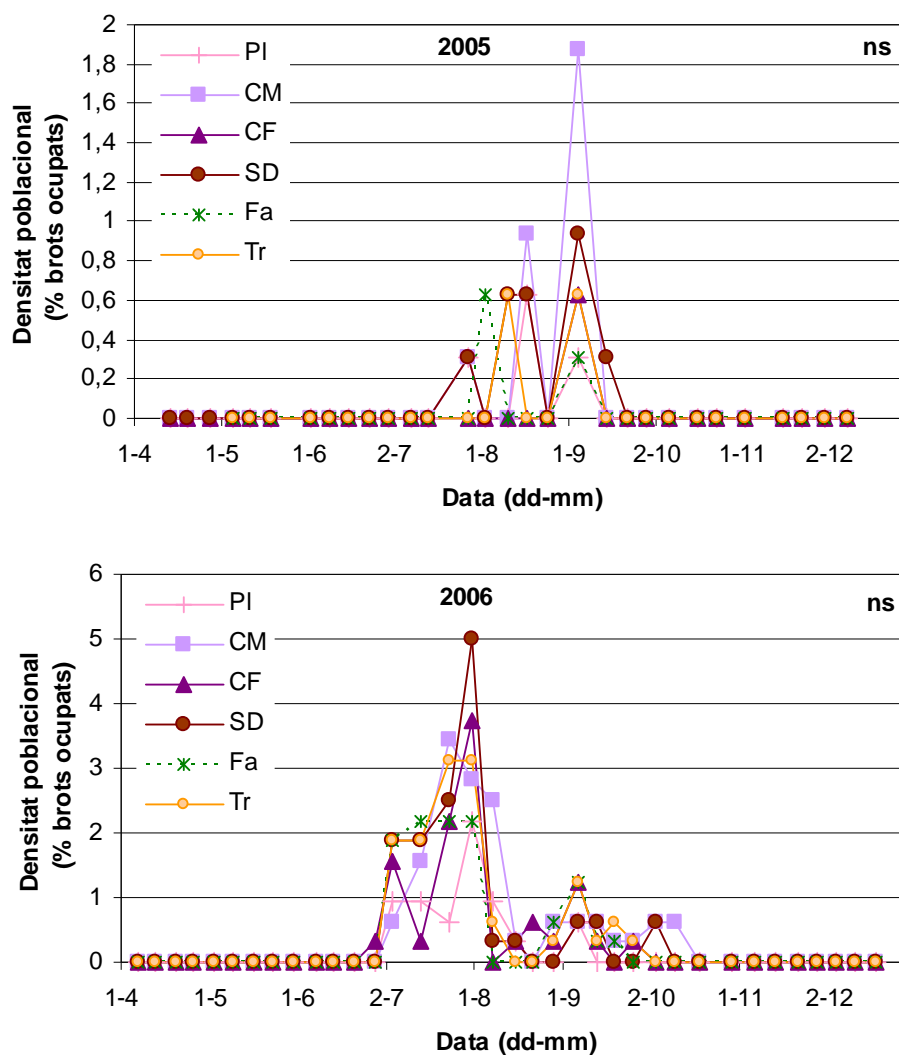


Figura 11.- Densitat poblacional del tigre del perer (% de brots de pomera ocupats) al 2005 i 2006. PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol. n=4.ns: no significatiu.

4.8.4. Mòmies de pugons

La presència de mòmies de pugons no va ser estadísticament diferent entre les cobertes en cap dels tres anys d'assaig (Figura 12).

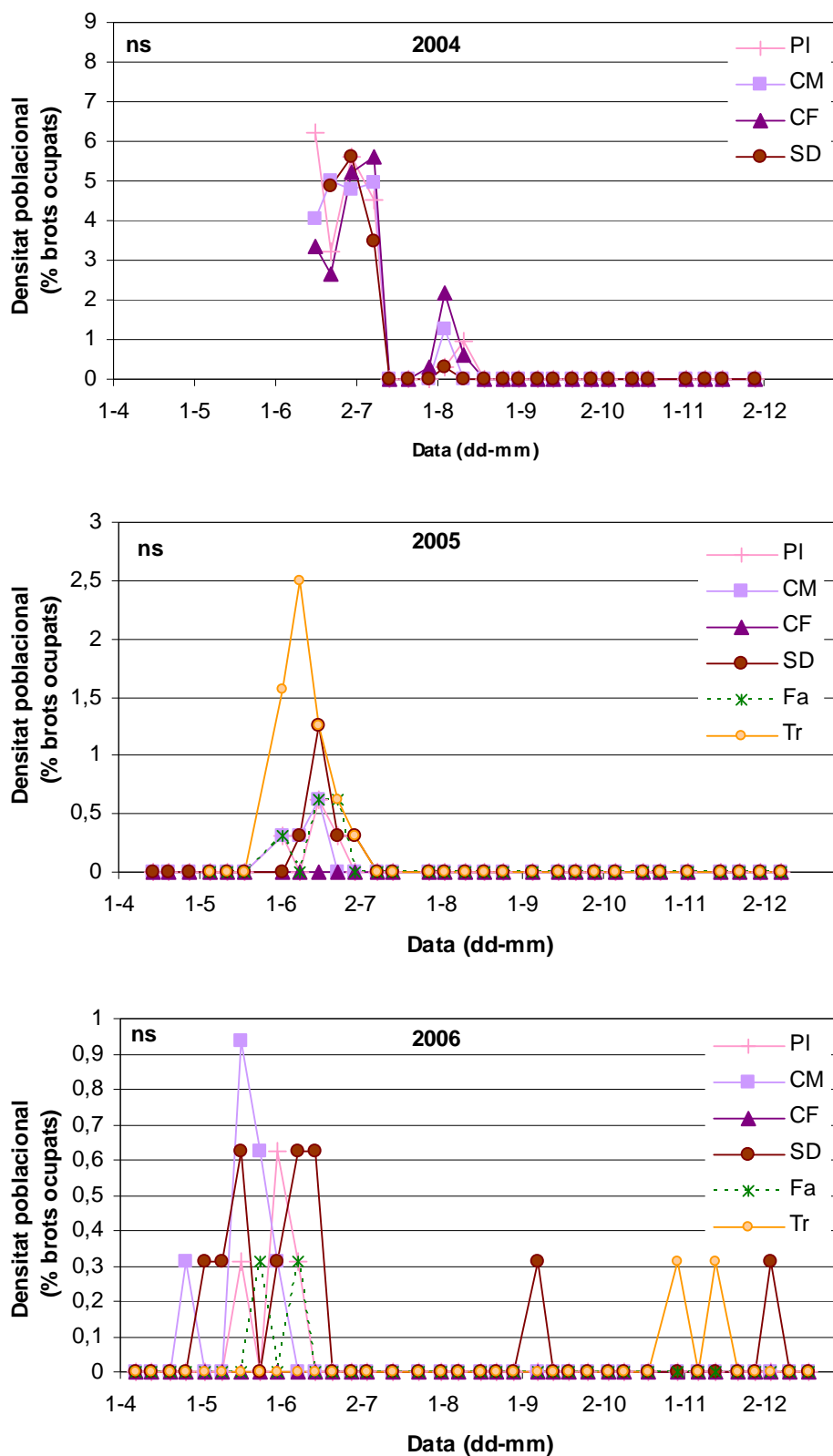


Figura 12.- Densitat poblacional de mòmies de pugons (% de brots de pomera ocupats) al 2004, 2005 i 2006. PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol. n=4. ns: no significatiu.

4.8.5. Crisopes

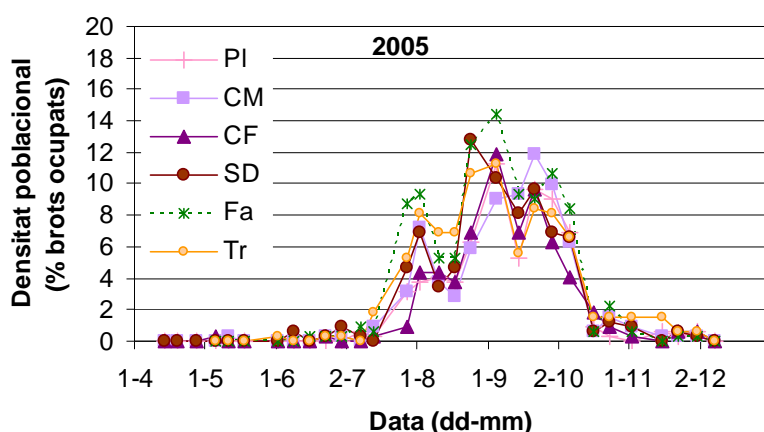
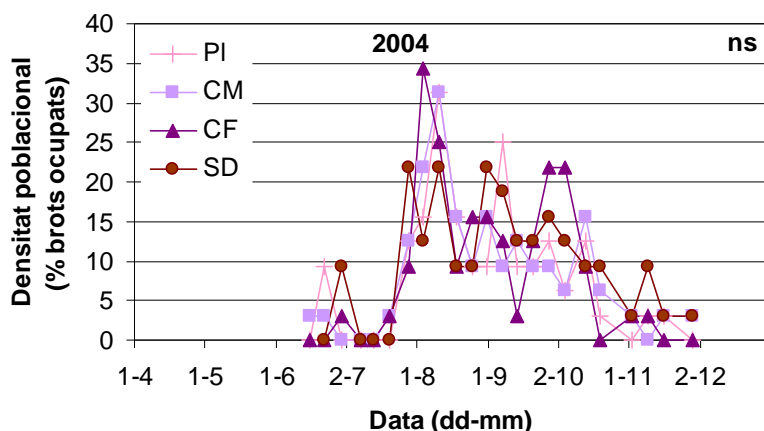
La presència d'ous de crisopa (*Chrysoperla* sp. (Neuroptera: Chrysopidae)) a les pomeres durant el període de 14 de juliol a 3 de novembre de 2005 va ser significativament superior als tractaments Fa i Tr respecte PI i CF (Figura 13). Al 2004 i 2006 no hi van haver diferències significatives entre tractaments. En 9 mostrejors al 2004 i 2005 i en 6 mostrejors al 2006 es van observar larves de crisopa amb una ocupació inferior al 2% de brots ocupats i sense diferències significatives entre tractaments (Taula 20).

4.8.6. Àcar roig

Les cobertes vegetals no van afectar la presència de l'àcar roig (*Allothrombium fuliginosum* Hermann (Acari : Trombidiidae)) a les pomeres. No obstant, el 6 de maig de 2005 i el 24 de maig de 2006 la presència d'aquest artròpode és estadísticament més abundant al tractament SD (Figura 14). No es van recollir dades d'aquest enemic natural durant l'any 2004.

4.8.7. Altres enemics naturals

Puntualment es va observar la presència de larves i adults de marietes (*Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae)), larves de sírfids i estisoretetes (*Forficula auricularia* L. (Dermaptera: Forficulidae)). En cap cas la presència d'aquests enemics naturals va superar l'1% de brots ocupats i no es van observar diferències significatives entre tractaments (Taula 20).



Separació de mitjanes						
Període	PI	CM	CF	SD	Fa	Tr
14/07/05- 03/11/05b	ab	b	ab	a	a	a

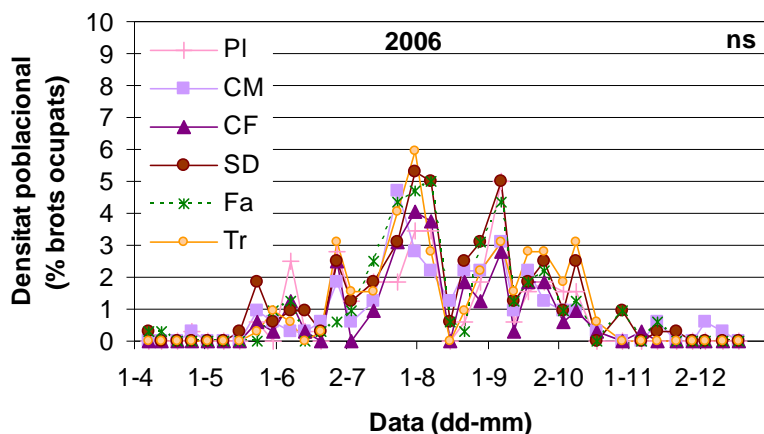


Figura 13.- Densitat poblacional d'ous de crisopa (% de brots de pomera ocupats) al 2004, 2005 i 2006. PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol. Resultats de la separació de mitjanes posterior a l'anàlisi de mesures repetides en el període esmentat en cada cas.

Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). $n=4$. ns: no significatiu.

Taula 20.- Número de mostrejors amb presència (m.p.) respecte número total de mostrejors (t.m.) i percentatge màxim de brots de pomera ocupats (% M.b.o.) per larves de crisopa, larves i adults de marietes, larves de sírfids i estisoretetes.

Enemic natural	2004		2005		2006	
	m.p./t.m.	% M.b.o.	m.p./t.m.	% M.b.o.	m.p./t.m.	% M.b.o.
larves de crisopa	9	1,7	9	0,6	6	0,6
larves i adults de marietes	-	-	5	0,3	4	0,3
larves de sírfids	-	-	-	-	4	0,6
estisoretetes	-	-	-	-	5	0,6

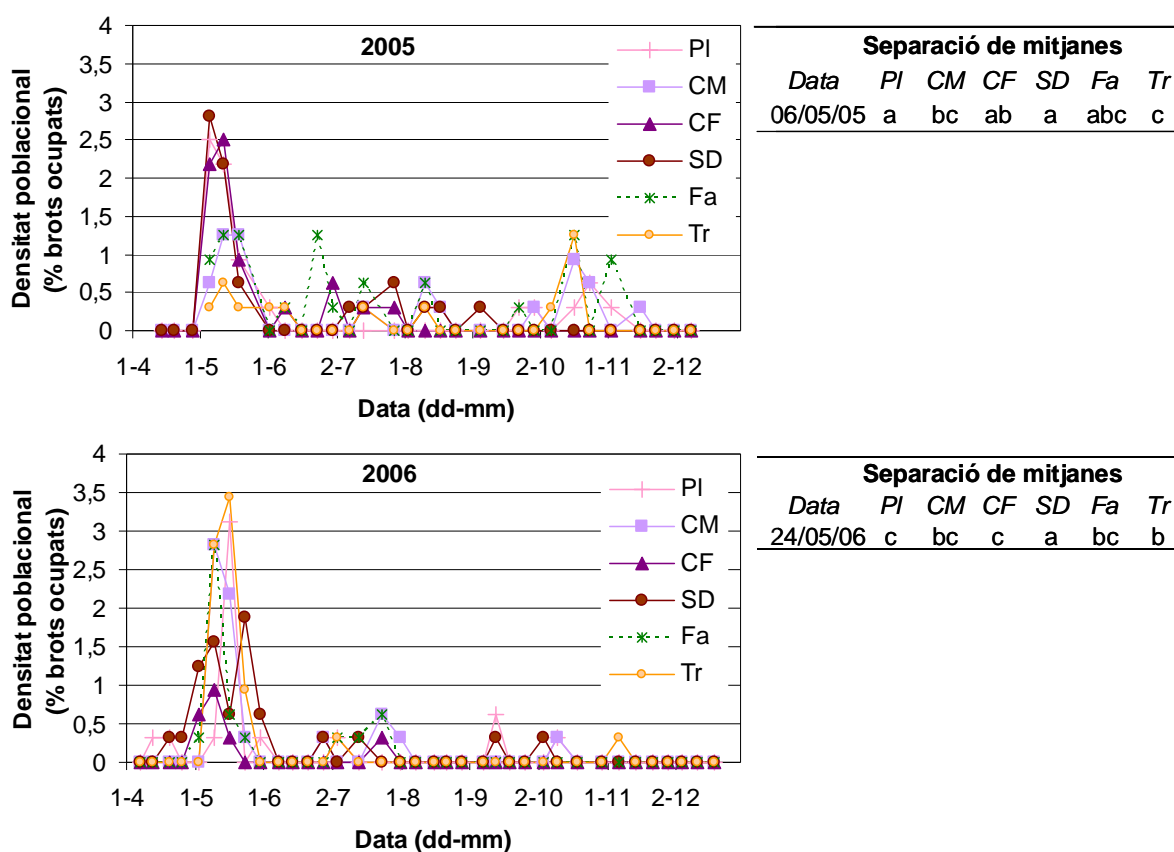


Figura 14.- Densitat poblacional de l'àcar roig (% de brots de pomera ocupats) al 2005 i 2006. PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol. En una mateixa data, tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). $n=4$.

4.8.8. Danys en fruits

Les cobertes no van afectar el percentatge de fruits afectats per pugó gris, carpocapsa, ocells i mosca de la fruita avaluats en el moment de la collita (Taula 21).

Taula 21.- Fruits afectats (% f.a.) per pugó gris, carpocapsa, ocells i mosca de la fruita. Avaluació realitzada en el moment de la collita.

Tractament	Pugó gris (% f.a.)		Carpocapsa (% f.a.)		Ocells (% f.a.)		Mosca de la fruita (% f.a.)	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006	2005	2006
PI	8,0 ± 3,0	0,8 ± 0,3	2,8 ± 1,1	5,4 ± 2,0	5,8 ± 0,6	12,6 ± 1,7	1,4 ± 0,8	0,4 ± 0,4
CM	4,0 ± 1,9	1,0 ± 0,4	3,3 ± 1,7	7,2 ± 0,4	10,1 ± 0,7	14,5 ± 2,3	0,0 ± 0,0	1,2 ± 1,0
CF	3,1 ± 1,2	0,9 ± 0,6	0,8 ± 0,3	6,9 ± 1,2	17,9 ± 7,4	14,1 ± 2,4	5,2 ± 4,9	0,6 ± 0,6
SD	2,4 ± 0,7	1,6 ± 0,9	4,1 ± 2,0	4,6 ± 0,6	5,9 ± 1,6	17,9 ± 0,9	1,4 ± 0,9	2,1 ± 0,6
Fa	2,0 ± 1,4	0,5 ± 0,5	2,5 ± 1,1	5,5 ± 2,0	5,7 ± 1,4	17,1 ± 1,1	2,4 ± 0,5	1,2 ± 0,5
Tr	3,6 ± 1,1	1,9 ± 1,0	2,3 ± 0,8	8,1 ± 2,1	9,5 ± 1,3	13,8 ± 3,0	2,6 ± 0,3	1,7 ± 0,5
P>F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Mitjana ± error estàndard. PI: Plantago, CM: cultiu mínim, CF: cultiu freqüent, SD: sòl desherbat, Fa: festuca, Tr: trèvol. n=4. ns: no significatiu.

5. Discussió

Durant l'execució de l'assaig es van dur a terme mostrejos de la flora present a les cobertes per tal de determinar la seva composició floral. L'espècie més abundant a la coberta PI va ser aquella que definia el tractament: *P. lanceolata*. La presència de *P. lanceolata* a la coberta PI només va ser significativament superior a la resta de cobertes de vegetació espontània (CM i CF) al 2004. En els dos anys successius, l'índex d'abundància i cobertura d'aquesta espècie va ser estadísticament igual a la resta de cobertes de flora espontània (CM i CF) excepte per CM a l'estiu de 2006. D'altra banda, la composició floral de les cobertes CM i CF va ser molt semblant durant els tres anys d'assaig, de manera que els controls mecànics realitzats a la coberta CF no van modificar la composició floral. Si el règim pluviomètric durant els anys d'assaig hagués estat superior, o bé el reg de la finca hagués sigut per inundació probablement haguessin predominat altres espècies i els controls mecànics sobre la vegetació haurien tingut efecte sobre el tipus de la flora.

Pel que fa a les cobertes sembrades, les sèmres de *F. arundinacea* i *T. repens* del maig i octubre de 2004 no van tenir èxit ja que les precipitacions durant el mes següent a la sembra van ser molt baixes. A les cobertes Fa i Tr, en lloc de germinar les espècies sembrades ho van fer plantes del gènere *Chenopodium* les quals són típiques de cultius sembrats (Marquès *et al.*, 1983). En canvi, la sembra de l'abril de 2005 va comptar amb un reg de suport i pluges abundants durant el mes de maig que van facilitar l'establiment de les cobertes. D'aquesta manera, al juny de 2005 el percentatge d'ocupació de *F. arundinacea* i de *T. repens* a les cobertes Fa i Tr va ser del 75 i 88%, respectivament. En aquest any, les cobertes sembrades es van veure infestades per plantes del gènere *Amaranthus* i *Chenopodium*. *Chenopodium* spp. van ser més sensibles al control mecànic que *Amaranthus* spp. ja que després dels dos controls mecànics del mes de juny la seva presència a l'agost es va veure reduïda en més del 85%. En canvi, la presència d'*Amaranthus* spp. a les cobertes Fa i Tr va ser similar tant al juny com l'agost de 2005. Al 2006, *Amaranthus* spp. i *Chenopodium* spp. ja no van estar presents a les cobertes sembrades. Durant aquest any, presència de *F. arundinacea* es va mantenir estable entre maig i agost ocupant més del 60% de la superfície de la coberta Fa. En canvi, la presència de *T. repens* al tractament Tr va passar del 63 al 33% entre maig i agost de 2006, fet que suggereix *F. arundinacea* es va adaptar millor a les condicions de climàtiques que *T. repens*.

El consum d'aigua per part de les cobertes vegetals es va fer palès en el contingut d'aigua al sòl: la coberta sense vegetació (SD) va presentar un contingut d'aigua al sòl superior a les cobertes amb vegetació (CM i CF). En aquests períodes el control mecànic de la flora arvense realitzat a la coberta CF no va disminuir significativament el consum d'aigua situant el contingut d'aigua al sòl a nivells estadísticament inferiors al tractament SD i similars a CM. En canvi, el control mecànic de la flora arvense realitzat abans del període de pluges va disminuir el consum d'aigua de la coberta, situant el contingut d'aigua al sòl de la coberta CF a nivells significativament no diferents a SD.

Durant els tres anys d'assaig, les cobertes vegetals no van afectar el percentatge de matèria orgànica del sòl ni el contingut de potassi, fòsfor, sodi, calci i magnesi. En canvi, la presència de vegetació va provocar una disminució significativa del contingut de nitrats del sòl. És possible que s'hagi donat un cert grau de competència per nitrats entre la flora present a les cobertes i els arbres que podria explicar el contingut

estadísticament menor de clorofil·la en les fulles de les pomeres de les cobertes amb vegetació. Aquests resultats coincideixen amb Merwin i Stiles (1994) en què després de 5 anys, la presència de la lleguminosa *Coronilla varia* L. i de les gramínies *Lolium perenne* L. i *Festuca rubra* L. va disminuir el contingut de nitrats de la solució del sòl i no va afectar a la resta de nutrients (potassi, fòsfor, sodi, calci, magnesi i manganès).

Un dels principis de l'agricultura ecològica és el manteniment o increment de la fertilitat del sòl (CEE, 1991). Amb la sembra de *T. repens* es pretenia si més no, mantenir els nivells de nitrogen del sòl. Tanmateix, després de 3 anys, el contingut de nitrats a la solució del sòl de la coberta Tr va ser estadísticament inferior al SD. És possible que la presència al sòl de bacteris que entren en simbiosi amb les lleguminoses per fixar nitrogen atmosfèric fos baix i que per tant el consum de nitrogen per part de *T. repens* hagi estat més gran que el fixat.

Pel que fa al creixement dels arbres, és poc probable que el menor creixement de les pomeres de les cobertes espontànies (PI, CM i CF) hagi estat degut a una competència per l'aigua ja que els arbres es van regar segons les seves necessitats. En canvi, la competència per nutrients i/o el major nivell de radiació podrien ser els causants d'aquesta disminució del creixement. Els efectes d'aquesta competència van ser importants durant el primer any. Al 2004, els arbres dels diferents tractaments van créixer igual en termes absoluts però no en relatius, essent les cobertes sense vegetació en aquells moments (SD, Fa i Tr) les que experimentaren un creixement significativament major respecte la seva situació inicial. En canvi, a partir de l'agost de 2005 i fins a l'últim recompte (maig de 2007) van aparèixer diferències significatives en el creixement absolut però no en el relatiu. Si s'analitza el creixement dels arbres des de l'inici fins al final de l'assaig, els arbres de la coberta SD i Tr van créixer estadísticament més que els arbres de les cobertes espontànies PI i CF. Aquests resultats posen de manifest que la competència entre el cultiu i la flora arvense és important durant en els primers anys de vida del fruiter, que disminueix a mesura que l'arbre esdevé adult i que els efectes de la competència experimentada en els primers anys es mantenen a llarg termini. Els treballs realitzats per Merwin i Stiles (1994) i Harrington *et al.* (2005) on s'estudia l'efecte de la presència de flora sota la fila dels arbres donen suport als resultats obtinguts en aquest assaig ja que constaten la forta

competència entre la flora arvense i les pomeres en els primers anys de cultiu i el manteniment d'aquests efectes a llarg termini.

Les cobertes no va afectar significativament ni a la producció ni a la qualitat de la collita tot i que els arbres de la coberta SD van tendir a acumular més producció i a presentar fruits de calibre més gran, probablement degut al major creixement d'aquests arbres. Si les cobertes vegetals també haguessin estat presents sota la fila dels arbres, probablement aquestes diferències serien significatives. Els treballs que estudien l'efecte de les cobertes vegetals presents sota la línia dels arbres coincideixen en què la presència de flora arvense en els primers anys de cultiu disminueix la producció (Hartley *et al.*, 2000; Harrington *et al.*, 2005) mentre que en arbres adults no l'afecten (Baugher *et al.*, 1995; Brown *et al.*, 1997).

Les cobertes vegetals, tant les espontànies com les sembrades, van influir poc en la dinàmica poblacional de plagues i enemics naturals a les pomeres. A la coberta PI, on l'espècie més abundant era *P. lanceolata*, s'esperava tenir nivells d'infestació de pugó gris més grans que a la resta de tractaments ja que *P. lanceolata* està descrita com a hoste secundari del pugó gris (Baker i Turner, 1916b; Bonnemaïson, 1959). A més a més, segons Baker i Turner (1916b) a les finques on l'abundància de *P. lanceolata* és gran també ho és la infestació d'aquest pugó.

P. lanceolata és una espècie abundant tant a la finca d'assaig (dades no mostrades) com a la zona de cultiu i, si tenim en compte que el vol migratori del pugó gris de l'hoste secundari al primari pot arribar a ser de varis centenars de metres (Bonnemaïson, 1959), els arbres de la coberta PI haurien pogut rebre pugó gris procedent de *P. lanceolata* de la finca d'assaig i/o de finques veïnes emmascarant el possible efecte de l'hoste secundari en la presència de pugó gris a l'hoste primari. Donada la mobilitat de les formes migratòries del pugó gris, serien necessàries parcel·les d'assaig en què els tractaments estiguessin separats varis centenars de metres a fi de minimitzar l'efecte vorera. Per contra, separar en excés les parcel·les elementals les pot situar en condicions diferents que podrien interferir amb els tractaments (Fitzgerald i Solomon, 2004).

El control biològic del pugó gris acostuma a ser baix (Sarasúa *et al.*, 2000) i en anys amb forta pressió de plaga la fauna auxiliar no pot mantenir el pugó gris per sota del llindar econòmic (Wyss, 1999). En aquest assaig, igual que en el de Brown i Glenn (1999), les cobertes vegetals no han tingut efecte en les poblacions de pugó gris ni en les dels enemics naturals i per tant el control biològic del pugó gris no ha estat afectat per cap dels tractaments. En canvi, en el treball de Wyss (1999), les cobertes vegetals van incrementar de manera efectiva el control biològic del pugó gris en el seu retorn a les pomeres degut a l'augment d'aranyes del gènere *Arniella*.

Si bé les cobertes vegetals no van afectar la població de pugó gris, sí que ho van fer amb la de pugó verd disminuint la seva presència. Aquest efecte va ser significatiu al 2004, mentre que al 2005 i 2006 no. Cal notar que la infestació de pugó verd al 2004 va ser 4 vegades superior que al 2005 i 2006 probablement degut a la disminució de les poblacions d'ous hivernants causades per les aplicacions d'oli mineral d'estiu fetes al febrer i març de 2005 i 2006.

La major presència de pugó verd en els arbres de la coberta SD registrada al 2004 podria estar relacionada amb el major creixement relatiu dels arbres d'aquesta coberta durant el període de juliol a novembre de 2004. De fet, les poblacions de pugó verd acostumen a ser més elevades en arbres vigorosos (Hullé *et al.*, 1998) ja que aquests contenen més brots en creixement, teixits preferits per aquest fitòfag (Baker i Turner, 1916a; Lathrop, 1928). Pel que fa al 2005 i 2006, el creixement relatiu dels arbres va ser similar en les diferents cobertes, fet que no afavorí diferències significatives en la presència de pugó verd. Aquests resultats coincideixen amb Haley i Hogue (1990) i Brown *et al.* (1997) que constaten una estreta relació entre el creixement dels arbres i la presència de pugó verd.

Pel que fa al tigre del perer, no hi van haver diferències significatives entre tractaments. La densitat poblacional d'aquest fitòfag va ser baixa, però al 2006 va augmentar en més del doble, passant de màxims del 2% de brots ocupats al 2005 a 5% de brots ocupats al 2006. La presència d'aquest artròpode es troba pràcticament limitada a finques que reben pocs tractaments insecticides d'ampli espectre augmentant les seves poblacions any rere any (García de Otazo *et al.*, 1992; Jenser *et al.*, 1999).

Les cobertes vegetals no van afectar significativament la presència dels enemics naturals observats en els brots de pomera (mòmies de pugons, crisopes, àcar roig, marietes, sírfids i estisoretetes). El parasitoidisme de pugons va ser poc important, tenint màxims del 6% de brots amb mòmies de pugons al 2004 i disminuint any rere any fins arribar a menys de l'1% al 2006. La presència de l'àcar roig tampoc fou gran, amb màxims del 3% de brots, si bé es va mantenir estable en els anys d'assaig. Les marietes, els sírfids i les estisoretetes van estar presents de manera esporàdica ocupant menys de l'1% de brots. Les crisopes, en canvi, van tenir una presència més important sobretot al 2005 assolint màxims del 14% de brots ocupats per ous.

La presència d'enemics naturals en una finca en la que s'han realitzat pocs tractaments fitosanitaris s'esperava que fos més gran que l'observada o si més no que augmentés any rere any. Horton *et al.* (2003) va trobar que la presència d'enemics naturals en una finca de perera en la que no s'havien aplicat insecticides era unes 10 vegades major que en dues finques on s'havien realitzat tractaments fitosanitaris per al control de plagues. D'altra banda, segons Bostanian *et al.* (2004) es necessiten varis anys per tal que les poblacions d'enemics naturals augmentin, fet que no s'ha observat en aquest assaig de 3 anys ni tan sols a nivell de tendència.

Un dels motius que podria explicar la baixa freqüència d'enemics naturals serien les baixes poblacions de pugons. En aquest sentit, Brown *et al.* (1997) van observar una disminució de les poblacions de dos depredadors de pugons (crisopes i Cecidomidae (Diptera)) en el tractament on el nombre de colònies de pugons del gènere *Aphis* era més baix. Fitzgerald i Solomon (2004) coincideixen en el fet que nivells baixos de plaga afecten negativament a les poblacions d'enemics naturals en els arbres.

6. Conclusions

La presència de cobertes vegetals en una plantació de pomeres de 2 anys va disminuir significativament el creixement dels arbres respecte un sòl desherbat. En canvi, la implantació de cobertes en una plantació de 3 anys no va afectar el creixement dels arbres. Les cobertes vegetals no van afectar significativament la producció dels arbres si bé els arbres del sòl desherbat van tendir a acumular més producció.

La vegetació present a les cobertes va competir amb les pomeres per llum i nitrogen ja que van reflectir menys radiació fotosintèticament activa i van disminuir els nivells de nitrats de la solució del sòl respecte el tractament de sòl desherbat. Aquesta competència pot ser la causa del menor creixement dels arbres de les cobertes presents en el primer any d'assaig.

Les cobertes vegetals no van incidir en la presència de plagues ni d'enemics naturals a excepció del pugó verd. La presència de vegetació va disminuir significativament les poblacions de pugó verd al 2004 probablement degut al menor creixement d'aquestes respecte el sòl desherbat.

7. Bibliografia

Altieri, M. i Schmidt, L. 1985. Cover crop manipulation in northern California orchards and vineyards: effects on arthropod communities. *Biological Agriculture and Horticulture*, 3: 1-24.

Baker, A.C. i Turner, W.F. 1916a. Morphology and biology of the green apple aphid. *Journal of Agriculture Research*, 5(21): 955-993.

Baker, A.C. i Turner, W.F. 1916b. Rosy Apple Aphid. *Journal of Agriculture Research*, 7(7): 321-342.

Baugher, T.A.; Elliott, K.C. i Glenn, D.M. 1995. Effect of sod competition and root pruning on 'Stayman' apple tree growth and fruit cracking. *HortScience*, 30(2): 222-226.

Boller, E.F.; Häni, F. i Poehling, H.M. 2004. Ecological infrastructures: ideabook on functional biodiversity at the farm level. *Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau (LBL)*. Lindau, pp. 212.

Bonnemaison, L. 1959. Le puceron cendré du pommier (*Dysaphis plantaginea* Pass.). Morphologie et Biologie. Méthodes de lutte. *Annales de l'INRA. Série C. Annales des Épiphyties*, 3: 257-320.

Bostanian, N.J.; Goulet, H.; O'Hara, J.; Masner, L. i Racette, G. 2004. Towards insecticide free apple orchards: flowering plants to attract beneficial arthropods. *Biocontrol Science and Technology*, 14(1): 25-37.

Braun-Blanquet, J. 1979. *Fitosociologia. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Blume. Madrid, pp. 820.

Brown, M.W. i 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.

Brown, M.W.; van der Zwet, T. i Glenn, D.M. 1997. Impact of ground cover plants on pest management in West Virginia, USA, apple orchards. *Horticultural Science (Prague)*, 24(2): 39-44.

Bugg, R.L. i Waddington, C. 1994. Using cover crops to manage arthropod pests of orchards: a review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 50: 11-28.

CEE. 1991. Reglament (CEE) 2092/91 del Consell, de 24 de juny de 1991 sobre producció agrícola ecològica i la seva indicació en els productes agraris i alimentaris. *Diari Oficial de la Comunitat Europea* núm. 198, pp. 0001-0015.

DOGC. 2001. RESOLUCIÓ de 19 de novembre de 2001, per la qual es publica la norma tècnica per a la Denominació Genèrica Producció Integrada de fruita de llavor. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya* núm. 3528, pp. 18751-18755.

Fitzgerald, J.D. i Solomon, M.G. 2004. Can flowering plants enhance numbers of beneficial arthropods in UK apple and pear orchards? *Biocontrol Science and Technology*, 14(3): 291-300.

García de Otazo, J.; Sió, J.; Torà, R. i Torà, M. 1992. *Peral. Control integrado de plagas y enfermedades*. Agro Latino. Barcelona, pp. 311.

Haley, S. i Hogue, E.J. 1990. Ground cover influence on apple aphids, *Aphis pomi* DeGeer (Homoptera: Aphididae), and its predators in a young apple orchard. *Crop Protection*, 9(3): 221-230.

Harrington, K.C.; Hartley, M.J.; Rahman, A. i James, T.K. 2005. Long term ground cover options for apple orchards. *New Zealand Plant Protection*, 58: 164-168.

Hartley, M.J. 1988. Weed control improves the growth and yield of young fruit trees. *Proceedings of the New Zealand Weed and Pest Control Conference*, 41: 258-261.

Hartley, M.J.; Rahman, A.; Harrington, K.C. i James, T.K. 2000. Assessing ground covers in a newly planted apple orchard. *New Zealand Plant Protection*, 53: 22-27.

Horton, D.R.; Broers, D.A.; Lewis, R.R.; Granatstein, D.; Zack, R.S.; Unruh, T.R.; Moldenke, A.R. i Brown, J.J. 2003. Effects of mowing frequency on densities of natural enemies in three Pacific Northwest pear orchards. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 106(2): 135-145.

Hullé, M.; Turpeau, É.; Leclant, F. i Rahn, M. 1998. Les pucerons des arbres fruitiers. *Cycles biologiques et activités de vol*. ACTA, INRA Editions. Paris, pp. 80.

Jenser, G.; Balázs, K.; Erdélyi, C.s.; Haltrich, A.; Kádrár, F.; Kozár, F.; Markó, V.; Rác, V. i Samu, F. 1999. Changes in arthropod population composition in IPM apple orchards under continental climatic conditions in Hungary. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 73: 141-154.

Lathrop, F.H. 1928. The biology of apple aphids. *The Ohio Journal of Science*, 28(4): 177-204.

Marquès, X.; Puig, E.; Puiggrós, J.; Saus, J.; Sebastià, M.; Taberner, A. i Vila-hors, J. 1983. *Manual de les males herbes dels conreus de Catalunya*. Institució Catalana d'Estudis Agraris, Obra Social de la Caixa de Pensions. Barcelona, pp. 211.

Merwin, I.A. i Stiles, W.C. 1994. Orchard groundcover management impacts on apple tree growth and yield, and nutrient availability and uptake. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119(2): 209-215.

Milliken, G.A. i Johnson, D.E. 1992. *Analysis of Messy Data*. Vol I, *Designed Experiments*. Chapman & Hall. London, pp. 473.

Norris, R.F. i Kogan, M. 2005. Ecology of interactions between weeds and arthropods. *Annual Review of Entomology*, 50: 479-503.

Porta, J.; López-Acevedo, M. i Roquero, C. 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, pp. 807.

Saavedra, M.M. i Pastor, M. 2002. Sistemas de cultivo en olivar: manejo de malas hierbas y herbicidas. Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid, pp. 429.

Sarasúa, M.; Avilla, J.; Torà, R. i Vilajeliu, M. 2000. Enemics naturals de plagues als conreus de fruita de llavor a Catalunya. *Dossiers agraris*, 6: 7-19.

SAS Institute. 2000. SAS/STAT User's Guide, version 9.1. SAS Institute. Cary, pp. 1686.

SSS. 2006. Keys to Soil Taxonomy. USDA-Natural Resources Conservation Service. Washington, DC, pp. 333.

Vogt, H. i Weigel, A. 1999. Is it possible to enhance the biological control of aphids in an apple orchard with flowering strips? *Bulletin OILB/SROP*, 22(7): 39-46.

Wheeler, S.J. i Pickering, G.J. 2003. Optimizing grape quality through soil management practices. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 1(2): 190-197.

Wyss, E. 1999. Enhancement and release of predaceous arthropods to control aphids in organic apple orchards. *Bulletin OILB/SROP*, 22(7): 47-51.

Zimdahl, R.L. 1993. Fundamentals of weed science. Academic Press. San Diego, pp. 450.

5. Capítol III: Dinàmica poblacional i estratègies de control del pugó gris (*Dysaphis plantaginea* Passerini (Hemiptera: Aphidae)) en agricultura ecològica

Índex

1. Introducció.....	141
2. Objectius.....	144
3. Materials i Mètodes.....	145
3.1. Material vegetal.....	145
3.2. Dades climàtiques.....	145
3.3. Dinàmica poblacional durant la tardor.....	145
3.4. Estratègies de control del pugó gris de la pomera.....	145
3.4.1. <i>Disseny experimental</i>	145
3.4.2. <i>Aplicació dels tractaments</i>	146
3.4.3. <i>Variables mesurades</i>	146
3.4.4. <i>Anàlisi estadística</i>	149
3.4.5. <i>Assaig 2004-2005</i>	150
3.4.6. <i>Assaig 2005-2006</i>	150
3.4.7. <i>Assaig 2006-2007</i>	152
4. Resultats.....	154
4.1. Dades climàtiques.....	154
4.2. Dinàmica poblacional durant la tardor.....	154
4.3. Assaig 2004-2005.....	157
4.4. Assaig 2005-2006.....	159
4.5. Assaig 2006-2007.....	160
5. Discussió.....	163
6. Conclusions.....	167
7. Bibliografia.....	168

1. Introducció

El pugó gris (*Dysaphis plantaginea* Passerini (Hemiptera: Aphidae)) és una de les principals plagues que afecten les pomeres (*Malus domestica* Borkhausen) (Blommers *et al.*, 2004; Miñarro i Dapena, 2005). Aquest pugó és de cicle dioic, és a dir, que té dos hostes: el primari, que és on té lloc la posta d'ous, i el secundari, que és on es desenvolupen les generacions estivals. L'hoste primari és la pomera, tant la cultivada (*M. domestica*) com la silvestre (*Malus sylvestris* L. Miller), i el secundari, espècies del gènere *Plantago*, essent *Plantago lanceolata* L., la més important (Bonnemaison, 1959).

El pugó gris hiverna en estat d'ou. L'eclosió d'aquests té lloc a finals d'hivern i d'ells emergeixen femelles àpteres anomenades fundadores. Aquestes originen per viviparitat i partenogènesi noves femelles anomenades fundatrígenes (Baker i Turner, 1916; Bonnemaison, 1959). Poden néixer fins a 4 generacions de fundatrígenes, en què la presència de formes alades és màxima a l'última generació (Bonnemaison, 1959). El nombre de generacions és inversament proporcional a la temperatura. Així doncs, en primaveres càlides hi ha menys generacions perquè l'emigració a l'hoste secundari s'avança (Bonnemaison, 1959). Des de finals de primavera fins a principis d'estiu, les fundatrígenes alades emigren cap a l'hoste secundari on pareixen femelles àpteres anomenades exiliades o virginípares (Baker i Turner, 1916; Bonnemaison, 1959). A *Plantago* spp. es poden succeir entre 3 i 8 generacions fins a l'aparició de sexúpars àpteres a finals d'estiu (Bonnemaison, 1959). Una sexúpara àptera pot parir virginípares àpteres, sexúpars alades i mascles (Bonnemaison, 1959).

A principis de tardor, les sexúpars alades inicien l'emigració cap a les pomeres. Realitzen vols de curta durada i reposen sobre diferents plantes fins a trobar l'hoste primari (Bonnemaison, 1959). Les sexúpars alades poder resistir bastant temps sense alimentar-se, fet que els permet recórrer varis centenars de metres abans d'arribar a les pomeres (Bonnemaison, 1959). Un cop allí, se situen al revers de la fulla, la piquen i pareixen les femelles sexuades o ovípars. La fecunditat mitjana de les sexúpars alades és de 9,2 ovípars que poden parir de manera aïllada o bé en grups de 2 o 3 individus tant en fulles del mateix arbre com en arbres veïns (Bonnemaison, 1959). Les ovípars necessiten entre 20 i 28 dies per arribar a l'estadi adult (Baker i Turner, 1916).

Els mascles del pugó gris de la pomera són alats i un cop adults abandonen *Plantago* spp. en recerca de les ovíparas. Els mascles arriben a les pomeres durant les primeres fases del desenvolupament nimfal de les ovíparas i esperen que aquestes siguin adultes per aparellar-se (Baker i Turner, 1916). En condicions de laboratori, la posta dels ous té lloc 24 h després de la còpula (Bonnemaison, 1959). Cada femella pon una mitjana de 6,3 ous (Baker i Turner, 1916) que dipositen a les rugositat de les gemmes (Bonnemaison, 1959).

La presència de pugó gris a les pomeres durant la primavera és molt gran i incrementa exponencialment degut a l'elevada fecunditat de les femelles de les primeres generacions. En seguiments realitzats a l'aire lliure, Bonnemaison (1959) va registrar una fecunditat mitjana de 72 nimfes per fundadora, 68 per femella de la primera generació de fundatrígenes i 52 per la segona. La tercera i quarta generació de fundatrígenes tenen una fecunditat petita (Bonnemaison, 1959). Les poblacions de pugó gris a l'hoste secundari són extremadament baixes durant l'estiu i augmenten lleugerament amb l'aparició de sexúparas àpteres a finals d'estiu (Bonnemaison, 1959).

Just després de l'eclosió, les nimfes es desplacen fins arribar a les gemmes que comencen a obrir-se (Bonnemaison, 1959). Un cop allí, entren al seu interior quedant protegides per les fulles i gemmes florals en desenvolupament. Les nimfes de les fundadores piquen les fulles per alimentar-se sense provocar deformacions importants (Bonnemaison, 1959). En canvi, les fundadores adultes i els individus de les següents generacions deformen fulles i fruits (Bonnemaison, 1959). Quan els atacs són importants, poden arribar a aturar el creixement dels brots i reduir la collita, ja que un cop picat el fruit, aquest es deforma i no creix més (Lathrop, 1928; Bonnemaison, 1959; Lind *et al.*, 2003). En canvi, les picades que realitza el pugó gris quan es troba sobre *Plantago* spp. o sobre pomeres a la tardor no provoquen deformacions (Baker i Turner, 1916; Bonnemaison, 1959).

Les estratègies habituals de control del pugó gris es basen en l'eliminació de les fundadores. En agricultura convencional o integrada s'apliquen productes sistèmics a prefloració i/o postfloració capaços de controlar el pugó gris fins i tot quan es troba dins de les fulles enrotllades (Bourgouin *et al.*, 2000; Biargues *et al.*, 2007). En agricultura ecològica s'utilitza azadiractina, substància extreta de l'arbre de neem (*Azadirachta*

indica Adrien-Henri de Jussieu), amb bons resultats quan s'apliquen en prefloració i contra els estadis nimfals de les fundadores (Schulz *et al.*, 2000; Miñarro i Dapena, 2004b). El temps que es disposa per realitzar aquest tractament és curt, i encara que l'azadiractina també controla adults, triga més a fer efecte i no evita danys en fulles ni fruits (Schulz *et al.*, 2000). Els tractaments de primavera amb sabó potàssic contra pugons també són freqüents en agricultura ecològica tot i que no són tant eficaços per al control del pugó gris com ho és l'azadiractina (Lind *et al.*, 2003).

El control biològic és un altre mètode de maneig de plagues. El pugó gris pot ser depredat per coccinèl·lids (Coleoptera: Coccinellidae), crisopes (*Chrysoperla* sp. (Neuroptera: Chrysopidae)), dermàpters (Dermaptera: Forficulidae), sírfids (Diptera: Syrphidae), àcar roig (*Allothrombium fuliginosum* Hermann (Acari : Trombidiiade)), *Aphydoletes aphidimyza* (Rondani) (Diptera: Cecidomyiidae) i hiperparasitat per himenòpters (Hymenoptera: Aphidiidae), entre altres (Cross *et al.*, 1999; Sarasúa *et al.*, 2000; Solomon *et al.*, 2000; Miñarro *et al.*, 2005) Tanmateix, el control biològic en el cas del pugó gris, acostuma a ser poc efectiu perquè quan apareixen les primeres colònies de pugons la presència d'enemics naturals és baixa o inexistent (Vogt i Weigel, 1999; Sarasúa *et al.*, 2000) i, a més a més, la resposta dels seus depredadors a l'increment de les poblacions de pugons és petita o nul·la (Kindlmann i Dixon, 1993; Miñarro *et al.*, 2005).

L'ús de varietats resistents és un dels mètodes de control de plagues i malalties més eficaç que no requereix més intervenció que la selecció de la varietat. Per contra, aquest mètode de control només és aplicable en el moment del disseny de la plantació i a més a més, el nombre de varietats de poma resistents o tolerants a pugó gris és molt reduït (Speiser *et al.*, 2007). Algunes d'aquestes varietats són: 'Querina[®] (Florina)' (Rat-Morris, 1993; Miñarro i Dapena, 2008), 'Initial^{COV}' (Laurens *et al.*, 2000), 'Harmonie[®] (Delorina)' (Weibel *et al.*, 2003; Fitzgerald *et al.*, 2008), 'Goldrush' (Weibel *et al.*, 2003; Miñarro i Dapena, 2008), 'Saturn^{COV}' (Weibel *et al.*, 2003), 'Bell Golden[®]' (Andreev i Kutinkova, 2004), 'Liberty' (Arnaoudov i Kutinkova, 2006; Miñarro i Dapena, 2008), 'Golden Orange^{COV}' (Angeli i Simoni, 2006) i 'Galarina^{COV}' (Miñarro i Dapena, 2008), entre altres.

Una altra estratègia per controlar el pugó gris de la pomera és evitar la colonització de tardor. Hoehn (2003) i Romet (2004) van defoliar els arbres a la tardor per evitar que el pugó localitzés la pomera obtenint una disminució de fundadores a primavera. Els treballs present a la bibliografia relacionen les aplicacions de piretrines i d'insecticides de síntesi química a tardor amb la reducció de fundadores (Kehrli i Wyss, 2001; Hoehn *et al.*, 2003; Wyss i Daniel, 2004; Cross *et al.*, 2007). Diversos autors han estudiat l'efecte de tractaments de caolí obtenint resultats contradictoris. En alguns casos s'ha observat una reducció del nombre de fundadores (Kehrli i Wyss, 2001; Romet, 2004; Wyss i Daniel, 2004; Burgel *et al.*, 2005), mentre que en altres no (Cross *et al.*, 2007). Tots els treballs presents a la bibliografia relacionen intervencions realitzades a la tardor amb la presència de fundadores, però cap d'ells mostra dades referents a l'evolució de la plaga des de l'aparició d'aquestes fins a l'emigració cap a l'hoste secundari.

Les mesures per al control del pugó gris basades en l'aplicació de productes aficides a primavera i tardor optimitzen la seva eficàcia si es disposa d'un sistema contrastat de predicció d'eclosió d'ous, (en el cas de tractaments de primavera), i d'aparició de sexúpars i ovípars, (en el cas de tractaments de tardor). A la bibliografia existeixen models de predicció de l'eclosió d'ous hivernants (Graf *et al.*, 2006) i de desenvolupament de formes immadures de virginòpars (Graf *et al.*, 1985) basades en la temperatura, però no hi ha models de predicció per al retorn del pugó gris a la pomera ni per l'aparició de les ovípars.

2. Objectius

Donada la importància del control del pugó gris de la pomera, la finalitat d'aquest treball va ser posar a punt estratègies de control de tardor i hivern per situar aquesta plaga per sota del llindar econòmic. Per tal d'assolir aquesta finalitat, els objectius d'aquest treball foren:

1. Estudi de la dinàmica poblacional del pugó gris de la pomera a la tardor.
2. Posar a punt estratègies de control del pugó gris de la pomera a la tardor.
3. Ajustar el nombre de tractaments d'oli mineral realitzats a l'hivern en estratègies de control de tardor o primavera.

3. Materials i Mètodes

3.1. Material vegetal

Els assajos es van realitzar des de tardor de 2004 fins a primavera de 2007 a la finca de pomeres en cultiu ecològic de l'IRTA situada a les Borges Blanques i plantada el gener del 2003 (vegeu descripció de la finca al capítol II). Els tractaments es van aplicar sobre la varietat 'Fuji Kiku 8[®]' situada a la part central de la parcel·la sense repetir files en anys consecutius. En aquestes files no es van aplicar tractaments fitosanitaris per al control del pugó gris altres que els propis dels tractaments de l'assaig. Els arbres utilitzats per al seguiment de la dinàmica poblacional no van rebre cap tractament insecticida.

3.2. Dades climàtiques

Les dades climàtiques referents a la temperatura es van obtenir de l'estació automàtica de Castellldans situat a 7 km al sud-oest de la finca d'assaig i pertanyent a la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya .

3.3. Dinàmica poblacional durant la tardor

Per a l'estudi de la dinàmica poblacional del pugó gris de la pomera durant la tardor es van mostrejar setmanalment 40 arbres de la finca d'assaig no pertanyents a les files on es van dur a terme els assajos per al control del pugó gris. Els mostrejos es van realitzar des de finals de setembre fins a caiguda de fulles en 10 brots per arbre escollits a l'atzar. Es va anotar el número de brots amb formes alades de pugó i ovípars del pugó gris de la pomera. Les formes alades de pugons no es van identificar com a pugó gris de la pomera ja que en exploracions visuals en camp és difícil distingir entre espècies.

3.4. Estratègies de control del pugó gris de la pomera

3.4.1. Disseny experimental

En l'assaig d'estratègies de control del pugó gris de la pomera es va realitzar un disseny experimental en blocs complets a l'atzar amb 8 repeticions distribuïdes transversalment al llarg de dues files (Figura 1). La parcel·la elemental estava constituïda per 4 arbres realitzant-se les mesures en un dels dos arbres centrals.

L'elecció de l'arbre control per a cada parcel·la elemental es va fer en funció del seu estat vegetatiu descartant l'arbre que presentava excés o manca de vigor respecte la mitjana dels arbres de l'assaig.

3.4.2. Aplicació dels tractaments

L'aplicació dels productes va realitzar-se mitjançant una màquina motobomba a raó de 500 L·ha⁻¹ al 2004, 600 L·ha⁻¹ al 2005, 750 L·ha⁻¹ al 2006 i 2007. L'increment anual en la quantitat de caldo per hectàrea aplicat va ser degut al creixement dels arbres. La defoliació dels arbres va ser manual. Al 2004, als arbres vorera d'aquest tractament es van fer caure les fulles de la meitat de l'arbre en contacte amb l'arbre control, mentre que al 2005 la defoliació dels 2 arbres vorera va ser total.

3.4.3. Variables mesurades

Durant la tardor es van fer mostrejos visuals en brots dels arbres control anotant el número de brots amb formes alades de pugó i ovíparas de pugó gris. Les formes alades de pugó no es van identificar a nivell d'espècie donada la dificultat de fer-ho en les exploracions visuals en camp.

Els recomptes de tardor de 2004 i 2005 van començar en detectar les primeres formes alades de pugó a les pomeres, mentre que a 2006 es van iniciar amb l'aparició de les primeres ovíparas als brots de pomera. A tardor de 2004, els recomptes es van acabar a inici de caiguda de fulles mentre que a 2005 i 2006 es van realitzar observacions fins a final de caiguda de fulles. Els mostrejos es van dur a terme setmanalment i abans i després de l'aplicació dels tractaments.

A primavera es van fer recomptes setmanals de brots ocupats pel pugó gris i es va anotar el número de pugons per brot. En els tres anys, els mostrejos van començar a l'estadi fenològic 54 de l'escala BBCH (Figura 2, Meier *et al.* (1994)). A la primavera de 2005 els recomptes van acabar el 19 d'abril realitzant-se un control puntual el 18 de maig, mentre que a 2006 i 2007 els mostrejos van finalitzar amb l'emigració del pugó gris a l'hoste secundari.

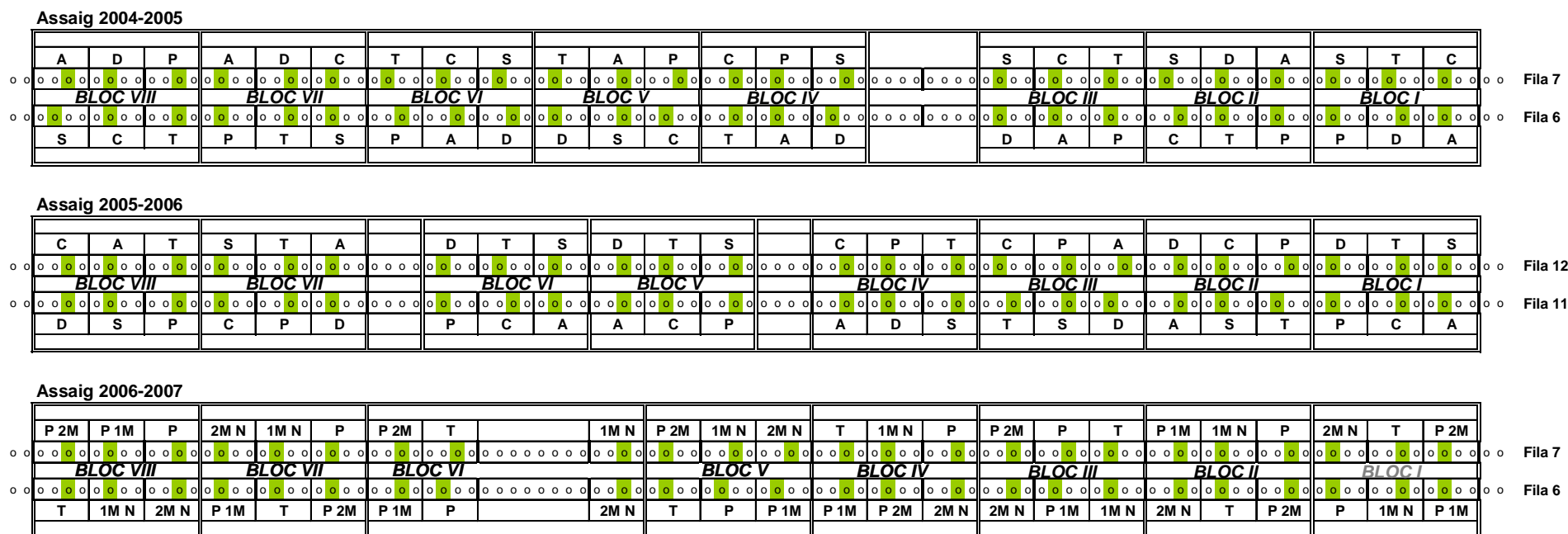


Figura 1.- Croquis de la distribució dels tractaments a la parcel·la d'assaig corresponent als assajos 2004-2005, 2005-2006 i 2006-2007. o: arbre de pomera de la varietat 'Fuji Kiku 8[®]', □: arbre mostrejat. T: testimoni, A: extracte d'all, C: caolí, S: sabó potàssic, P: piretrines, D: defoliació, P 1M: piretrines a tardor de 2006 + 1 aplicació d'oli mineral a hivern de 2007, P 2M: piretrines a tardor de 2006 + 2 aplicacions d'oli mineral a hivern de 2007, 1M N: 1 aplicació d'oli mineral a hivern de 2007 + 1 aplicació d'azadiractina a prefloració, 2M N: 2 aplicacions d'oli mineral a hivern de 2007 + 1 aplicació d'azadiractina a prefloració.

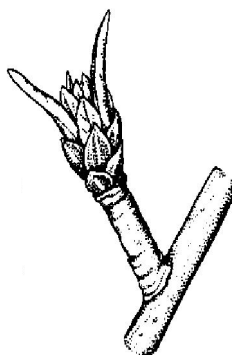


Figura 2.- Estadi 54 de l'escala BBCH (Meier *et al.*, 1994).

El número de brots mostrejats va estar en funció del creixement de l'arbre. D'aquesta manera, en l'assaig 2004-2005 es van realitzar observacions en 10 brots per arbre, mentre que en els 2005-2006 i 2006-2007, es van realitzar en 20 brots per arbre.

En l'assaig de tardor de 2005 es va mesurar la secció del tronc a 20 cm per sobre del punt d'empelt dels tractaments testimoni i defoliació. Les mesures es van realitzar el 7 de novembre de 2005 i el 20 d'abril de 2006 i es va calcular l'increment percentual de la secció del tronc entre aquestes dues dates de mostreig. En aquests tractaments es va comptar el número de fruits per arbre i es va obtenir el pes dels fruits en el moment de la collita (11 de novembre de 2006).

En l'assaig 2006-2007 es va avaluar el grau d'afectació dels brots de pomera causat per les picades del pugó gris mitjançant una escala categòrica. Els mostrejors es van dur a terme el 18 de juliol de 2007 sobre una mostra de 20 brots per arbre (Taula 1, Miñarro i Dapena (2004a)).

Taula 1.- Escala categòrica per a la determinació del grau d'afectació dels brots de pomera causat per l'atac del pugó gris de la pomera (Miñarro i Dapena, 2004a).

Valor	Descripció
0	sense dany
1	fulla lleugerament enrotllada al marge
2	fulla enrotllada longitudinalment
3	fulla típicament enrotllada
4	2-5 fulles típicament enrotllades
5	>5 fulles típicament enrotllades

3.4.4. Anàlisi estadística

L'evolució temporal del percentatge de brots ocupats i del nombre de pugons per brot es va estudiar incorporant el factor temps en una anàlisi de mesures repetides. Per a tal efecte, es va seguir un disseny de blocs dividits en el que el factor principal va ser el tractament i el secundari, el temps. Es va comprovar que la matriu de variàncies-covariàncies de les mesures repetides satisfés la condició de Huynh-Feldt mitjançant un test d'esfericitat de les dades. Quan les dades no complien aquest test es van corregir els graus de llibertat del numerador i denominador de la prova F de la variable en qüestió a través del valor ϵ de Box (Miliken i Johnson, 1992) i es van sotmetre de nou les dades a l'anàlisi de la variància. Quan no hi va haver interacció entre el factor tractament i temps, es van separar les mitjanes a través del Test de Rang Múltiple de Duncan. En cas contrari, es va realitzar una anàlisi de tendències programant contrastos lineals, quadràtics i fins a $n-1$ dates de mostreig. Per aquells contrastos d'interès es va realitzar una anàlisi de la variància i es van transformar les dades segons els coeficients de la matriu de contrastos ortogonals. Un cop transformades les dades es van separar les mitjanes mitjançant el Test de Rang Múltiple de Duncan.

D'altra banda, les dades obtingudes en el primer recompte de primavera es van sotmetre a l'anàlisi de la variància a fi de detectar efectes dels tractaments en l'aparició de les fundadores. A més a més, les dades dels mostrejos de primavera de 2007 es van analitzar mitjançant contrastos donada l'estructuració dels tractaments.

Les dades corresponents als percentatges de brots ocupats es van transformar mitjançant l'arrel quadrada de $x+0,5$ (essent x el valor en tant per cent). La resta de dades no es van transformar.

Per tal de determinar l'existència de correlació lineal entre diferents parells de variables es va calcular el coeficient de correlació lineal de Pearson (r) i el grau de significació.

Les anàlisis estadístiques es van realitzar mitjançant el paquet estadístic SAS[®] (Enterprise Guide, versió 2.0.0.417) (SAS Institute, 2000).

3.4.5. Assaig 2004-2005

Els tractaments de tardor de 2004 van consistir en tres aplicacions de caolí, extracte d'all, sabó potàssic i piretrines, defoliació dels arbres i un testimoni tractat amb aigua (Taula 2). La primera aplicació i la defoliació dels arbres va tenir lloc quan la densitat poblacional de formes alades de pugons en els arbres va ser superior a l'1% de brots ocupats (18-oct), el segon tractament es va realitzar el 3 de novembre i el tercer, el 12 de novembre. La concentració utilitzada en els tractaments de caolí va ser de 50 g producte comercial·L⁻¹ caldo en les dues primeres aplicacions per tal d'assegurar la presència de l'argila a l'arbre; donada la presència de caolí de les anteriors aplicacions, en l'última es va necessitar menys producte per tal de garantir el recobriment i per tant es va disminuir la concentració a 30 g producte comercial·L⁻¹ caldo.

3.4.6. Assaig 2005-2006

A la tardor de 2005 es van aplicar els mateixos productes que al 2004 però en diferents moments (Taula 3). Els tractaments amb caolí, extracte d'all i la defoliació també es van dur a terme quan el percentatge de brots ocupats per formes alades de pugons va ser superior a l'1% (21-oct) i es van realitzar 5 aplicacions d'aquests productes, en lloc de 3, per tal de garantir la seva presència durant el període d'estudi, especialment després de pluges abundants. A partir de la tercera data d'aplicació (7-nov) es va reduir la concentració de caolí degut a la presència d'aquest producte corresponent a les aplicacions anteriors. Els tractaments amb sabó potàssic i piretrines van anar dirigits a les ovíparas i es van realitzar 3 aplicacions espaiades 15 dies, la primera de les quals va tenir lloc quan la densitat poblacional d'ovíparas va ser superior a l'1% de brots ocupats (2-nov).

Taula 2.- Característiques dels productes emprats i data d'aplicació dels tractaments de l'assaig 2004-2005.

Tractament	Producte comercial	Matèria activa	Riquesa (mL m.a.-L ⁻¹ p.c o g m.a.-L ⁻¹ p.c.)	Concentració producte comercial (mL p.c.-L ⁻¹ o g p.c.-L ⁻¹)	Data aplicació (2004)
Testimoni (T)	-	aigua	-	-	18-oct, 3-nov i 12-nov
Caolí (C)	Surround [®]	caolí	950	50 ^a -30 ^b	18-oct, 3-nov i 12-nov
All (A)	Tecniol	extracte d'all	650	6	18-oct, 3-nov i 12-nov
Sabó (S)	E-Coda-Oleo-K	sabó potàssic	500	10	18-oct, 3-nov i 12-nov
Piretrines (P)	Pelitre Hort [®]	piretrines	40	2	18-oct, 3-nov i 12-nov
Defoliació (D)	-	-	-	-	18-oct

m.a.: matèria activa. p.c.: producte comercial. ^a Concentració aplicada el 18-oct i 3-nov. ^b Concentració aplicada el 12-nov.

Taula 3.- Característiques dels productes emprats i data d'aplicació dels tractaments de l'assaig 2005-2006.

Tractament	Producte comercial	Matèria activa	Riquesa (mL m.a.-L ⁻¹ p.c o g m.a.-L ⁻¹ p.c.)	Concentració producte comercial (mL p.c.-L ⁻¹ o g p.c.-L ⁻¹)	Data aplicació (2005)
Testimoni (T)	-	aigua	-	-	21-oct, 25-oct, 7-nov, 15-nov i 30-nov
Caolí (C)	Surround [®]	caolí	950	50 ^a -30 ^b	21-oct, 25-oct, 7-nov, 15-nov i 30-nov
All (A)	Tecniol	extracte d'all	650	6	21-oct, 25-oct, 7-nov, 15-nov i 30-nov
Sabó (S)	E-Coda-Oleo-K	sabó potàssic	500	10	2-nov, 15-nov i 30-nov
Piretrines (P)	Pelitre Hort [®]	piretrines	40	2	2-nov, 15-nov i 30-nov
Defoliació (D)	-	-	-	-	21-oct

m.a.: matèria activa. p.c.: producte comercial. ^a Concentració aplicada el 21 i 25-oct. ^b Concentració aplicada el 7, 15 i 30-nov.

3.4.7. Assaig 2006-2007

Amb l'objectiu de reduir el número d'aplicacions de piretrines, a l'assaig 2006-2007 es van realitzar dues aplicacions de piretrines espaiades 7 dies, la primera de les quals va tenir lloc quan la densitat poblacional de les ovíparas de pugó gris va ser superior al 10% de brots ocupats (13-nov) (Taula 4).

En els arbres tractats amb piretrines al novembre de 2007, es van realitzar 0, 1 i 2 aplicacions d'oli mineral d'estiu al març de 2008 per tal de saber si aquesta substància millora l'eficàcia dels tractaments de tardor (Taula 4).

D'altra banda, es va realitzar un tractament amb azadiractina el 28 de març de 2007 amb 1 i 2 aplicacions d'oli mineral en arbres no tractats a tardor de 2006.

Taula 4.- Característiques dels productes emprats i data d'aplicació dels tractaments de l'assaig 2006-2007.

Tractament	Producte comercial	Matèria activa	Riquesa (mL m.a.-L ⁻¹ p.c o g m.a.-L ⁻¹ p.c.)	Concentració producte comercial (mL p.c.-L ⁻¹ o g p.c.-L ⁻¹)	Data aplicació
Testimoni (T) -	-	aigua	-	-	13-nov i 20-nov de 2006
Piretrines (P)	Pelitre Hort [®]	piretrines	40	2	13-nov i 20-nov de 2006
Piretrines + 1 oli (P1M)	Pelitre Hort [®] Nogatron	piretrines oli mineral	40 830	2 20	13-nov i 20-nov de 2006 28-març de 2007
Piretrines + 2 oli (P2M)	Pelitre Hort [®] Nogatron	piretrines oli mineral	40 830	2 20	13-nov i 20-nov de 2006 6-març i 28-març de 2007
1 oli + azadiractina (1MN)	Nogatron Neemazal [®] -T/S	oli mineral azadiractina	830 10	20 2,5	28-març de 2007 28-març de 2007
2 oli + azadiractina (2MN)	Nogatron Neemazal [®] -T/S	oli mineral azadiractina	830 10	20 2,5	6-març i 28-març de 2007 29-març de 2007

m.a.: matèria activa. p.c.: producte comercial.

4. Resultats

4.1. Dades climàtiques

La temperatura mitjana diària durant el retorn del pugó gris a les pomeres es va situar al voltant dels 12°C al 2004 i 2006, va estar propera als 11°C al 2005 i va ser lleugerament superior als 10°C al 2007 (Figura 3). Dels 4 anys d'assaig, cal destacar el període de temperatures anormalment altes registrat entre el 20 i 26 de novembre de 2006 (uns 6,5°C superiors a la mitjana de 2004, 2005 i 2007 per al mateix interval de dates) i les gelades de mitjans de novembre de 2007 que tingueren lloc uns 25 dies abans que a 2005 i 2006 (Figura 3).

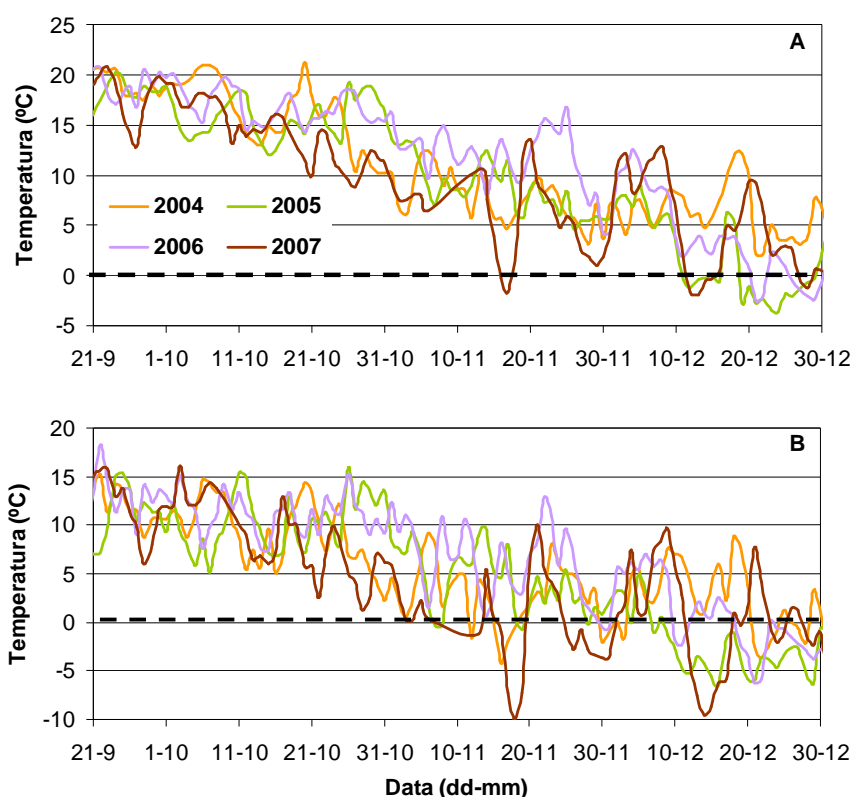


Figura 3.- Temperatura mitjana diària (A) i temperatura mínima diària (B) durant el període de retorn del pugó gris a les pomeres. Dades corresponents a l'observatori meteorològic de Castellans de la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya.

4.2. Dinàmica poblacional durant la tardor

Durant la tardor de 2004, 2005, 2006 i 2007 es van realitzar mostrejors setmanals per tal de detectar el moment del retorn del pugó gris a les pomeres i l'aparició de les ovíparas. En els 4 anys de mostreig, les formes alades de pugons van aparèixer per

primer cop a la setmana 41 (6-oct-04, 11-oct-05, 10-oct-06 i 10-oct-07) i les ovíparas de pugó gris ho van fer a la setmana 41 del 2004 (6-oct) i a la 44 del 2005 (27-oct), 2006 (2-nov) i 2007 (29-nov) (Figura 4).

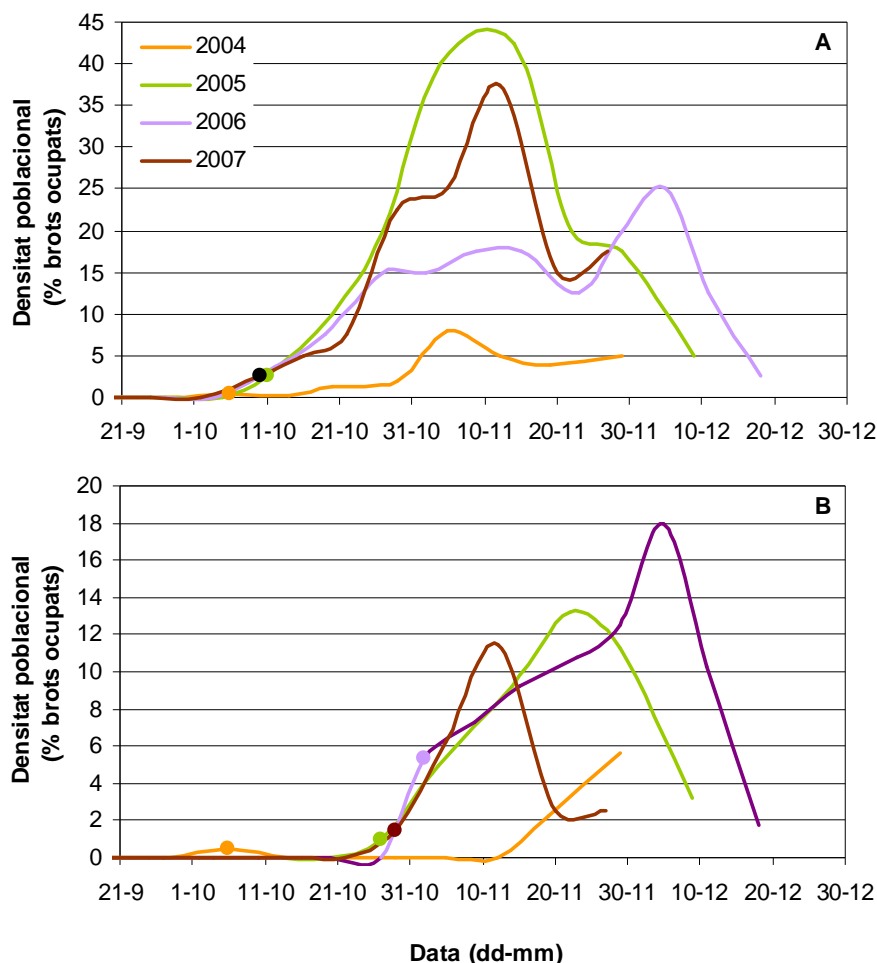


Figura 4.- Dinàmica poblacional del pugó gris de la pomera a tardor de 2004, 2005, 2006 i 2007. A: percentatge de brots ocupats per formes alades de pugons. Els cercles indiquen el moment de detecció de les primeres formes alades (● 2004, ● 2005, ● 2006 i ● 2007). B: percentatge de brots ocupats per ovíparas de pugó gris. Els cercles indiquen el moment de detecció de les primeres ovíparas de pugó gris (● 2004, ● 2005, ● 2006 i ● 2007).

La presència de formes alades de pugons no està correlacionada amb la temperatura mitjana acumulada ($r = 0,06$; $P < 0,05$). En canvi, la presència d'ovíparas està directament correlacionada amb la temperatura mitjana acumulada durant el període d'ocupació de les pomeres (Figura 5).

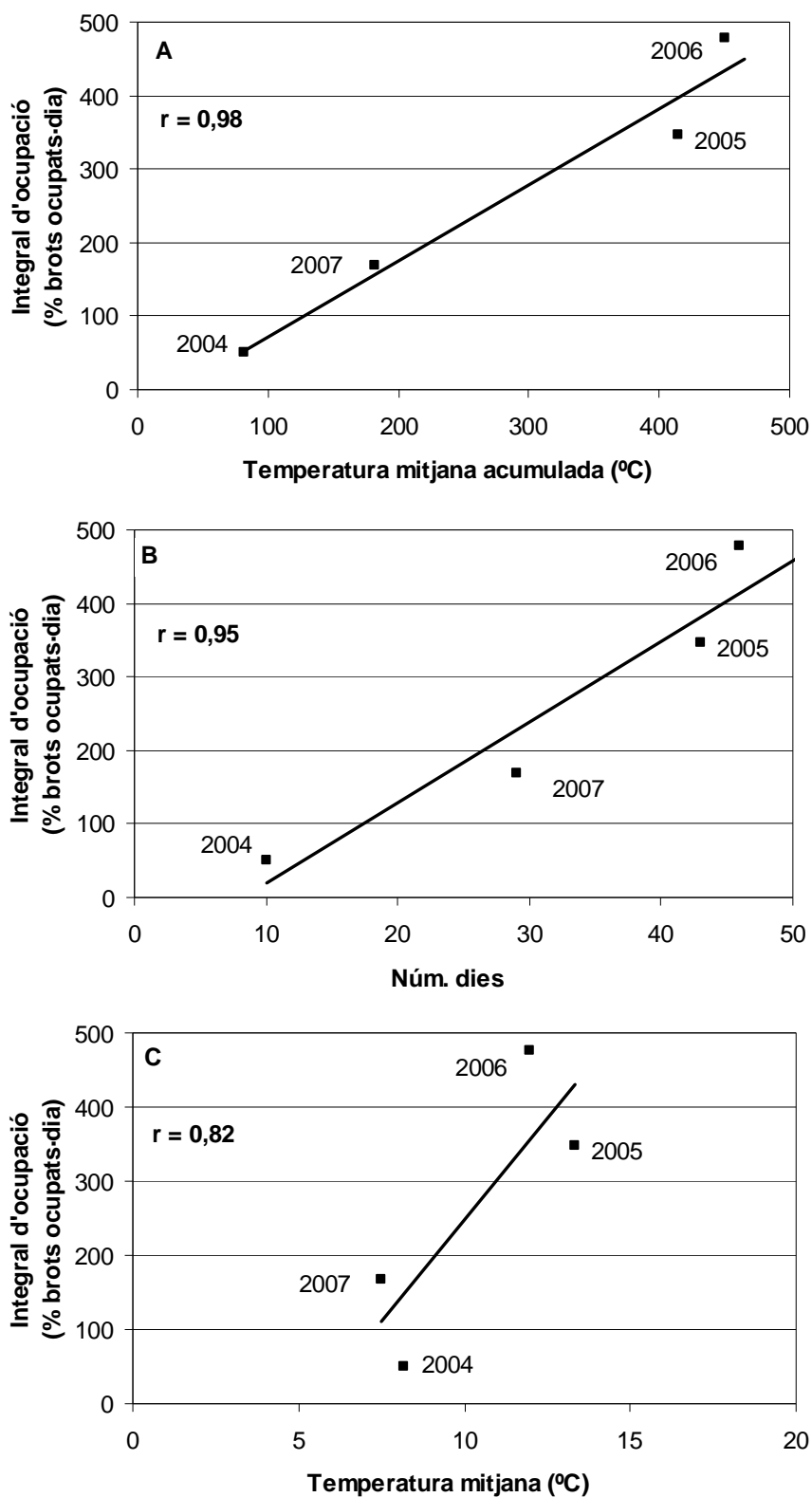


Figura 5.- Relació entre la integral d'ocupació del percentatge de brots amb ovíparas amb: (A) temperatura mitjana acumulada (°C) durant el període de presència d'ovíparas, (B): número de dies de presència d'ovíparas i (C): temperatura mitjana (°C) del període de presència d'ovíparas. (A): $r = 0,98$; $P = 0,0211$. (B): $r = 0,95$; $P = 0,0463$. (C): $r = 0,82$; $P = 0,1774$.

4.3. Assaig 2004-2005

En als arbres defoliats no es van observar formes alades de pugons. La densitat poblacional de formes alades de pugons en els arbres defoliats, els tractats amb sabó potàssic i piretrines va ser significativament inferior al testimoni (Figura 6).

En els arbres defoliats i en els tractats amb piretrines no es van detectar ovíparas de pugó gris durant el període de mostreig. La defoliació i l'aplicació de piretrines va reduir de manera significativa la presència d'ovíparas de pugó gris respecte el testimoni (Figura 6).

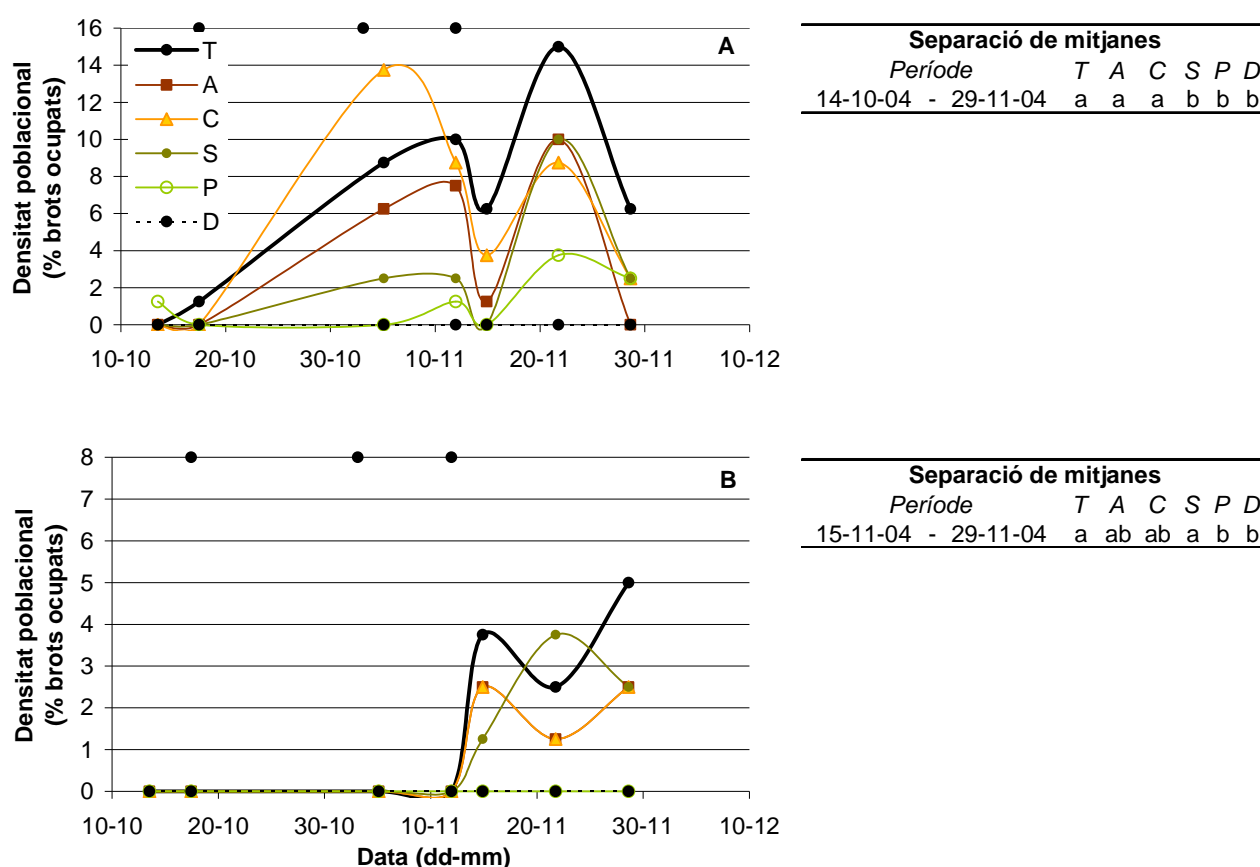


Figura 6.- Percentatge de brots de pomera ocupats per formes alades de pugó (A) i ovíparas de pugó gris (B) a tardor de 2004. Resultats de la separació de mitjanes posterior a l'anàlisi de mesures repetides en el període esmentat en cada cas. Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). $n=8$. Cercles negres (●) a la part superior de la figura indiquen el moment en què es van aplicar els tractaments. T: testimoni, A: extracte d'all, C: caolí, S: sabó potàssic, P: piretrines, D: defoliació.

A la primavera de 2005 només els arbres tractats amb piretrines i els defoliats van presentar menys brots ocupats per pugó gris respecte el testimoni durant el període comprès entre el 30 de març i el 19 d'abril. En el mostreig del 18 de maig no hi van haver diferències significatives entre els tractaments (Figura 7).

El número de pugons per brot en el primer recompte de primavera (30-març) dels arbres tractats amb caolí, sabó potàssic, piretrines i els defoliats va ser significativament inferior al testimoni. No obstant, durant el període de 30 de març a 19 d'abril no hi van haver diferències significatives entre tractaments (Figura 7).

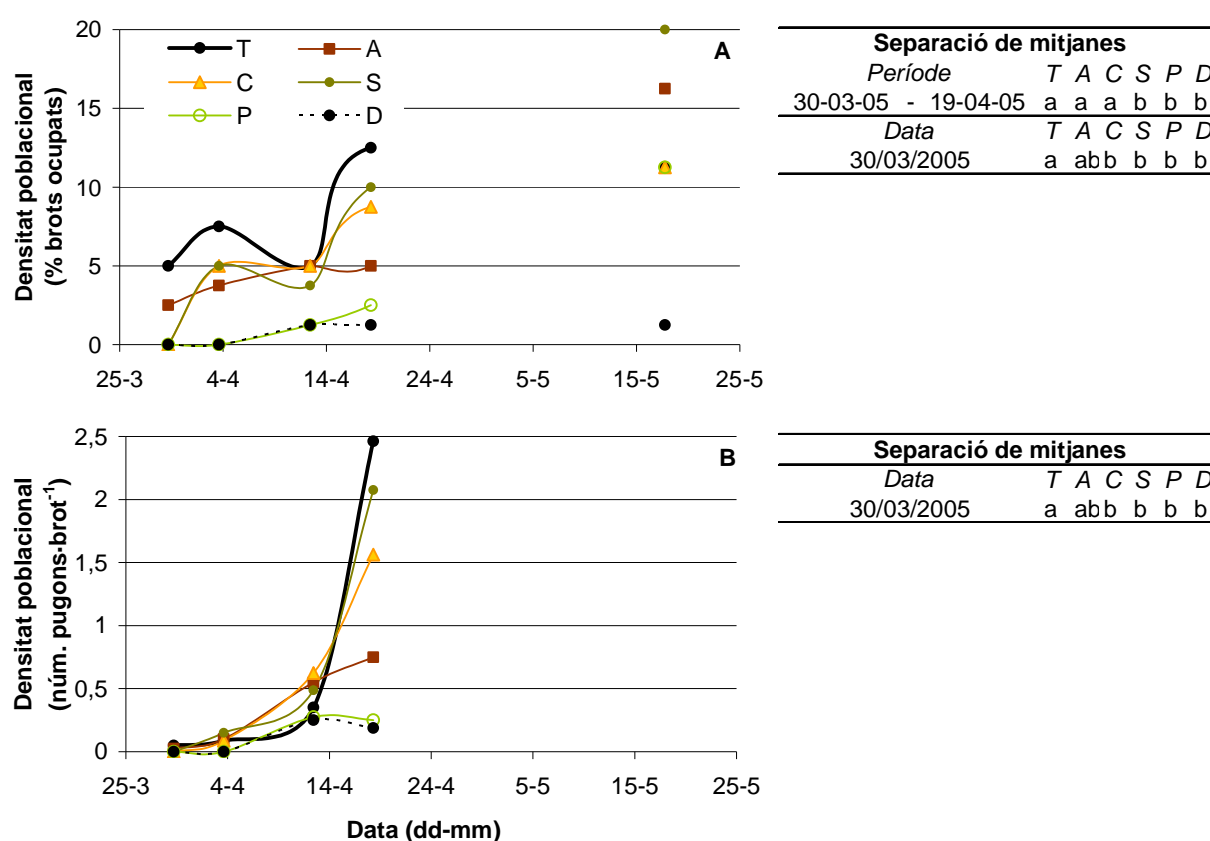


Figura 7.- Percentatge de brots de pomera ocupats per pugó gris (A) i número de pugons grisos per brot (B) a primavera de 2005. Resultats de la separació de mitjanes posterior a l'anàlisi de mesures repetides en el període esmentat en cada cas i separació de mitjanes posterior a l'anàlisi de la variància corresponent al primer recompte. Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). $n=8$. T: testimoni, A: extracte d'all, C: caolí, S: sabó potàssic, P: piretrines, D: defoliació.

4.4. Assaig 2005-2006

La presència de formes alades de pugons durant el període comprès entre el 17 d'octubre i el 9 de desembre de 2005 va ser estadísticament igual en tots els tractaments (Figura 8). En canvi, la presència d'ovíparas entre el 4 de novembre i l'1 de desembre en els arbres defoliats i en els tractats amb caolí i piretrines va ser estadísticament inferior al testimoni (Figura 8).

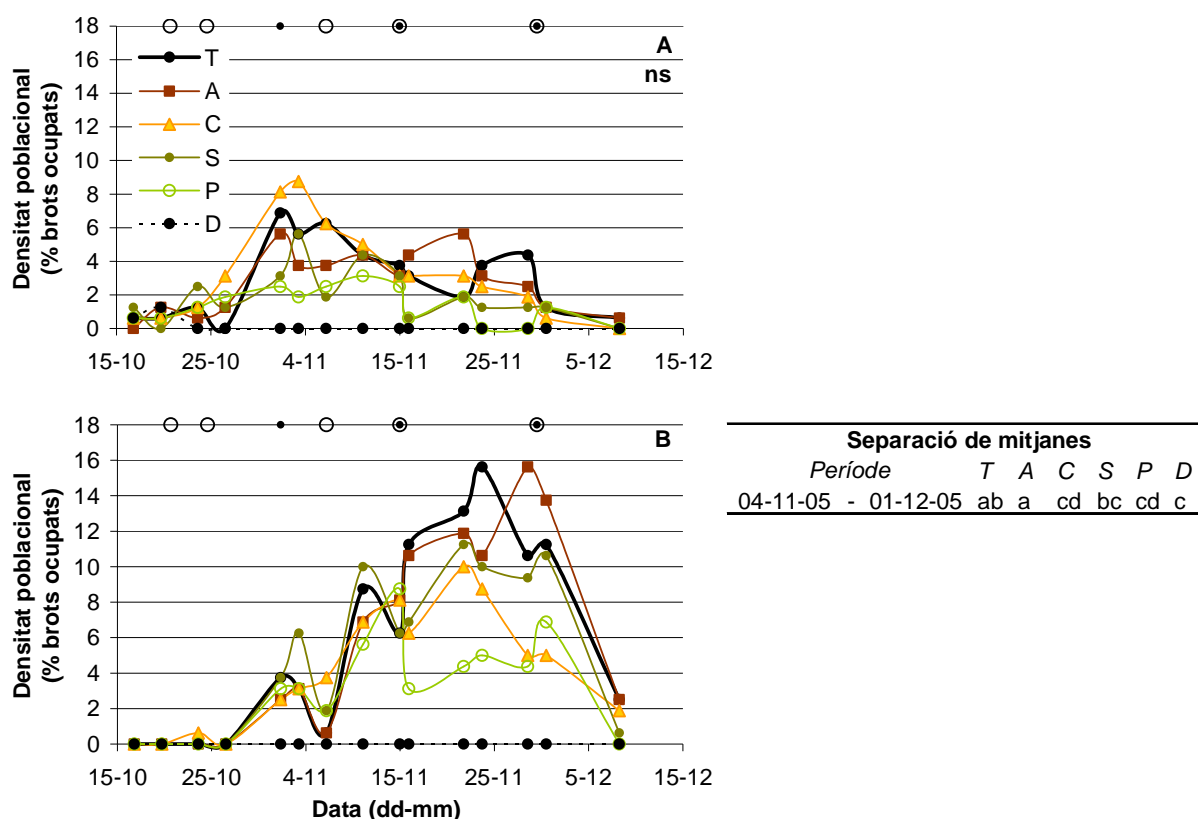


Figura 8.- Percentatge de brots de pomera ocupats per formes alades de pugó (A) i ovíparas de pugó gris (B) a tardor de 2005. Resultats de la separació de mitjanes posterior a l'anàlisi de mesures repetides en el període esmentat en cada cas. Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). $n=8$. ns: no significatiu. Circumferències (○) a la part superior de la figura indiquen l'aplicació de caolí i extracte d'all, mentre que cercles negres (●) indiquen l'aplicació de sabó potàssic i piretrines. T: testimoni, A: extracte d'all, C: caolí, S: sabó potàssic, P: piretrines, D: defoliació.

En els mostrejos de primavera de 2006, els arbres defoliats i els tractats amb piretrines van presentar estadísticament menys brots ocupats per pugó gris i menys pugons grisos per brot que el testimoni. Els arbres tractats amb sabó potàssic també van tenir

un nombre inferior de pugons grisos per brot respecte el testimoni tot i que el percentatge de brots ocupats va ser similar. A la primera data de mostreig (28-març) no hi van haver diferències entre tractaments en el número de brots ocupats per pugó gris. En canvi, pel que fa al número de pugons per brot, al 28 de març tots el tractaments presentaven nivells estadísticament inferiors al testimoni (Figura 9).

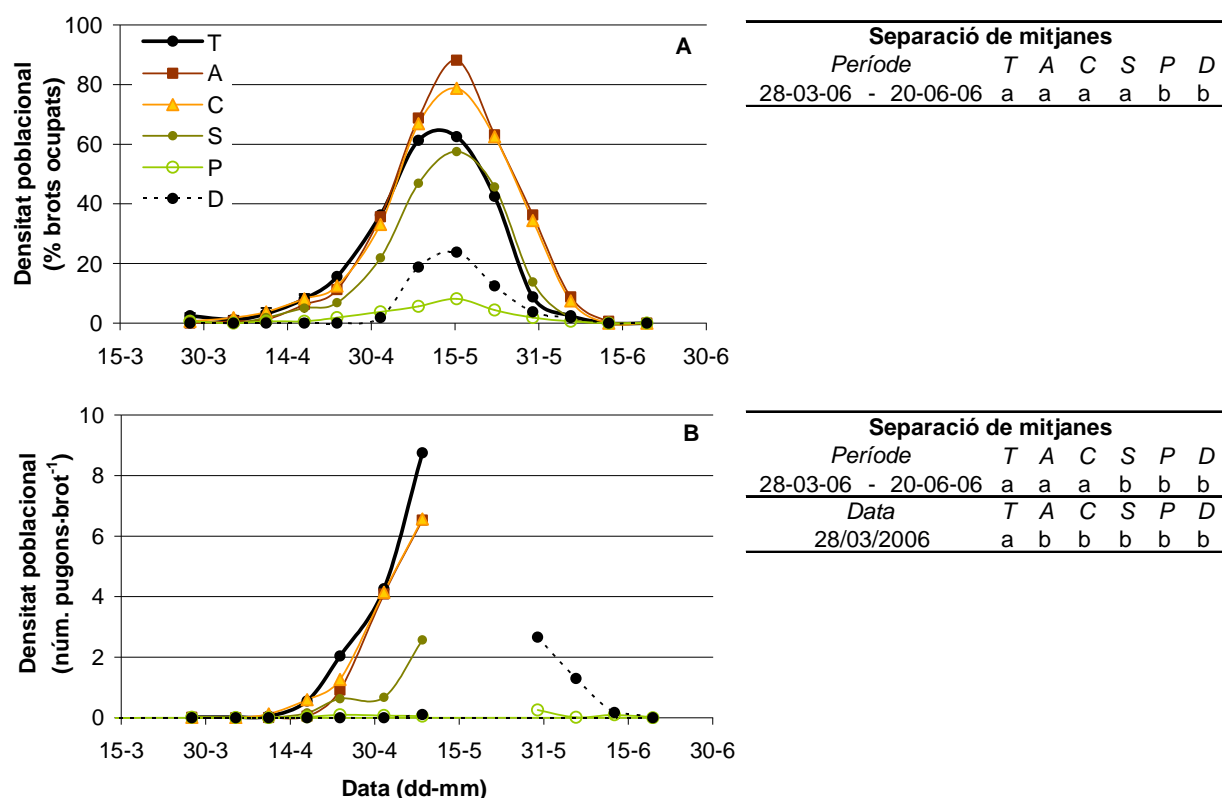


Figura 9.- Percentatge de brots de pomera ocupats per pugó gris (A) i número de pugons grisos per brot (B) a primavera de 2006. Resultats de la separació de mitjanes posterior a l'anàlisi de mesures repetides en el període esmentat en cada cas i separació de mitjanes posterior a l'anàlisi de la variància corresponent al primer recompte. Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). $n=8$. T: testimoni, A: extracte d'all, C: caolí, S: sabó potàssic, P: piretrines, D: defoliació.

4.5. Assaig 2006-2007

La presència de formes alades de pugons a tardor de 2006 en els tractaments P i P 1M va ser estadísticament inferior al testimoni. Pel que fa a les ovíparas de pugó gris, els arbres tractats amb piretrines (P, P 1M i P 2M) van presentar significativament menys brots ocupats respecte el testimoni, mentre que la resta de tractaments (1M N i 2M N) no van mostrar nivells d'ocupació diferents al testimoni (Figura 10).

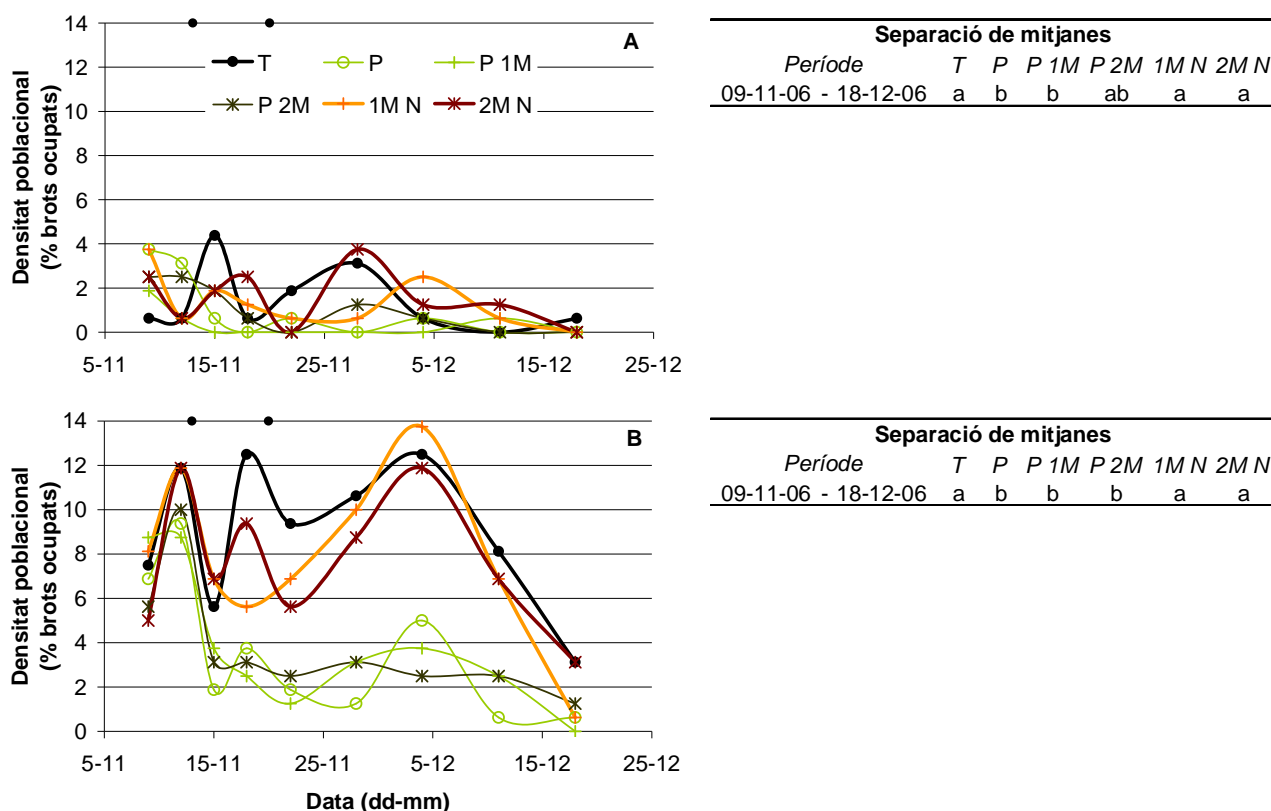


Figura 10.- Percentatge de brots de pomera ocupats per formes alades de pugó (A) i ovíparas de pugó gris (B) a tardor de 2005. Resultats de la separació de mitjanes posterior a l'anàlisi de mesures repetides en el període esmentat en cada cas. Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). $n=8$. Cercles negres (●) a la part superior de la figura indiquen l'aplicació de piretrines. T: testimoni, P: piretrines a tardor de 2006, P 1M: piretrines a tardor de 2006 + 1 aplicació d'oli mineral a hivern de 2007, P 2M: piretrines a tardor de 2006 + 2 aplicacions d'oli mineral a hivern de 2007, 1M N: 1 aplicació d'oli mineral a hivern de 2007 + 1 aplicació d'azadiractina a prefloració, 2M N: 2 aplicacions d'oli mineral a hivern de 2007 + 1 aplicació d'azadiractina a prefloració.

La presència de pugó gris a primavera de 2007 en els diferents tractaments no va ser estadísticament diferent (Figura 11). Pel que fa a la primera data de mostreig, (28-març), només els tractaments amb piretrines van presentar menys brots ocupats respecte el testimoni; en canvi, el número de pugons per brot va ser igual en tots els tractaments. L'anàlisi per contrastos dels valors mitjans de brots ocupats per pugó gris durant tot el període de mostreig, indica que les aplicacions d'oli mineral a l'hivern redueixen significativament les poblacions de pugó gris respecte el testimoni i que no hi ha diferències entre realitzar 1 o 2 tractaments d'oli mineral a l'hivern. També s'observa que els tractaments amb piretrines a la tardor i amb azadiractina a la

primavera no són estadísticament diferents quan s'acompanyen amb oli mineral a l'hivern, i que les dues aplicacions de piretrines a tardor no van reduir significativament poblacions de primavera respecte el testimoni, mentre que quan són complementades per tractaments d'oli mineral a hivern sí (Taula 5). Pel que fa al número de pugons per brot no hi van haver diferències significatives entre tractaments ni en el primer recompte ni durant el període de mostreig (Figura 11).

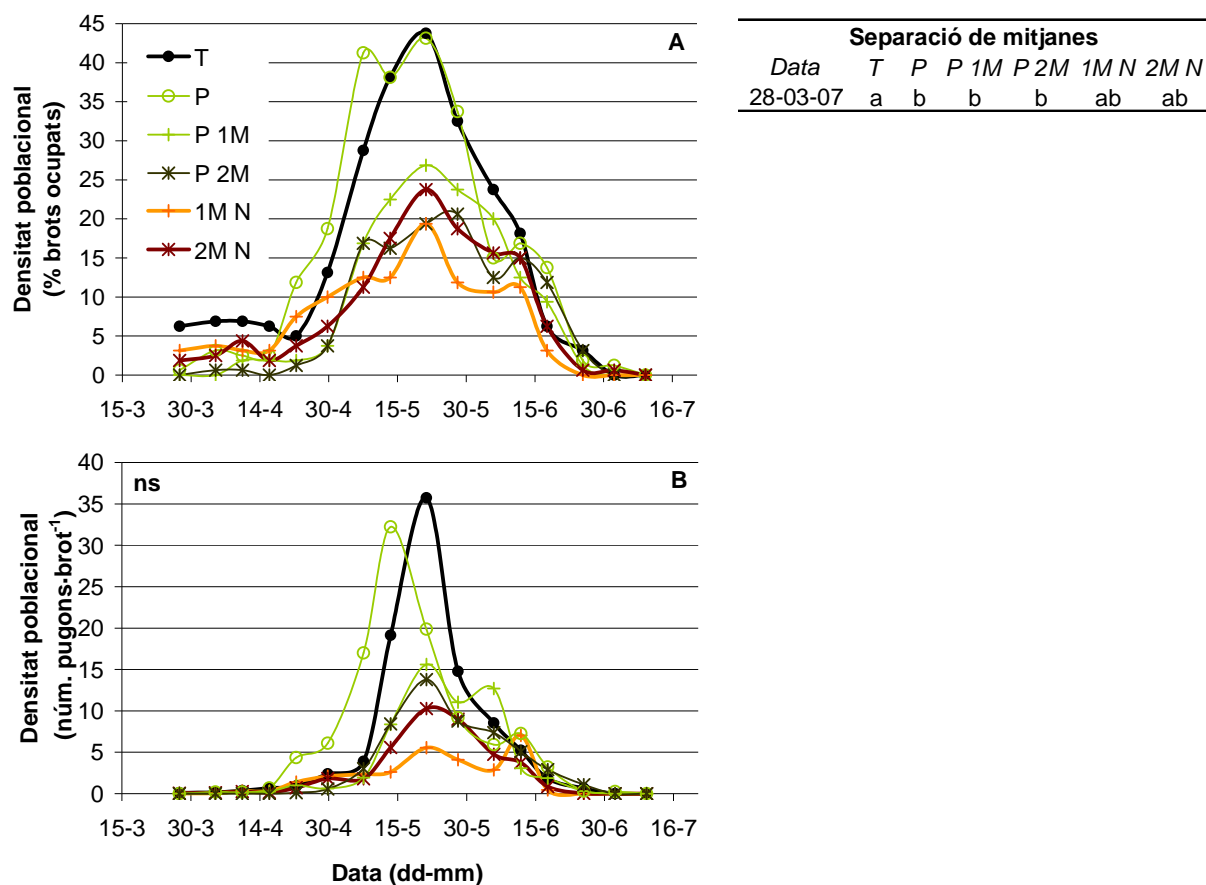


Figura 11.- Percentatge de brots de pomera ocupats per pugó gris (A) i número de pugons grisos per brot (B) a primavera de 2007. Separació de mitjanes de la variable percentatge de brots de pomera ocupats per pugó gris a primavera de 2006 en les dates de mostreig que presentaven diferències significatives segons l'anàlisi de la variància. Lletres iguals en una mateixa fila indiquen diferències no significatives segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). $n = 8$. ns: no significatiu. T: testimoni, P: piretrines a tardor de 2006, P 1M: piretrines a tardor de 2006 + 1 aplicació d'oli mineral a hivern de 2007, P 2M: piretrines a tardor de 2006 + 2 aplicacions d'oli mineral a hivern de 2007, 1M N: 1 aplicació d'oli mineral a hivern de 2007 + 1 aplicació d'azadiractina a prefloració, 2M N: 2 aplicacions d'oli mineral a hivern de 2007 + 1 aplicació d'azadiractina a prefloració.

Taula 5.- Contrastos del valors mitjans de la variable percentatge de brots de pomera ocupats per pugó gris a la primavera de 2007.

Contrast	P>F
Testimoni vs resta de tractaments	*
Testimoni vs oli mineral	*
1 oli mineral vs 2 oli mineral	ns
Oli mineral + azadiractina vs oli mineral + piretrina	ns
Testimoni vs piretrina sola	ns
Testimoni vs piretrina + oli mineral	*

ns: no significatiu, * P<0,05.

En el mostreig realitzat al 18 de juliol de 2007 per avaluar el grau d'afectació dels brots ocupats pel pugó gris no es van trobar diferències significatives dels diferents tractaments respecte el testimoni (Taula 6).

Taula 6.- Avaluació del nivell d'afectació dels brots ocupats pel pugó gris de la pomera segons una escala categòrica (Miñarro i Dapena, 2004a).

Tractament	Nivell d'afectació
T	3,7 ± 0,3 ab
1M N	2,6 ± 0,7 b
2M N	3,3 ± 0,4 ab
P	4,3 ± 0,2 a
P 1M	3,4 ± 0,8 ab
P 2M	3,3 ± 0,8 ab
P>F	*

Mitjana ± error estàndard. Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). * $P < 0,05$. $n = 8$. T: testimoni, 1M N: 1 aplicació d'oli mineral a hivern de 2007 + 1 aplicació d'azadiractina a prefloració, 2M N: 2 aplicacions d'oli mineral a hivern de 2007 + 1 aplicació d'azadiractina a prefloració, P: piretrines a tardor de 2006, P 1M: piretrines a tardor de 2006 + 1 aplicació d'oli mineral a hivern de 2007, P 2M: piretrines a tardor de 2006 + 2 aplicacions d'oli mineral a hivern de 2007.

5. Discussió

Els tractaments fitosanitaris que es realitzen a la tardor per al control del pugó gris tenen més possibilitats d'entrar en contacte amb l'insecte que a la primavera ja que a la tardor el pugó no enrotlla les fulles que pica (Baker i Turner, 1916; Bonnemaïson, 1959) i per tant no queda protegit per aquestes. Però per tal que els tractaments de tardor

puguin controlar aquesta plaga cal realitzar les aplicacions en el moment que el pugó es troba a la pomera.

En els mostrejos setmanals realitzats sobre brots de pomera a tardor de 2004, 2005, 2006 i 2007 es van detectar per primer cop formes alades durant la segona setmana d'octubre. El fet que l'arribada dels primers pugons s'hagi produït durant la mateixa setmana en 4 anys i que la presència de formes alades de pugons no tingui relació amb la temperatura mitjana acumulada, suggereix que la producció de sexúpars alades pot tenir més relació amb paràmetres fixos com el fotoperíode que amb paràmetres variables com la temperatura. Segons Kawada (1987), el fotoperíode és el factor principal que determina l'aparició de sexúpars alades i Blommers *et al.* (2004) no van trobar diferències en la cria de sexúpars a 20 °C respecte a 16 °C.

Les ovípars de pugó gris es van observar per primer cop 3 setmanes després de l'aparició de formes alades de pugons al 2005, 2006 i 2007, i durant la mateixa setmana al 2004. La longitud del cos de les ovípars és inferior a 1 mm en el primer i segon estadi larvari (Bonnemaison, 1959). Així doncs, s'estima que la detecció de les ovípars va tenir lloc a partir del tercer estadi nimfal. Segons Baker i Turner (1916), les ovípars necessiten entre 20 i 28 dies per arribar a l'estat adult. Els resultats obtinguts al 2005, 2006 i 2007 estan d'acord amb els estudis realitzats per Baker i Turner (1916) ja que van ser necessaris 21 dies després de l'arribada de formes alades de pugons per a la detecció de les ovípars. A diferència de les formes alades de pugons, la presència d'ovípars a les pomeres va estar estretament relacionada amb la temperatura mitjana acumulada durant la seva estada a les pomeres. Donat que el càlcul de la temperatura mitjana acumulada es va realitzar a partir del número de dies i de la temperatura mitjana diària durant el període de presència d'ovípars, es va simplificar el model i es va calcular el coeficient de correlació lineal de Pearson i el seu grau de significació per a cada una d'aquestes variables respecte la integral d'ocupació del percentatge de brots amb ovípars (Figura 5). Els resultats obtinguts posen de manifest que el model que té en compte les dues variables és millor ja que té un coeficient de correlació i un grau de significació més elevat que els models d'una sola variable.

Els assajos realitzats en aquest treball per al control del pugó gris a la tardor es basen en l'alteració del reconeixement de la planta hoste (defoliació, aplicacions d'extracte

d'all i caolí) i en l'eliminació de les ovíparas (aplicacions de sabó potàssic i piretrines). Els tractaments a base d'extracte d'all realitzats a tardor de 2004 i 2005 no van impedir el reconeixement de les pomeres per part dels pugons ni van reduir la presència d'ovíparas al presentar el mateix percentatge de brots ocupats per formes alades de pugons i d'ovíparas de pugó gris. Per tant, a la primavera dels anys següents, no es van controlar les poblacions de pugó gris. Aquests resultats coincideixen amb el treball de Cross *et al.* (2007) en el qual aplicacions repetides d'extracte d'all no van disminuir les colònies de primavera.

Les aplicacions de caolí a tardor de 2004 tampoc van evitar el reconeixement de les pomeres ni van reduir la presència d'ovíparas. En canvi, els tractaments de tardor de 2005 si bé no van evitar el reconeixement de la planta hoste, sí que van reduir la presència d'ovíparas. Les diferències observades entre els dos anys podrien ser degudes a un augment del número de tractaments i del període de recobriment de tardor de 2005 respecte a 2004. Els efectes dels tractaments de caolí en les poblacions de primavera coincideixen amb Wyss i Daniel (2004) i Burgel *et al.* (2005) i es limiten a una reducció del número de fundadores sense poder situar la plaga per sota del llindar econòmic.

La defoliació dels arbres ha estat l'única estratègia que ha evitat la colonització de tardor al no presentar ni formes alades de pugons ni ovíparas de pugó gris. Hoehn *et al.* (2003) suggereix que els arbres defoliats no resulten atractius per als pugons i per aquest motiu no els colonitzen. Un mètode indirecte per avaluar el nombre d'ous hivernants és a partir de les femelles fundadores de primavera (Wyss i Daniel, 2004). En els primeres recomptes de primavera de 2005 i 2006 no es van trobar ni nimfes ni adults de pugó gris fet que suggereix l'absència d'ous en els arbres defoliats. La presència de pugó gris a partir del 13 d'abril de 2005 i del 2 de maig de 2006 podria estar causada per la colonització de pugons procedents dels arbres adjacents. Cal tenir en compte, que el pugó gris pot realitzar desplaçaments de més d'1 m en la fase de colonització primaveral de les pomeres (Bonnemaison, 1959). L'endarreriment de la presència de pugons en els arbres defoliats a 2005 respecte a 2004 podria ser deguda a què a tardor de 2004 es va defoliar la meitat dels arbres vorera en contacte amb l'arbre control, mentre que al 2005 la defoliació va ser total. Pel que fa al control de la plaga, la defoliació practicada a tardor de 2004 i 2005 va aconseguir situar els nivells

de pugó gris per sota del llindar econòmic. Aquests resultats estan en acord amb Hoehn *et al.* (2003) i Romet (2004) on la defoliació dels arbres va ser una pràctica eficaç per al control del pugó gris.

Un dels possibles efectes de la defoliació precoç és la reducció del creixement de l'arbre i de la collita. En l'assaig de 2005-2006 es va controlar la producció dels arbres testimoni i dels defoliats sense trobar diferències significatives ni en el número de fruits per arbre (testimoni: 43,3; defoliació: 44,4; $p > 0,5876$) ni en el pes mig dels fruits (testimoni: 222,5; defoliació: 221; $p > 0,8712$). Aquests resultats coincideixen amb Romet (2004) en el que la defoliació precoç de les pomeres no va afectar ni la collita ni el creixement dels arbres. Aquest autor, però, planteja el dubte sobre les conseqüències que podria tenir la defoliació precoç practicada anualment als arbres.

El sabó potàssic és un producte amb possibles efectes aficides. En aquest assaig, les aplicacions de sabó potàssic durant el període d'arribada de formes alades de pugons van reduir la seva presència. A la tardor de 2004, el sabó potàssic es va aplicar a l'inici de la colonització disminuint el percentatge de brots ocupats per formes alades de pugons. En canvi, a la tardor de 2005, els tractaments de sabó potàssic no van reduir la presència de formes alades de pugons ja que el producte es va aplicar unes dues setmanes després de la seva aparició i just abans de la disminució natural de la població. Pel que fa al control del pugó gris a primavera, en tots dos anys es va veure reduït el número de fundadores respecte el testimoni. Aquesta reducció podria respondre a una disminució de la posta d'ous o bé de la seva viabilitat. En tot cas, l'efecte del sabó potàssic sembla incrementar-se quan les aplicacions tenen lloc durant el període de presència d'ovíparas de pugó gris. D'aquesta manera, el número de pugons a la primavera de 2006 va resultar sempre inferior al testimoni mentre que a la primavera de 2005 només ho va ser en el primer recompte. Malgrat la disminució del nombre de pugons a primavera, el sabó potàssic no va controlar la plaga satisfactòriament en cap dels dos anys. Cross *et al.* (2007) troba resultats similars en els que aplicacions repetides de sabó potàssic redueixen el nombre de fulles infestades sense aconseguir un bon control primaveral de les poblacions del pugó gris.

L'aplicació de piretrines a la tardor va disminuir la presència d'ovíparas en els tres anys d'assaig però no sempre va controlar la plaga durant la primavera. Al 2005, el

percentatge de brots ocupats es va situar per sota del 2,5% fins el 19 d'abril; a partir d'aquí, la colonització de la resta de l'arbre va incrementar fins a situar-se a nivells similars al testimoni. A primavera de 2006, es va aconseguir un control satisfactori de la plaga durant tot el període, mentre que a primavera de 2007 només es va reduir el percentatge de brots ocupats per fundadores. Aquestes diferències entre anys estan relacionades amb la coincidència d'ovíparas i l'aplicació de les piretrines. A tardor de 2004, l'últim tractament va tenir lloc just abans de l'aparició de les primeres ovíparas, a 2005 es va cobrir pràcticament tot el període, i a 2006 només l'inici. A partir d'aquests resultats es dedueix que l'aplicació de piretrines abans de l'aparició de les ovíparas o bé només a l'inici no controla satisfactòriament les poblacions a primavera; en canvi, quan l'aplicació té lloc a principis, mitjans i finals del període de presència d'ovíparas s'obté un control de la plaga per sota del llindar econòmic.

Les aplicacions d'oli mineral al març es van realitzar amb l'objectiu d'ajustar el nombre de tractaments d'aquest producte en estratègies de control de tardor i primavera del pugó gris. Tant els tractaments que van rebre dues aplicacions (6 i 28 de març) com els d'una (28 de març) no van mostrar nivells de control significativament diferents. Aquests resultats suggereixen que aplicacions realitzades sobre ous hivernants (6 de març) tenen poc efecte respecte les realitzades a inici d'eclosió (28 de març). Els treballs realitzats per Iversen i Harding (2007) en el control del pugó llanut del faig (*Phyllaphis fagi* L., (Hemiptera: Aphidae)) donen suport a aquesta hipòtesi ja que els tractaments d'oli mineral només van reduir poblacions quan es van aplicar en dates properes a l'eclosió dels ous.

D'altra banda, l'addició d'aplicacions preflorals d'oli mineral en tractaments de tardor amb piretrines i en tractaments de primavera amb azadiractina van proporcionar un control similar del pugó gris a primavera, probablement perquè els efectes de les aplicacions de tardor de piretrines sobre la dinàmica poblacional del pugó gris són equivalents als tractaments de primavera amb azadiractina.

6. Conclusions

El retorn del pugó gris a les pomeres comença durant la segona setmana d'octubre i acaba a caiguda de fulles. Les poblacions de formes alades de pugons durant el

període de retorn no s'han vist afectades per la temperatura ocorreguda en aquest interval de temps, fet que suggereix que la producció de sexúpars i de mascles està més relacionada amb factors fixos com el fotoperíode que amb factors variables com la temperatura.

La detecció de les ovípars té lloc 3 setmanes després de l'arribada de les sexúpars i la seva presència en els arbres s'acaba a caiguda de fulles. L'abundància de les ovípars està directament relacionada amb la temperatura.

Dels tractaments aplicats a tardor amb l'objectiu d'evitar el reconeixement de les pomeres per part de les formes emigrants de pugó gris (defoliació, aplicacions d'extracte d'all i caolí), només la defoliació va impedir la colonització de tardor i va controlar la plaga durant la primavera següent.

El sabó potàssic aplicat a l'inici de la colonització de tardor o durant la presència d'ovípars redueix l'ocupació de formes alades o d'ovípars, respectivament. En tots dos casos, el sabó potàssic ha disminuït el número de fundadores a primavera però no ha controlat satisfactòriament la plaga.

Les aplicacions de tardor amb piretrines poden controlar el pugó gris de la pomera durant la primavera següent. Aquest producte ha resultat eficaç quan s'ha aplicat a principis, mitjans i finals del període de presència d'ovípars a l'arbre.

L'addició de tractaments amb oli mineral allunyats del període d'eclosió dels ous de pugó gris no millora el control d'aquesta plaga.

7. Bibliografia

Andreev, R. i Kutinkova, H. 2004. Resistance to aphids and scale insects in nine apple cultivars. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 12: 215-221.

Angeli, G. i Simoni, S. 2006. Apple cultivars acceptance by *Dysaphis plantaginea* Passerini (Homoptera: Aphididae). *Journal of Pest Science*, 79(3): 175-179.

Arnaoudov, V. i Kutinkova, H. 2006. Susceptibility of some apple cultivars to infestation by the rosy apple aphid (*Dysaphis plantaginea* Pass., Homoptera: Aphididae). Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 14: 137-142.

Baker, A.C. i Turner, W.F. 1916. Rosy Apple Aphis. Journal of Agriculture Research, 7(7): 321-342.

Biargues, M.E.; Koke, É. i Sagnes, J.L. 2007. Lutte contre les pucerons cendrés sur pommier: point sur les traitements préfloraux. Arboriculture Fruitière, 612(34): 36-39.

Blommers, L.H.M.; Helsen, H.H.M. i Vaal, F.W.N.M. 2004. Life history data of the rosy apple aphid *Dysaphis plantaginea* (Pass.) (Homopt., Aphididae) on plantain and as migrant to apple. Journal of Pest Science, 77(3): 155-163.

Bonnemaison, L. 1959. Le puceron cendré du pommier (*Dysaphis plantaginea* Pass.). Morphologie et Biologie. Méthodes de lutte. Annales de l'INRA. Série C. Annales des Épiphyties, 3: 257-320.

Bourgouin, B.; Larroque, T. i Brun, V. 2000. Comment lutter contre le puceron cendre sur pommier. L'exemple du Sud-Ouest de la France. Phytoma, 526: 32-35.

Burgel, K.; Daniel, C. i Wyss, E. 2005. Effects of autumn kaolin treatments on the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* (Pass.) and possible modes of action. Journal of Applied Entomology, 129(6): 311-314.

Cross, J.V.; Cubison, S.; Harris, A. i Harrington, R. 2007. Autumn control of rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* (Passerini), with aphicides. Crop Protection, 26(8): 1140-1149.

Cross, J.V.; Solomon, M.G.; Babandreier, D.; Blommers, L.; Easterbrook, M.A.; Jay, C.N.; Jenser, G.; Jolly, R.L.; Kuhlmann, U.; Lilley, R.; Olivella, E.; Toepfer, S. i Vidal, S. 1999. Biocontrol of pests of apples and pears in northern and central Europe: 2. Parasitoids. Biocontrol Science and Technology, 9(3): 277-314.

Fitzgerald, J.; Cross, J.; Berrie, A. i Cubison, S. 2008. An assessment of apple varieties for their suitability in organic production systems. 13th International Conference on

Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing, pp. 213-215

Graf, B.; Hopli, H.U.; Hohn, H. i Samietz, J. 2006. Temperature effects on egg development of the rosy apple aphid and forecasting of egg hatch. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 119(3): 207-211.

Graf, H.; Baumgärtner, J. i Delucchi, V. 1985. Life table statistics of three apple aphids, *Dysaphis plantaginea*, *Rhopalosiphum insertum*, and *Aphis pomi* (Homoptera, Aphididae), at constant temperatures. *Journal of Applied Entomology*, 99: 285-294.

Hoehn, H.; Graf, B. i Hoepfli, H. 2003. Control of rosy apple aphid (*Dysaphis plantaginea*) in fall - preliminary results. *Bulletin OILB/SROP*, 26(11): 59-64.

Iversen, T. i Harding, S. 2007. Biological and other alternative control methods against the woolly beech aphid *Phyllaphis fagi* L. on beech *Fagus sylvatica* seedlings in forest nurseries. *Journal of Pest Science*, 80(3): 159-166.

Kawada, K. 1987. Polymorphism and morph determination. A: Aphids. Their biology, natural enemies and control. Eds. A.K. Minks i P. Harrewijn. Elsevier. Amsterdam, pp. 255-268

Kehrli, P. i Wyss, E. 2001. Effects of augmentative releases of the coccinellid, *Adalia bipunctata*, and of insecticide treatments in autumn on the spring populations of aphids of the genus *Dysaphis* in apple orchards. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 99: 245-252.

Kindlmann, P. i Dixon, A. 1993. Optimal foraging in ladybird beetle (Coleoptera: Coccinellidae) and its consequences for their use in biological control. *European Journal of Entomology*, 90: 443-450.

Lathrop, F.H. 1928. The biology of apple aphids. *The Ohio Journal of Science*, 28(4): 177-204.

Laurens, F.; Lespinasse, Y. i Fouillet, A. 2000. A new scab resistant apple: 'Initial'. *Acta Horticulturae*, 538: 707-710.

Lind, K.; Lafer, G.; Schloffer, K.; Innerhofer, G. i Meiser, H. 2003. Organic Fruit Growing. CABI Publishing. Wallingford, pp. 281

Meier, U.; Graf, H.; Hack, H.; Hess, M.; Kennel, W.; Klose, R.; Mappes, D.; Seipp, D.; Stauss, R.; Streif, J. i Boom, T.v.d. 1994. Phänologische Entwick-lungsstadien 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. Pflanzenschutzd, 46: 141-153.

Miliken, G.A. i Johnson, D.E. 1992. Analysis of Messy Data. Vol. I. Designed Experiments. Chapman & Hall., pp.

Miñarro, M. i Dapena, E. 2004a. Inheritance of tolerance to the rosy apple aphid of the cv. 'Florina'. Acta Horticulturae, 663(1): 261-264.

Miñarro, M. i Dapena, E. 2004b. Optimización del control del pulgón ceniciento del manzano con insecticidas derivados del neem. VI Congreso SEAE, Zaragoza, pp. 511-518

Miñarro, M. i Dapena, E. 2005. Sustainable control of the rosy apple aphid *Dysaphis plantaginea*. Bulletin OILB/SROP, 28(7): 129-133.

Miñarro, M. i Dapena, E. 2008. Tolerance of some scab-resistant apple cultivars to the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea*. Crop Protection, 27(3-5): 391-395.

Miñarro, M.; Hemptinne, J.L. i Dapena, E. 2005. Colonization of apple orchards by predators of *Dysaphis plantaginea*: sequential arrival, response to prey abundance and consequences for biological control. BioControl, 50(3): 403-414.

Rat-Morris, E. 1993. Development of rosy aphid *Dysaphis plantaginea* on a tolerant apple cultivar 'Florina'. Bulletin OILB/SROP, 16: 91-100.

Romet, L. 2004. Le point sur la strategie de lutte automnale contre le puceron cendré du pommier. Le Fruit Belge, 72(510): 124-129.

Sarasúa, M.; Avilla, J.; Torà, R. i Vilajeliu, M. 2000. Enemics naturals de plagues als conreus de fruita de llavor a Catalunya. Dossiers agraris, 6: 7-19.

SAS Institute. 2000. SAS/STAT User's Guide, version 9.1. SAS Institute. Cary, pp. 1686

Schulz, C.; Kienzle, J. i Zebitz, C.P.W. 2000. Effect of NeemAzal-T/S on development of *Dysaphis plantaginea* Pass.: Consequences for application and experiences in practice. A: Practice Oriented Results on Use and Production of Neem-Ingredients and Pheromones. Eds. H. Kleeberg i C.P.W. Zebitz. Druck & Graphic. Hohensolms, pp. 17-20

Solomon, M.G.; Cross, J.V.; Fitz Gerald, J.D.; Campbell, C.A.M.; Jolly, R.L.; Olszak, R.W.; Niemczyk, E. i Vogt, H. 2000. Biocontrol of pests of apples and pears in northern and central Europe - 3. Predators. *Biocontrol Science and Technology*, 10(2): 91-128.

Speiser, B.; Wyss, E. i Maurer, V. 2007. Biological control in organic production: first choice or last option? A: An ecological and societal approach to biological control. Eds. J. Eilenberg i H.M.T. Hokkanen. Springer. Dordrecht, pp. 27-46

Vogt, H. i Weigel, A. 1999. Is it possible to enhance the biological control of aphids in an apple orchard with flowering strips? *Bulletin OILB/SROP*, 22(7): 39-46.

Weibel, F.P.; Schmid, A. i Haseli, A. 2003. Efficient multi-location testing of scab resistant cultivars for organic apple production in Switzerland. *Acta Horticulturae*, 622: 335-342.

Wyss, E. i Daniel, C. 2004. Effects of autumn kaolin and pyrethrin treatments on the spring population of *Dysaphis plantaginea* in apple orchards. *Journal of Applied Entomology*, 128(2): 147-149.

**6. Capítol IV: Avaluació de productes per a l'aclarida de flors
de pomera (*Malus domestica* Borkhausen) en agricultura
ecològica**

Índex

1. INTRODUCCIÓ	177
2. OBJECTIU	178
3. MATERIALS I MÈTODES	179
3.1. 'RED CHIEF'	179
3.1.1. <i>Material vegetal</i>	179
3.1.2. <i>Tractaments</i>	179
3.1.3. <i>Mesures</i>	182
3.1.4. <i>Disseny experimental i anàlisi estadística</i>	183
3.2. 'GOLDEN SMOOTHÉE®'	185
3.2.1. <i>Material vegetal</i>	185
3.2.2. <i>Mesures</i>	185
3.2.3. <i>Disseny experimental i anàlisi estadística</i>	186
3.2.4. <i>Tractaments</i>	190
4. RESULTATS	193
4.1. 'RED CHIEF'	193
4.2. 'GOLDEN SMOOTHÉE®'	200
5. DISCUSSIÓ	208
6. CONCLUSIONS	211
7. BIBLIOGRAFIA	212

1. Introducció

L'aclarida és una pràctica indispensable en la majoria de varietats de poma (*Malus domestica* Borkhausen) per tal d'obtenir calibres comercials, evitar l'alternança i controlar el vigor dels arbres (Dennis, 2000; Fallahi i Willemsen, 2002; Greene, 2002; Alegre *et al.*, 2008). L'aclarida pot anar dirigida a les flors i/o als fruits essent la de fruits el mètode més estès entre els agricultors (Wertheim, 2000; Greene, 2002). Els fruits es poden aclarir manualment o bé químicament mitjançant l'aplicació de reguladors de creixement que provoquen l'abscisió dels fruits. L'aclarida manual s'acostuma a realitzar més tard que la química i per tant no és tan efectiva en la reducció de l'alternança. De fet, com més aviat té lloc l'aclarida, més retorn floral s'obté (Tromp, 2000; Greene, 2002).

L'aclarida de flors pot aconseguir-se provocant danys als òrgans florals (Fallahi i Willemsen, 2002) i eliminant gemmes florals (Roche i Masseron, 2002; Weibel *et al.*, 2004). L'extinció de les gemmes florals es pot realitzar manual o bé mitjançant un equip proveït de fils disposats al llarg d'un o varis eixos giratoris. L'efectivitat d'aquests aparells en l'aclarida depèn de diversos factors com la velocitat i sentit de rotació de l'eix, la densitat dels fils, la velocitat d'avanç del tractor i l'estadi fenològic dels arbres (Roche i Masseron, 2002).

Els danys en flors es poden realitzar amb l'aplicació de productes com la sulcarbamida, l'àcid perlargònic, l'àcid endotàl·lic, la cianamida d'hidrogen, el tiosulfat amònic, el tiosulfat potàssic, l'etefó, el polisulfur de calci, el clorur sòdic, l'oli mineral d'estiu, l'oli de card (*Cynara* spp.), oli de gira-sol (*Helianthus annuus* L.), oli d'oliva (*Olea europaea* L.), l'oli de colza (*Brassica napus* L. var. *oleifera*), l'oli de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), l'oli de peix, el caldo bordelès i la vinassa (Webster i Spencer, 1999; McArtney *et al.*, 2000; Ju *et al.*, 2001; Pfeiffer i Ruess, 2002; Warlop i Libourel, 2002; Bound i Wilson, 2004; Fallahi *et al.*, 2004; Fallahi i Fallahi, 2004; Guak *et al.*, 2004; Nichols *et al.*, 2004; Stopar, 2004; Weibel *et al.*, 2004; Basak, 2006; Fallahi *et al.*, 2006). No obstant, els resultats descrits a la bibliografia sobre l'efecte aclaridor d'aquests productes no sempre coincideixen, i no tots estan acceptats per la normativa de producció ecològica.

Els mecanismes d'acció dels productes aplicats en floració per a la regulació de la càrrega de pomeres són poc clars. Ju *et al.* (2001) atribueix els efectes de l'oli de panís (*Zea mays* L.) a un impediment en l'obertura de les flors el qual evita la seva pol·linització. Diversos autors han estudiat els efectes de varis productes aplicats a floració en la germinació dels grans de pol·len i en la presència de tubs pol·línics en els estils de les flors. Aplicacions de polisulfur de calci, tiosulfat amònic, caolí i clorur càlcic a floració redueixen la germinació dels grans de pol·len, però només el polisulfur de calci i el tiosulfat amònic disminueixen la càrrega de l'arbre (Myra *et al.*, 2006). McArtney *et al.* (2006) afirmen que l'aclarida provocada pel polisulfur de calci és deguda l'acció combinada de dos factors: increment de flors no fecundades i reducció de la taxa fotosintètica de les fulles.

En producció ecològica només es poden utilitzar els productes permesos per la normativa de producció agrària ecològica (CEE, 2007) quedant exclosos tots els reguladors de creixement i els adobs de síntesi química. A més a més, l'aplicació d'alguns aclaridors de flors com el polisulfur de calci i els olis vegetals han provocat en alguns casos fitotoxicitat en fulles i/o fruits (Pfeiffer i Ruess, 2002; Warlop i Libourel, 2002; Holb *et al.*, 2003; Basak, 2006). Tanmateix aquests efectes negatius no sempre han estat descrits en tots els assajos (Guak *et al.*, 2004; Stopar, 2004; Weibel *et al.*, 2004).

D'altra banda, l'eficàcia d'aquests productes en la reducció de la càrrega es pot veure influenciada per la varietat, el moment d'aplicació, la quantitat de caldo aplicat, les condicions meteorològiques en el moment de l'aplicació i en els dies posteriors (Dennis, 2000; Wertheim, 2000; Fallahi i Willemsen, 2002; Unrath, 2002). Són necessaris, per tant, treballs a mig termini i en varies varietats per tal de determinar quins productes són capaços de regular la càrrega de les pomeres.

2. Objectiu

L'objectiu d'aquest treball és avaluar l'eficàcia d'un grup de productes aplicats a floració per a la regulació de la càrrega en pomera.

3. Materials i Mètodes

3.1. 'Red Chief'

3.1.1. Material vegetal

L'assaig es va realitzar a la finca de Gimenells de l'IRTA (Segrià, Lleida, coordenades UTM X: 282785, Y: 4615100) al 2004, 2005 i 2006 en una parcel·la de 'Red Chief' sobre MI-793, pol·linitzada per 'Golden Smoothee[®]' sobre Pajam[®] 2, plantada al gener de 1995, a un marc de plantació de 4 m x 1,5 m. El sòl de la finca és calcari, té una textura franc-argilosa, el pH és bàsic, té un contingut de matèria orgànica oxidable mitjà i no té limitacions en quan salinitat (Taula 1). El maneig de la finca va seguir un programa de producció integrada i es va regar per reg localitzat per goteig.

Taula 1.- Característiques químiques del sòl de la finca de Gimenells.

Determinació	Resultat
pH aigua (1:2,5)	8,3
Conductivitat elèctrica	0,34 dS·m ⁻¹
Matèria orgànica oxidable	2,7%
Fósfor Assimilable(Olsen)	46 ppm
Potassi (Extracte Acetat Amònic)	337 ppm
Carbonat càlcic equivalent	32%
Calcari actiu	12%

3.1.2. Tractaments

En l'assaig d'aclarida de flors de la varietat 'Red Chief' es va provar l'efecte de 8 productes (caolí, sabó potàssic, vinagre, mullant nonilfenol polietilenglicol èter, oli mineral d'estiu, oli d'oliva + nonilfenol polietilenglicol èter, oli de panís + nonilfenol polietilenglicol èter i polisulfur de calci) que van ser comparats amb un testimoni no aclarit i amb una aclarida manual de fruits (Taula 2). Al 2004 es va realitzar una única aplicació de caolí a raó de 5 kg de producte comercial per hL de caldo. Al 2005 i 2006 es van fer dos tractaments de caolí espaiats en 2 hores: el primer al 5 kg·hL⁻¹ i el segon al 3 kg·hL⁻¹. El polisulfur de calci es va provar a 3 concentracions: 2, 4 i 6 kg de producte comercial per hL de caldo. L'aclarida manual es va realitzar a finals de maig

deixant 1 fruit per corimbe. Es van repetir les mateixes tesis durant els tres anys d'assaig excepte l'oli de panís que no es va aplicar l'any 2006.

Per a l'emulsió dels olis vegetals amb l'aigua es va barrejar i agitar l'oli vegetal, el mullant nonilfenol polietilenglicol èter i l'aigua a raó de 5:1:4 v/v. Per a la resta de productes no va ser necessària cap preparació prèvia.

Els tractaments es van aplicar mitjançant una màquina motobomba a raó de 1000 L·ha⁻¹.

Taula 2.- Descripció dels tractaments aplicats a l'assaig d'aclarida de flors de pomera de la varietat 'Red Chief' i data d'aplicació.

Tractament	Riquesa (mL m.a.·L ⁻¹ p.c o g m.a.·L ⁻¹ p.c.)	Producte comercial	Concentració producte comercial (kg p.c. ·hL ⁻¹ o L p.c·hL ⁻¹)	2004	2005	2006
testimoni	-	-	-	-	-	-
caolí ¹	1000	Caolín tipo A, Spanish Chemical, Spa Chem	5	20 d'abril	7-abril	3-abril
sabó potàssic	500	E-Coda-Oleo-K, Coda	4	20 d'abril	7-abril	3-abril
vinagre	1000	Vinagre, Pla d'Urgell Sat. Coop. C. Ltda.	30	20 d'abril	7-abril	3-abril
mullant (nonilfenol polietilenglicol èter)	200	Mojante no iónico, Q. Oro	1	20 d'abril	7-abril	3-abril
oli mineral d'estiu	830	Oli mineral d'estiu 83%, OIL Oro, Q. Oro	2,5	19 d'abril	7-abril	3-abril
oli d'oliva + mullant ²	1000	Oli d'oliva verge extra, Pla d'Urgell Stat. Coop. C. Ltda.	5	19 d'abril	7-abril	3-abril
oli de panís + mullant ²	1000	Oli de panís de premada, Borges	5	19 d'abril	7-abril	-
polisulfur de calci	185	Sulfocálcico Concentrado Key, Key	2	20 d'abril	7-abril	3-abril
			4	20 d'abril	7-abril	3-abril
			6	20 d'abril	7-abril	3-abril
manual	-	-	-	28 de maig	20 de maig	1 de juny

¹ L'any 2005 i 2006 es van realitzar dues aplicacions consecutives de caolí: una primera aplicació a 5 kg de producte comercial per hL⁻¹ de caldo i una segona a 3 kg·hL⁻¹. ² Mullant: nonilfenol polietilenglicol èter aplicat a 1kg de producte comercial·hL⁻¹. m.a.: matèria activa. p.c.: producte comercial.

Al 2004 l'aplicació dels tractaments es va veure interrompuda pel vent de manera que al 19 d'abril es va tractar amb l'oli mineral d'estiu, l'oli d'oliva i l'oli de panís amb el 57% de les flors en estadi 60 de l'escala BBCH, i al 20 d'abril es van aplicar la resta de

productes (caolí, sabó potàssic, vinagre, mullant nonilfenol polietilenglicol èter i polisulfur de calci) amb el 75% de les flors en estadi 60 (Taula 3).

Taula 3.- Percentatge de flors en estadi fenològic 57, 59, 60 i 69 de l'escala BBCH (Meier *et al.*, 1994), estat del cel i vent en el dia de l'aplicació dels tractaments.

Data	57	59	60	69	Estat del cel	Vent ($m \cdot s^{-1}$) ¹
19-4-04	0,0	41,3	56,7	2,0	serè	4,3
20-4-04	0,0	17,4	74,5	8,1	serè	3,2
7-4-05	7,8	38,2	50,1	3,9	serè	1,2
3-4-06	0,0	20,5	79,1	0,4	núvols alts	0,1

57: botó rosa, 59: bola de neu, 60: flor oberta, 69: caiguda de pètals.¹ Dades corresponents a l'estació automàtica de Gimènells de la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya.

En els dos dies d'aplicació el cel estava serè, al 19 d'abril el vent era moderat mentre que al 20 d'abril hi havia una brisa lleugera (Taula 3). La temperatura mitjana del 19 d'abril va ser de 10,1°C, mentre que la del 20 d'abril fou de 14,9°C. La humitat relativa mitjana del 19 i 20 d'abril va ser similar i propera al 90%. En els 4 dies posteriors a l'aplicació dels tractaments hi van haver oscil·lacions de temperatura i humitat relativa de l'ordre de 5°C i 10% respectivament. Durant aquest període es van acumular 13,3 mm i el dia 22 d'abril hi va haver un descens de la radiació global en més del 85% (Taula 4).

L'aplicació dels tractaments al 2005 es va realitzar el 7 d'abril amb un 50% de les flors en estadi 60 (Taula 3). El cel estava serè i hi havia una brisa lleugera. La temperatura i humitat relativa mitjana el dia de l'aplicació van ser de 14,2°C i 92,2% respectivament (Taula 4). En els dies posteriors al tractament, la temperatura i la humitat relativa van baixar fins a 7,2°C i 78,5% respectivament, i es van acumular precipitacions de 0,2 mm.

Al 2006 es van aplicar els tractaments el 3 d'abril amb 80% de les flors en estadi 60. Hi havia calma i el cel estava cobert per núvols alts (Taula 3). En aquest dia la temperatura i la humitat relativa mitjanes van ser de 13,2°C i 66,1% respectivament. En els 4 dies posteriors al tractament, la temperatura mitjana va pujar fins als 14,7°C, mentre que la humitat relativa va oscil·lar entre 57,5% i 80,7%. Durant aquests dies es van acumular precipitacions de 2 mm (Taula 4).

Taula 4.- Temperatura i humitat relativa mitjanes, precipitació acumulada i radiació global en el dia del tractament (en negreta), el dia anterior i els 4 dies posteriors. Dades corresponents a l'estació automàtica de Gimenells de la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya.

Data	Temperatura (°C)	Humitat relativa (%)	Precipitació (mm)	Radiació global (MJ·m ⁻²)
18-4-04	10,0	99,5	0,8	14,0
19-4-04	10,1	89,0	0,0	25,2
20-4-04	14,9	91,1	0,0	26,3
21-4-04	16,4	90,7	1,0	25,2
22-4-04	11,4	100,0	12,3	3,5
23-4-04	13,8	94,4	0,0	25,7
24-4-04	14,2	93,5	0,0	26,8

6-4-05	13,9	93,8	0,0	21,0
7-4-05	14,2	92,2	0,0	21,8
8-4-05	11,2	85,5	0,2	20,5
9-4-05	7,2	78,5	0,0	25,0
10-4-05	9,0	78,7	0,0	24,7
11-4-05	12,0	81,0	0,0	22,5

2-4-06	15,8	55,4	0,0	23,3
3-4-06	13,2	66,1	0,0	19,1
4-4-06	14,5	66,5	0,0	19,2
5-4-06	14,7	57,5	0,0	23,4
6-4-06	13,6	72,5	0,0	21,0
7-4-06	13,9	80,7	2,0	15,5

3.1.3. Mesures

Durant l'assaig es van realitzar les següents mesures:

1. Fenologia de les flors de pomera: des de botó rosa fins a caiguda de pètals (estadi fenològic 57 i 69 de l'escala BBCH, respectivament) cada 2 dies. El seguiment es va dur a terme en els arbres del tractament testimoni, mostrejant 20 corimbos per arbre (10 per cada cara) escollits a l'atzar cada dia de mostreig, anotant l'estadi fenològic de cada una de les flors del corimbe.
2. Hora d'aplicació de cada tractament i seguiment de les condicions meteorològiques (vent i estat del cel). La temperatura i la humitat relativa del dia de l'aplicació dels tractaments, del dia anterior i dels 4 dies posteriors es va obtenir a partir de l'estació meteorològica de Gimenells de la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya.
3. Perímetre del tronc: mesurat a 20 cm per sobre del punt d'empelt a finals d'abril.
4. Nombre de corimbos per arbre: recompte de tots els corimbos presents a l'arbre just abans de la floració

5. Nombre de fruits per corimbe: recomptes realitzats en 100 corimbos per arbre triats a l'atzar (50 per cada cara) després de la caiguda fisiològica dels fruits.
6. Nombre de fruits, kg per arbre i distribució de calibres: en el moment de la recol·lecció es va collir cada arbre control i es va processar la seva collita de manera individual mitjançant una classificadora comercial (30/98, Sammo) obtenint el número de fruits, els kg i la distribució de calibres de cada arbre control. Aquesta classificadora utilitza el pes del fruit com a estimador del calibre. En la distribució de calibres es van utilitzar les categories de 40-55 mm, 55-60 mm, 60-65 mm, 65-70 mm, 70-75 mm, 75-80 mm, 80-85 mm, 85-90 mm, 90-95 mm i > 95 mm.

3.1.4. Disseny experimental i anàlisi estadística

Es va realitzar un disseny experimental en blocs complets a l'atzar amb 4 repeticions. Tots els tractaments d'un mateix bloc es van assignar a una mateixa fila d'arbres i cada arbre va rebre els mateixos tractaments durant els 3 anys d'assaig. La parcel·la elemental estava formada per 4 arbres, realitzant-se les mesures en els dos arbres centrals (Figura 1). Les dades es van sotmetre a l'anàlisi de la variància amb un nivell de significació del 0,05 i les mitjanes es van comparar mitjançant el Test de Rang Múltiple de Duncan. Per al tractament estadístic de les dades es va utilitzar el paquet estadístic SAS[®] (Enterprise Guide, versió 2.0.0.417) (SAS Institute, 2000).

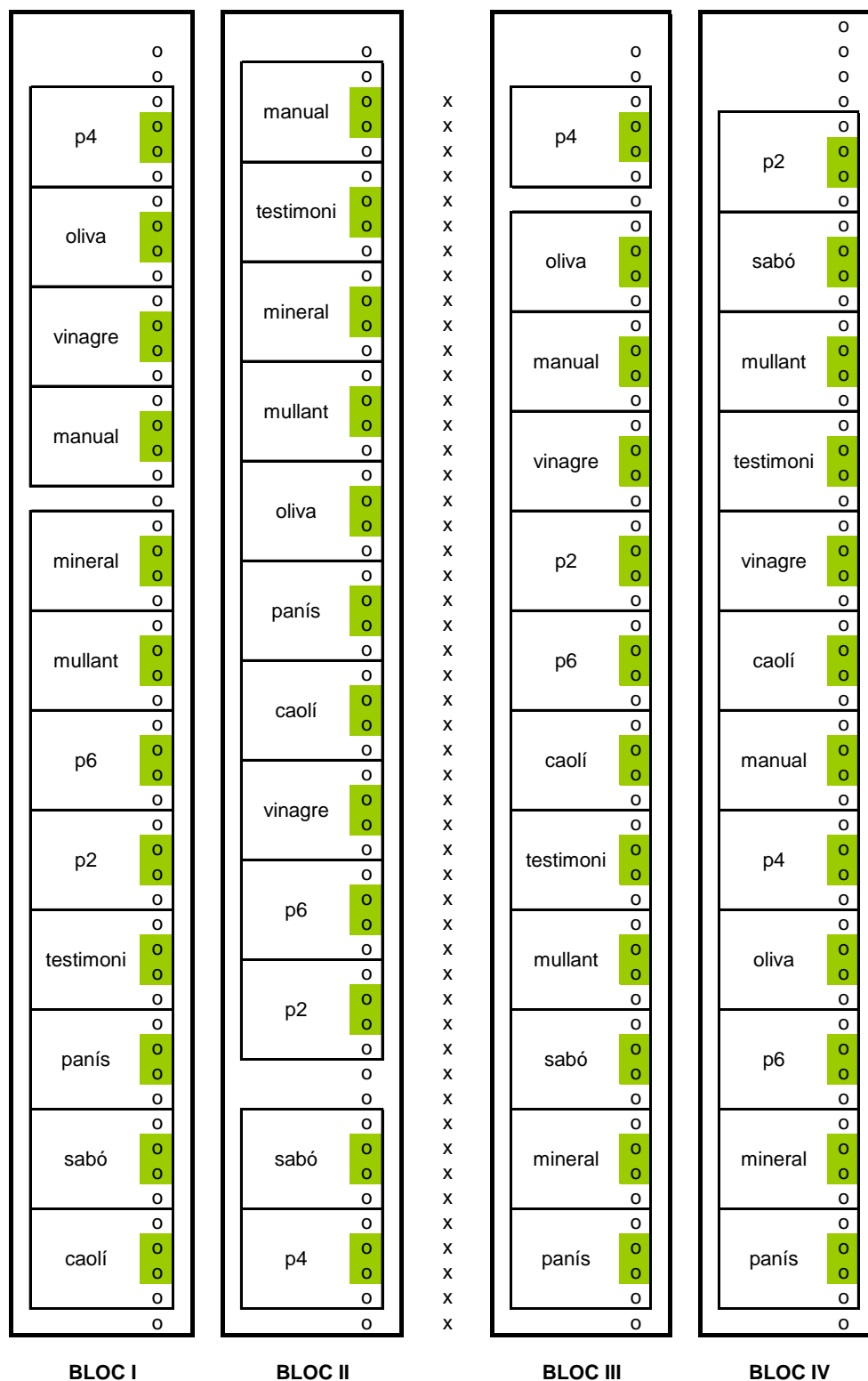


Figura 1.- Croquis de l'assaig d'aclarida de flors de pomera de la varietat 'Red Chief' en els anys 2004, 2005 i 2006. o: arbre de la varietat 'Red Chief'. x: arbre de la varietat 'Golden Smoothee[®]'. : arbre mostrejat. mineral: oli mineral d'estiu, oliva: oli d'oliva + mullant, panís: oli de panís + mullant, p2: polisulfur de calci a 2 L·hL⁻¹, p4: polisulfur de calci a 4 L·hL⁻¹, p6: polisulfur de calci a 6L·hL⁻¹.

3.2. 'Golden Smoothee'[®]

3.2.1. Material vegetal

L'assaig es va realitzar a la mateixa finca que l'assaig de 'Red Chief' (vegeu apartat 3.1.1) durant els anys 2005, 2006 i 2007 en una parcel·la de 'Golden Smoothee'[®], sobre Pajam[®] 2, pol·linitzada per Granny Smith sobre EMLA, plantada al febrer de 1994, a un marc de plantació de 4 m x 1,4 m.

3.2.2. Mesures

Durant l'assaig es van realitzar les mateixes mesures que les practicades en la varietat 'Red Chief' (vegeu apartat 3.1.2) i a més a més es va avaluar la presència de *russetting* en fruit. El *russetting* es va avaluar visualment mitjançant una escala categòrica de 7 punts (0-6) en una mostra de 20 fruits per arbre escollits a l'atzar (Figura 2).

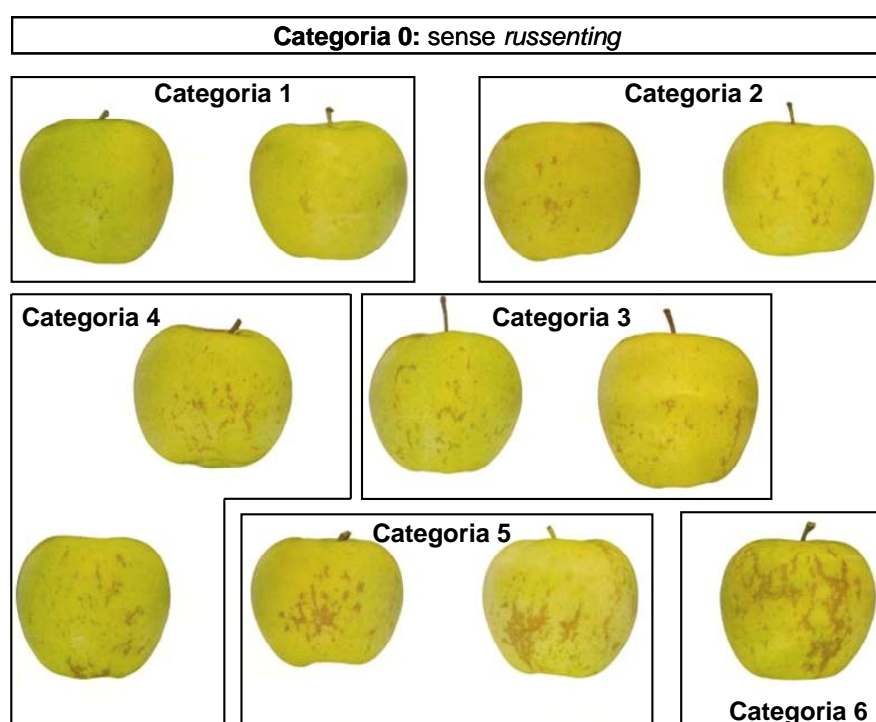


Figura 2.- Escala categòrica de 7 punts (0-6) utilitzada per a l'avaluació del *russetting* al fruit.

3.2.3. Disseny experimental i anàlisi estadística

Es va realitzar un disseny experimental en blocs complets a l'atzar amb 4 repeticions i parcel·les elementals de 4 arbres realitzant-se les mesures de control en els dos arbres centrals (Figura 3, Figura 4 i Figura 5).

Les dades es van sotmetre a l'anàlisi de la variància amb un nivell de significació del 0,05 i les mitjanes es van comparar mitjançant el Test de Rang Múltiple de Duncan. Per al tractament estadístic de les dades es va utilitzar el paquet estadístic SAS[®] (Enterprise Guide, versió 2.0.0.417) (SAS Institute, 2000).

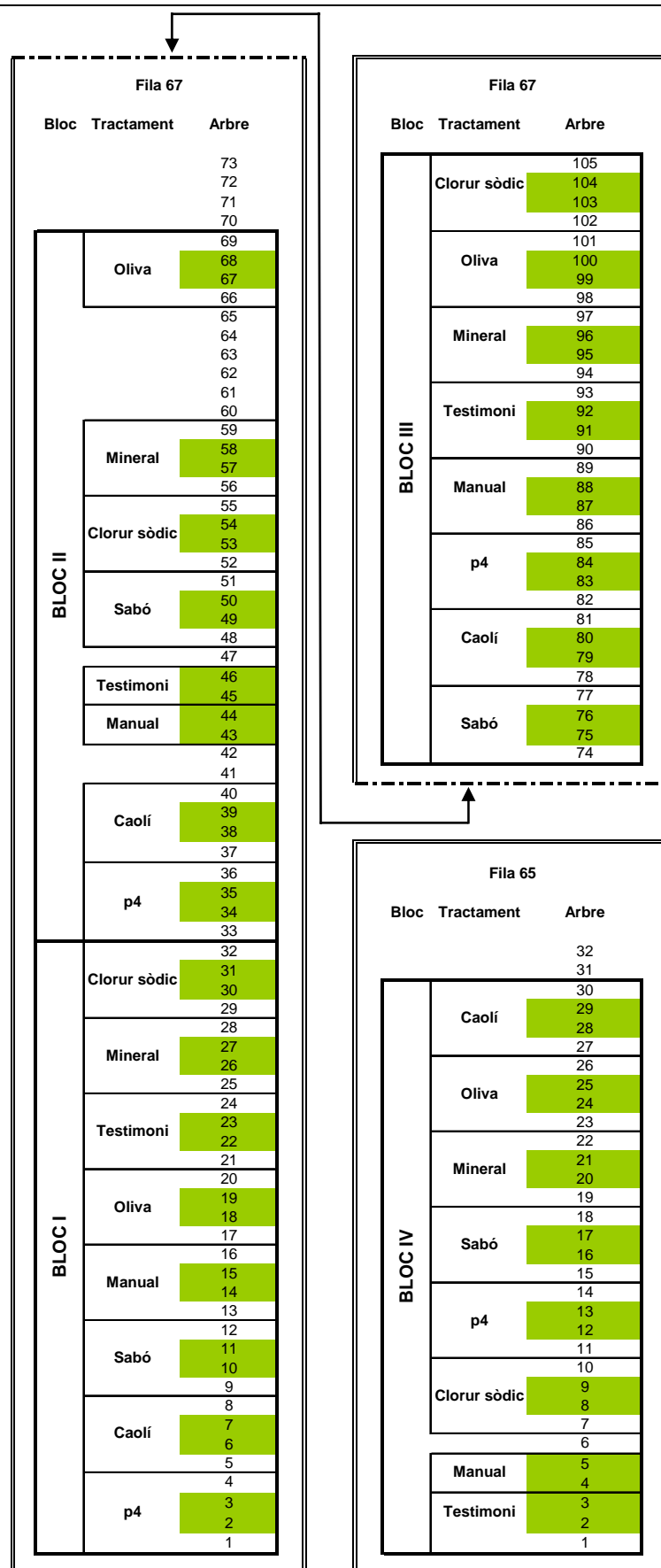


Figura 3.- Croquis de l'assaig d'aclarida de flors de la varietat 'Golden Smoothee[®]' realitzat al 2005. p4: polisulfur de calci a 4 L·hL⁻¹. ■: arbre mostrejat.

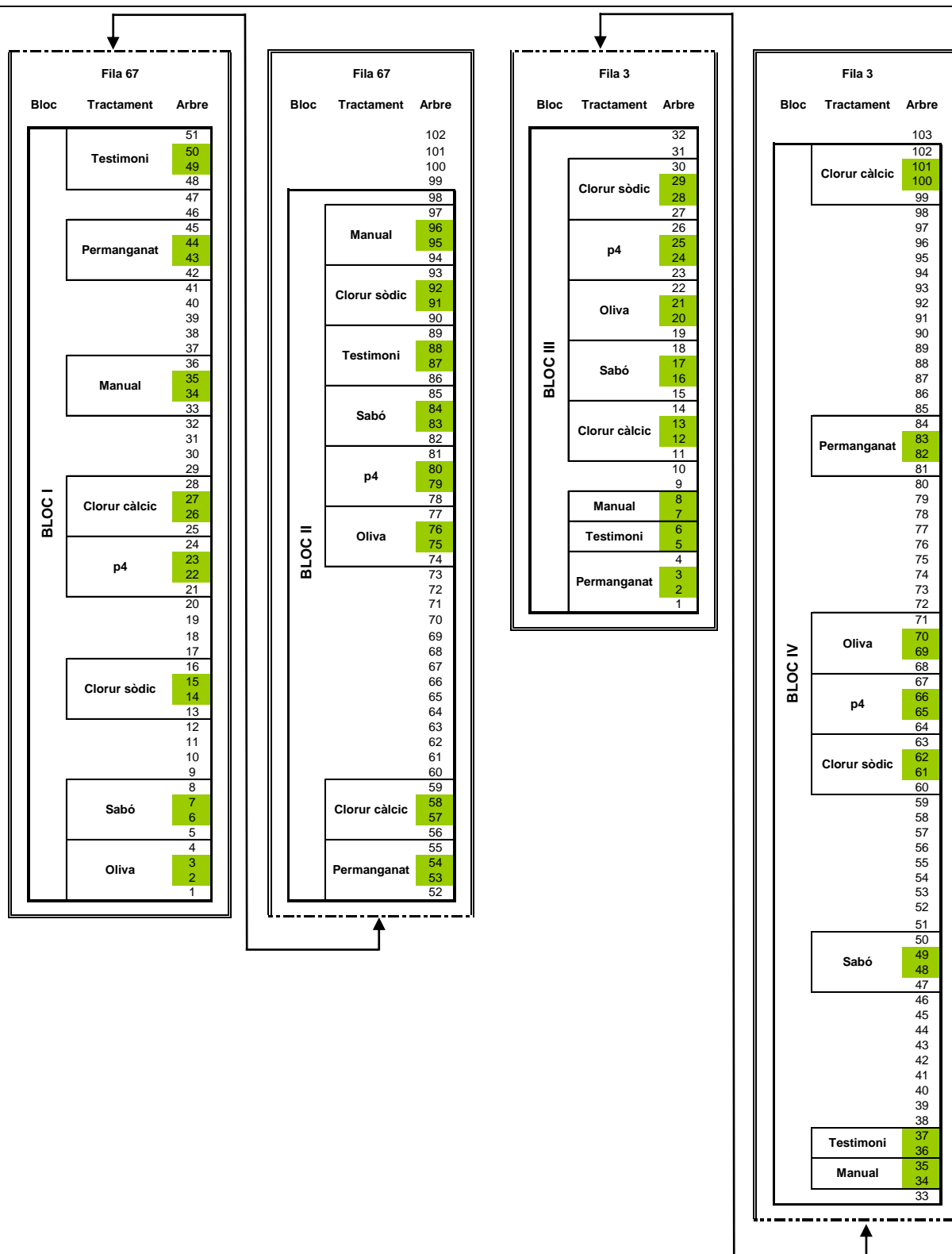


Figura 4.- Croquis de l'assaig d'aclarida de flors de la varietat 'Golden Smoothee'®, realitzat al 2006. p4: polisulfur de calci a 4 L·hL⁻¹. ■: arbre mostrejat.

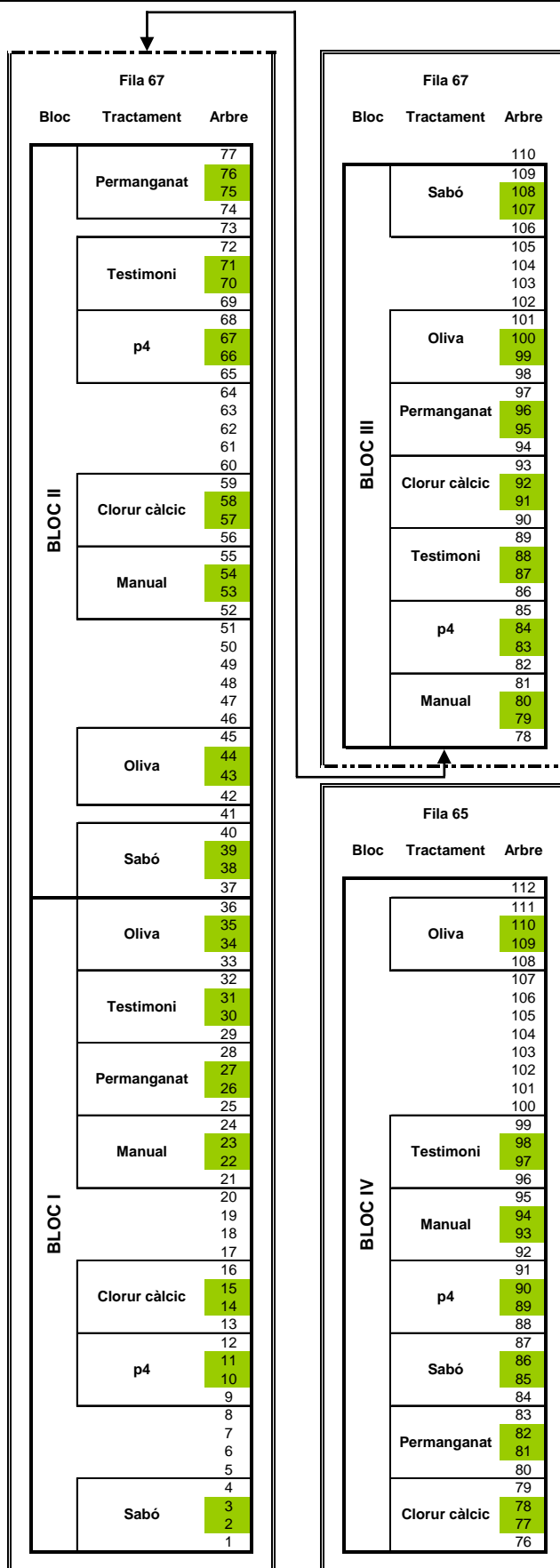


Figura 5.- Croquis de l'assaig d'aclarida de flors de la varietat 'Golden Smoother[®]' realitzat al 2007. p4: polisulfur de calci a 4 L·hL⁻¹. ■: arbre mostrejat.

3.2.4. Tractaments

Al 2005 es van provar 6 productes (caolí, oli mineral d'estiu, sabó potàssic, oli d'oliva + sabó potàssic, polisulfur de calci i clorur sòdic) que van ser comparats respecte un testimoni no aclarit i una aclarida manual dels fruits (Taula 5). Es van fer dos tractaments de caolí espaiats en 2 hores: el primer al 5 kg de producte comercial per hL de caldo i el segon al 3 kg·hL⁻¹. De cada producte es van realitzar dues aplicacions: la primera a l'11 abril amb el 47% de flors en estadi 60 i la segona el 19 d'abril amb el 26% de les flors en estadi 60 de l'escala BBCH. L'aclarida manual va tenir lloc el 20 de maig deixant 1 fruit per corimbe (Taula 6).

Taula 5.- Descripció dels tractaments aplicats a l'assaig d'aclarida de flors de pomera.

Tractament	Riquesa (mL m.a.·L ⁻¹ p.c. o g m.a.·L ⁻¹ p.c.)	Producte comercial	Concentració producte comercial (kg p.c. ·hL ⁻¹ o L p.c.·hL ⁻¹)	2005	2006	2007
testimoni	-	-	-	-	-	-
caolí ¹	1000	Caolín, Surround	5 + 3	11 i 19 d'abril		
oli mineral d'estiu	830	Oli mineral d'estiu 83%, OIL Oro,Q. Oro	2,5	11 i 19 d'abril		
sabó potàssic	500	E-Coda-Oleo-K, Coda	4	11 i 19 d'abril	4 d'abril	7 i 10 d'abril
oli d'oliva + sabó potàssic (5:4)	1000	Oli d'oliva verge extra, Pla d'Urgell Stat. Coop. C. Ltda.	5+4	11 i 19 d'abril	4 d'abril	7 i 10 d'abril
polisulfur de calci	185	Sulfocàlcico Concentrado Key, Key	4	11 i 19 d'abril	4 d'abril	7 i 10 d'abril
clorur sòdic	1000	sal comú	2	11 i 19 d'abril	4 d'abril	
permanganat potàssic ²	980	reactiu	1 (2006) 2 (2007)		4 d'abril	7 i 10 d'abril
clorur càlcic	780	reactiu	2		4 d'abril	7 i 10 d'abril
manual	-	-	-	20 de maig	1 de juny	27 de juny

¹ Es van realitzar dues aplicacions de caolí espaiades en 2 hores: una primera aplicació a 5 kg de producte comercial per hL de caldo i una segona a 3 kg·L⁻¹. ² La concentració de permanganat potàssic va ser d'1 kg·hL⁻¹ a 2006 i de 2 kg·hL⁻¹ a 2007. m.a.: matèria activa. p.c.: producte comercial.

En la primera aplicació el cel estava cobert per núvols alts mentre que en la segona aplicació el cel estava serè (Taula 6). La temperatura registrada durant els 2 dies de l'aplicació dels tractaments va ser similar i propera als 12°C, mentre que la humitat relativa va ser del 81% al primer dia i del 86,9% al segon. Al 3r dia després de la

primera aplicació hi va haver una precipitació de 1,2 mm. La temperatura al 4t i 5è dia després de la primera aplicació va baixar en 2,5°C (Taula 7).

Taula 6.- Percentatge de flors en estadi fenològic 57, 59, 60 i 69 de l'escala BBCH (Meier *et al.*, 1994), estat del cel i vent en el dia de l'aplicació dels tractaments.

Data	57	59	60	69	Estat del cel	Vent (m·s ⁻¹) [†]
11-4-05	8	29	47	16	cobert per núvols alts	2,9
19-4-05	3	6	26	65	serè	3,1
4-4-06	0	25	69	5	parcialment cobert	2,3
7-4-07	7	17	46	30	parcialment cobert per núvols alts	0,5
10-4-07	2	6	39	53	alguns núvols alts	0,3

57: botó rosa, 59: bola de neu, 60: flor oberta, 69: caiguda de pètals. [†] Dades corresponents a l'estació automàtica de Gimènells de la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya.

Taula 7.- Temperatura i humitat relativa mitjanes, precipitació acumulada i radiació global en el dia del tractament (en negreta), el dia anterior i els 4 dies posteriors. Dades corresponents a l'estació automàtica de Gimènells de la Xarxa Agrometeorològica de Catalunya.

Data	Temperatura (°C)	Humitat relativa (%)	Precipitació (mm)	Radiació global (MJ·m ⁻²)
10-4-05	9,0	78,7	0,0	24,7
11-04-05	12,0	81	0,0	22,5
12-04-05	12,5	83,2	0,0	24,3
13-04-05	12,1	89,2	0,0	24,9
14-04-05	13,4	92,8	1,2	20,1
15-04-05	10,6	89,3	0,0	25,1
16-04-05	9,2	92,3	0,0	24,7
17-04-05	12,0	92	0,0	22,0
18-04-05	14,9	85,8	0,0	20,3
19-04-05	12,2	86,9	0,0	23,4
20-04-05	13,0	87,9	0,0	22,0
21-04-05	14,9	94,9	0,0	20,3
22-04-05	15,6	95,8	0,2	18,8
23-04-05	16,2	92,6	0,0	23,0
3-4-06	13,2	66,1	0,0	19,1
4-04-06	14,5	66,5	0,0	19,2
5-04-06	14,7	57,5	0,0	23,4
6-04-06	13,6	72,5	0,0	21,0
7-04-06	13,9	80,7	2,0	15,5
8-04-06	14,9	75,3	0,0	22,2
6-04-07	10,9	86,7	0,8	12,6
7-04-07	10,7	80,2	0,0	16,4
8-04-07	10,9	78,1	0,2	22,7
9-04-07	12,2	75,7	0,6	12,7
10-04-07	12,1	78,0	0,0	19,8
11-04-07	12,0	78,7	0,0	19,0
12-04-07	11,7	92,0	7,0	5,0
13-04-07	13,0	91,8	10,1	6,3
14-04-07	13,3	89,7	5,0	7,4

Al 2006 es va provar l'efecte del sabó potàssic, l'oli d'oliva + sabó potàssic, el polisulfur de calci, el clorur sòdic, el clorur càlcic i el permanganat potàssic respecte un testimoni no aclarit i una aclarida manual dels fruits (Taula 5). Es va realitzar una única aplicació dels productes el 4 d'abril amb el 69% de les flors en estadi 60. L'aclarida manual es va dur a terme l'1 de juny deixant 1 fruit per corimbe (Taula 6).

En el moment de l'aplicació el cel estava parcialment cobert de núvols i hi havia brisa (Taula 6). La temperatura i la humitat relativa mitjana del dia de l'aplicació van ser de 14,5°C i 66,5% respectivament. Al tercer dia després de l'aplicació dels productes hi va haver una precipitació de 2 mm sense variacions considerables de temperatura ni humitat relativa respecte el dia de l'aplicació (Taula 7).

Al 2007 es van provar 5 productes (sabó potàssic, oli d'oliva + sabó potàssic, polisulfur de calci, clorur càlcic i permanganat potàssic) que van ser comparats amb un testimoni no aclarit i una aclarida manual dels fruits (Taula 5). Cada producte es va aplicar dues vegades: la primera al 7 d'abril amb un 46% de flors en estadi 60 i un 30% en estadi 69 i la segona 3 dies després amb un 39% de flors en estadi 60 i un 53% en estadi 69 (Taula 6). L'aclarida manual es va realitzar al 27 de juny deixant 1 fruit per corimbe.

La nuvolositat el 7 d'abril va ser més gran que el 10 d'abril i en cap dels dos dies va fer vent (Taula 6). La temperatura i humitat relativa en les dues dates d'aplicació va ser similar: 10,7°C i 80,2% al 7 d'abril i de 12,1°C i 78,0% al 10 d'abril. Les condicions meteorològiques dels 4 dies posteriors a l'aplicació dels tractaments van ser semblants en temperatura i humitat relativa però diferents en precipitació i radiació global. Hi van haver precipitacions el 2n, 3r i 4t dia després de la segona aplicació acumulant-se uns 20 mm. Durant aquests dies, la radiació global va disminuir en un 70% (Taula 7).

Per a l'emulsió de l'oli d'oliva amb l'aigua es va barrejar i agitar l'oli, el sabó potàssic i l'aigua a raó de 5:4:6 v/v. La resta de productes no van necessitar preparació prèvia. Els tractaments es van aplicar mitjançant una màquina motobomba a raó de 1000 L·ha⁻¹.

4. Resultats

4.1. 'Red Chief'

Durant el 2004, 2005 i 2006 es van realitzar assajos d'aclarida de flors a la varietat 'Red Chief' provant els mateixos productes en els tres anys.

Al 2004, els arbres control de tots els tractaments excepte els del sabó potàssic eren uniformes al presentar un número de corimbos per secció de tronc estadísticament no diferent al testimoni (Taula 8). Al 2005 i 2006, tots els arbres control eren uniformes ja que no hi havia diferències significatives en el número de corimbos per secció de tronc (Taula 10 i Taula 12).

Dels tres anys en què es va realitzar l'assaig, només al 2004 es van observar efectes d'aclarida (Taula 8, Taula 9, Taula 10, Taula 11, Taula 12 i Taula 13). En aquest any el sabó potàssic, l'oli d'oliva, l'oli de panís i el polisulfur de calci aplicat a 2, 4 i 6 kg·L⁻¹ van reduir significativament el número de fruits per 100 corimbos entre el 35 i 50% segons tractament (Taula 9). D'aquests productes i al 2004, l'oli d'oliva va tenir un efecte d'aclarida més acusat que la resta al disminuir significativament el número de fruits per arbre en un 52%, la càrrega en un 55% i la producció en un 55%, i incrementar estadísticament el percentatge de corimbos amb un fruit en un 25% i el número de fruits per corimbe en un 13% (Taula 8). El sabó potàssic, l'oli de panís, el polisulfur de calci aplicat a 6 kg·hL⁻¹ i l'aclarida manual també van augmentar significativament el percentatge de corimbos amb un fruit i el número de fruits per corimbe amb una proporció similar a la de l'oli d'oliva (Taula 9).

En cap del anys, els tractaments van afectar significativament al pes del fruit ni al percentatge de fruits comercials (diàmetre superior a 70 mm) (Taula 8, Taula 10 i Taula 12). El retorn floral no va ser afectat per cap dels tractaments (Taula 10 i Taula 12).

Taula 8.- Secció de tronc en el moment de floració, número de corimbos per arbre, número de corimbos per cm² de secció de tronc, número de fruits per arbre a collita, número de fruits a collita per cm² de secció de tronc, producció per arbre i pes del fruit corresponents a l'assaig d'aclarida en 'Red Chief' realitzat al 2004.

Tractament	Secció del tronc (cm ²)	Núm. corimbos-arbre ⁻¹	Núm. corimbos-cm ⁻²	Núm. fruits-arbre ⁻¹	Núm. fruits-cm ⁻²	Producció (kg-arbre ⁻¹)	Pes del fruit (g)
testimoni	93,6±5,7	154,4±30,1 c	1,6±0,3 b	185,1±40,9 bc	2,0±0,4 abc	37,9±6,1 bcd	226,8±19,6 bc
caolí	104,5±3,5	247,6±36,4 b	2,4±0,4 ab	276,8±38,3 a	2,7±0,4 a	51,1±1,8 a	191,4±17,0 c
sabó	103,1±14,1	310,6±22,3 a	3,1±0,3 a	181,5±22,1 bc	1,8±0,3 bc	37,5±4,5 bcd	225,2±14,4 bc
vinagre	90,6±3,3	205,1±39,9 bc	2,2±0,4 b	195,4±38,8 b	2,1±0,4 ab	43,4±6,8 ab	228,4±13,0 bc
mullant	103,1±3,1	212,3±42,1 bc	2,1±0,5 b	177,9±17,6 bc	1,7±0,2 bcd	39,4±2,4 bc	226,8±11,6 bc
mineral	103,9±4,6	185,0±30,3 bc	1,9±0,4 b	145,6±23,1 bcd	1,4±0,3 bcde	33,8±3,2 bcd	240,3±17,1 ab
oliva	99,3±8,0	171,4±34,1 c	1,8±0,3 b	88,4±16,0 d	0,9±0,2 e	22,1±3,1 e	256,0±11,6 ab
panís	95,1±5,3	196,6±16,6 bc	2,1±0,1 b	118,4±24,9 cd	1,3±0,4 cde	28,4±4,3 ed	261,0±20,9 ab
p2	91,3±4,2	213,3±42,5 bc	2,4±0,5 ab	138,0±21,2 bcd	1,5±0,3 bcde	31,6±2,9 cde	241,9±17,2 ab
p4	99,7±8,7	181,4±41,2 bc	1,9±0,5 b	119,9±19,2 bcd	1,3±0,3 cde	27,8±3,0 ed	243,7±13,2 ab
p6	109,3±5,0	197,8±28,5 bc	1,8±0,3 b	113,8±30,3 cd	1,0±0,3 de	28,5±5,5 ed	273,8±21,0 a
manual	92,3±3,8	163,9±24,1 c	1,8±0,2 b	149,8±29,7 bcd	1,6±0,3 bcde	36,3±4,9 bcd	250,4±14,6 ab
P>F	ns	**	*	***	***	***	**

Mitjana ± error estàndard. Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan (p<0,05).

ns: no significatiu, * P<0,05, ** P<0,01, *** P<0,001. n=4. p2, p4 i p6: polisulfur de calci a 2, 4 i 6L·hL⁻¹, respectivament.

Taula 9.- Número de fruits a collita per 100 corimbos a floració, percentatge de corimbos amb 1 fruit, número de fruits per corimbe i percentatge del número de fruits de calibre superior a 70 mm corresponents a l'assaig d'aclarida en 'Red Chief' realitzat al 2004.

Tractament	Núm. fruits-100 corimbos ⁻¹	Corimbos amb 1 fruit (%)	Núm. fruits-corimbe ⁻¹	Núm. fruits calibre > 70 mm (%)
testimoni	115,7±11,7 a	50,7±3,7 d	1,7±0,1 a	84,0 ±6,2
caolí	118,4±15,6 a	53,7±4,5 cd	1,7±0,1 ab	72,4 ±12,2
sabó	56,0±6,6 c	67,4±2,3 a	1,4±0,0 d	87,4 ±4,8
vinagre	98,0±8,2 ab	55,6±4,5 bcd	1,6±0,1 abc	88,8 ±3,4
mullant	98,6±25,3 ab	54,8±4,3 bcd	1,6±0,1 abc	85,9 ±5,0
mineral	89,7±19,4 abc	57,9±8,0 abcd	1,5±0,1 abcd	90,8 ±3,8
oliva	55,2±7,9 c	63,5±3,7 abc	1,5±0,0 cd	92,7 ±2,4
panís	62,3±14,7 bc	62,7±3,3 abc	1,5±0,1 bcd	90,2 ±5,5
p2	69,8±13,9 bc	61,3±8,0 abc	1,6±0,1 abcd	89,6 ±4,6
p4	73,6±18,0 bc	59,1±7,0 abcd	1,5±0,1 abcd	89,1 ±4,3
p6	58,3±12,9 c	66,6±2,6 a	1,4±0,0 cd	93,5 ±3,7
manual	95,4±16,4 ab	65,2±1,6 ab	1,4±0,0 cd	95,1 ±3,3
P>F	***	*	**	ns

Mitjana ± error estàndard. Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$).

ns: no significatiu, * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$. n=4. p2, p4 i p6: polisulfur de calci a 2, 4 i 6L·hL⁻¹, respectivament.

Taula 10.- Secció de tronc en el moment de floració, número de corimbos per arbre, número de corimbos per cm² de secció de tronc, número de fruits per arbre a collita, número de fruits a collita per cm² de secció de tronc, producció per arbre i pes del fruit corresponents a l'assaig en 'Red Chief' realitzat al 2005.

Tractament	Secció del tronc (cm ²)	Núm. corimbos-arbre ⁻¹ (1)	Núm. corimbos-cm ⁻² (1)	Núm. fruits-arbre ⁻¹	Núm. fruits-cm ⁻²	Producció (kg-arbre ⁻¹)	Pes del fruit (g)
testimoni	106,3 ± 3,0	495,0 ± 33,3	4,8 ± 0,4	355,8 ± 33,1	3,5 ± 0,3	65,3 ± 3,7	186,4 ± 8,1
caolí	105,7 ± 5,1	522,9 ± 38,0	5,1 ± 0,5	415,6 ± 28,0	4,1 ± 0,3	72,4 ± 1,6	177,3 ± 9,2
sabó	106,7 ± 11,8	478,8 ± 38,9	4,6 ± 0,3	319,6 ± 41,3	3,0 ± 0,3	62 ± 7,2	199,6 ± 7,3
vinagre	97,1 ± 3,5	520,1 ± 53,2	5,5 ± 0,7	379,9 ± 48,8	3,9 ± 0,5	63,6 ± 5,7	173,8 ± 15,7
mullant	108,3 ± 2,7	531,6 ± 4,0	5,0 ± 0,2	331,6 ± 26,2	3,1 ± 0,2	60,9 ± 2,1	186,4 ± 12,6
mineral	111,3 ± 6,0	479,1 ± 24,8	4,4 ± 0,4	363,4 ± 54,9	3,4 ± 0,6	65,6 ± 5,9	186,3 ± 12,5
oliva	104,0 ± 7,5	489,1 ± 32,4	4,9 ± 0,6	276,5 ± 52,0	2,9 ± 0,6	51,9 ± 8,9	194,5 ± 7,2
panís	101,3 ± 5,5	542,4 ± 20,2	5,5 ± 0,5	371,5 ± 34,5	3,8 ± 0,6	64,4 ± 1,4	178,2 ± 12,8
p2	95,8 ± 3,2	576,5 ± 35,5	6,0 ± 0,3	365,6 ± 43,2	3,8 ± 0,4	63,8 ± 4,2	180,3 ± 14,1
p4	106,6 ± 8,1	559,5 ± 35,5	5,4 ± 0,8	392,4 ± 53,2	3,7 ± 0,5	69 ± 7,5	179,9 ± 13,2
p6	116,0 ± 5,0	540,1 ± 15,4	4,7 ± 0,1	335,6 ± 50,9	2,9 ± 0,4	61,7 ± 6,1	189,5 ± 10,9
manual	97,0 ± 4,8	532,6 ± 34,2	5,6 ± 0,6	292,6 ± 29,3	3,1 ± 0,4	59,6 ± 4,6	205,8 ± 6,8
P>F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Mitjana ± error estàndard. ns: no significatiu. n=4. p2, p4 i p6: polisulfur de calci a 2, 4 i 6L·hL⁻¹, respectivament. (1): Valors corresponents al retorn floral de l'assaig realitzat al 2004.

Taula 11.- Número de fruits a collita per 100 corimbos a floració, percentatge de corimbos amb 1 fruit, número de fruits per corimbe i percentatge del número de fruits de calibre superior a 70 mm corresponents a l'assaig en 'Red Chief' realitzat al 2005.

Tractament	Núm. fruits-100 corimbos ⁻¹	Corimbos amb 1 fruit (%)	Núm. fruits-corimbe ⁻¹	Núm. fruits calibre > 70 mm (%)
testimoni	73,8 ± 10,4	72,5 ± 5,1 b	1,3 ± 0,1 a	74,8 ± 4,8
caolí	80,7 ± 7,2	68,8 ± 2,3 b	1,4 ± 0,0 a	67,5 ± 6,0
sabó	66,2 ± 4,0	71,9 ± 1,3 b	1,3 ± 0,0 a	83,0 ± 2,1
vinagre	72,9 ± 5,6	72,3 ± 3,5 b	1,3 ± 0,0 a	63,7 ± 11,3
mullant	63,1 ± 4,6	74,3 ± 3,8 b	1,3 ± 0,1 a	74,0 ± 9,2
mineral	77,0 ± 12,7	72,3 ± 3,3 b	1,3 ± 0,0 a	74,7 ± 8,0
oliva	54,7 ± 7,6	71,3 ± 2,0 b	1,3 ± 0,0 a	80,2 ± 3,5
panís	68,5 ± 6,0	73,9 ± 2,7 b	1,3 ± 0,0 a	69,1 ± 9,5
p2	63,1 ± 4,1	75,0 ± 3,5 b	1,3 ± 0,1 a	67,3 ± 9,3
p4	71,3 ± 9,9	74,6 ± 2,4 b	1,3 ± 0,0 a	69,6 ± 8,2
p6	61,7 ± 7,9	73,7 ± 2,0 b	1,3 ± 0,0 a	77,1 ± 8,0
manual	55,4 ± 5,1	90,4 ± 0,9 a	1,1 ± 0,0 b	86,2 ± 2,0
P>F	ns	***	**	ns

Mitjana ± error estàndard. Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan (p<0,05).

ns: no significatiu, ** P<0,01, *** P<0,001. n=4. p2, p4 i p6: polisulfur de calci a 2, 4 i 6L·hL⁻¹, respectivament.

Taula 12.- Secció de tronc en el moment de floració, número de corimbos per arbre, número de corimbos per cm² de secció de tronc, número de fruits per arbre a collita, número de fruits a collita per cm² de secció de tronc, producció per arbre i pes del fruit corresponents a l'assaig en 'Red Chief' realitzat al 2006.

Tractament	Secció del tronc (cm ²)	Núm. corimbos-arbre ⁻¹ (1)	Núm. corimbos-cm ⁻² (1)	Núm. fruits-arbre ⁻¹	Núm. fruits-cm ⁻²	Producció (kg-arbre ⁻¹)	Pes del fruit (g)
testimoni	112,1 ± 3,2	293,1 ± 26,6	2,7 ± 0,2	94,1 ± 6,8	0,8 ± 0,1	25,9 ± 1,6	281,5 ± 5,7
caolí	123,2 ± 4,9	269,0 ± 21,5	2,2 ± 0,2	82,4 ± 17,6	0,7 ± 0,1	22,9 ± 4,8	282,7 ± 10,1
sabó	115,4 ± 10,5	311,9 ± 40,5	2,7 ± 0,4	89,0 ± 11,4	0,8 ± 0,1	22,7 ± 2,2	271,2 ± 8,5
vinagre	105,6 ± 4,9	268,5 ± 51,0	2,6 ± 0,5	68,4 ± 8,1	0,7 ± 0,1	19,7 ± 2,3	292,5 ± 5,2
mullant	117,4 ± 1,6	327,5 ± 55,0	2,8 ± 0,5	73,6 ± 19,3	0,6 ± 0,2	20,1 ± 4,2	283,5 ± 12,0
mineral	128,5 ± 13,7	248,0 ± 83,2	1,9 ± 0,6	63,9 ± 14,1	0,5 ± 0,1	18,2 ± 3,6	290,4 ± 7,0
oliva	114,6 ± 8,3	284,4 ± 22,3	2,5 ± 0,1	60,8 ± 7,4	0,5 ± 0,1	16,8 ± 2,2	278,6 ± 11,4
p2	104,4 ± 2,9	279,1 ± 39,3	2,7 ± 0,4	71,0 ± 20,5	0,7 ± 0,2	18,8 ± 4,2	282,1 ± 20,5
p4	118,8 ± 10,2	316,9 ± 103,5	2,7 ± 0,7	69,6 ± 27,1	0,6 ± 0,2	18,7 ± 6,4	281,0 ± 14,2
p6	127,0 ± 4,6	297,0 ± 31,1	2,3 ± 0,3	61,4 ± 8,2	0,5 ± 0,1	18,2 ± 2,1	299,7 ± 5,3
manual	108,5 ± 5,5	363,0 ± 66,3	3,3 ± 0,4	101,8 ± 14,2	0,9 ± 0,1	27,8 ± 3,2	278,8 ± 10,7
P>F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Mitjana ± error estàndard. ns: no significatiu. n=4. p2, p4 i p6: polisulfur de calci a 2, 4 i 6L·hL⁻¹, respectivament. (1): Valors corresponents al retorn floral de l'assaig realitzat al 2005.

Taula 13.- Número de fruits a collita per 100 corimbos a floració, percentatge de corimbos amb 1 fruit, número de fruits per corimbe i percentatge del número de fruits de calibre superior a 70 mm corresponents a l'assaig en 'Red Chief' realitzat al 2006.

Tractament	Núm. fruits-100 corimbos ⁻¹	Corimbos amb 1 fruit (%)	Núm. fruits-corimbe ⁻¹	Núm. fruits calibre > 70 mm (%)
testimoni	32,6 ± 4,0	76,9 ± 2,4	1,3 ± 0,0	95,2 ± 0,9
caolí	29,8 ± 5,5	77,9 ± 2,6	1,3 ± 0,1	95,0 ± 1,7
sabó	27,3 ± 0,8	77,7 ± 3,9	1,3 ± 0,0	93,7 ± 1,4
vinagre	27,2 ± 4,7	80,7 ± 2,1	1,2 ± 0,0	95,1 ± 1,0
mullant	23,5 ± 4,9	79,9 ± 3,8	1,2 ± 0,1	95,1 ± 1,2
mineral	33,4 ± 7,5	80,1 ± 3,6	1,2 ± 0,0	95,3 ± 1,0
oliva	22,0 ± 3,4	84,5 ± 2,0	1,2 ± 0,0	95,3 ± 1,3
p2	24,5 ± 4,6	83,0 ± 3,6	1,2 ± 0,1	93,5 ± 4,0
p4	21,4 ± 2,4	87,5 ± 2,8	1,2 ± 0,0	92,5 ± 1,9
p6	20,7 ± 2,3	81,6 ± 2,8	1,2 ± 0,0	96,1 ± 0,6
manual	28,8 ± 2,0	85,5 ± 5,5	1,2 ± 0,1	96,1 ± 0,4
P>F	ns	ns	ns	ns

Mitjana ± error estàndard. ns: no significatiu. n=4. p2, p4 i p6: polisulfur de calci a 2, 4 i 6L·hL⁻¹, respectivament.

4.2. 'Golden Smoothee[®]'

Els assajos d'aclarida en 'Golden Smoothee[®]' es van dur a terme al 2005, 2006 i 2007 i es van aplicar diferents productes durant la floració.

En l'assaig del 2005, els arbres dels diferents tractaments eren uniformes al tenir el mateix nombre de corimbos per secció de tronc (Taula 14). Es van realitzar dues aplicacions dels productes: la primera a l'11 abril amb el 47% de flors en estadi 60 i la segona el 19 d'abril amb el 26% de les flors en estadi 60 de l'escala BBCH.

En aquest any, només l'oli d'oliva i l'aclarida manual van reduir la càrrega respecte el testimoni al disminuir significativament el número de fruits per secció de tronc en un 55 i 38%, respectivament. Aquests tractaments també van reduir significativament el número de fruits per arbre, la producció per arbre, el número de fruits per 100 corimbos i el número mitjà de fruits per corimbe (Taula 14 i Taula 15). Les aplicacions d'oli d'oliva i l'aclarida manual van incrementar el pes dels fruits, el percentatge de fruits amb calibre comercial (més de 70 mm) i el número de corimbos amb 1 fruit (Taula 14 i Taula 15).

Els tractaments amb caolí, polisulfur de calci i sabó potàssic van reduir el número de fruits i kg per arbre respecte el testimoni (Taula 14). A més a més, les aplicacions de sabó potàssic van augmentar el percentatge de fruits amb calibre comercial (Taula 15).

Les aplicacions d'oli d'oliva i sabó potàssic van provocar un increment significatiu del *russeting* reticular respecte el testimoni en un 240 i 180%, respectivament (Taula 15).

Les aplicacions d'oli d'oliva van incrementar el retorn floral respecte la resta de tractaments (Taula 15).

Taula 14.- Secció de tronc en el moment de floració, número de corimbos per arbre, número de corimbos per cm² de secció de tronc, número de fruits per arbre a collita, número de fruits a collita per cm² de secció de tronc, producció per arbre, pes del fruit i número de fruits a collita per 100 corimbos a floració corresponents a l'assaig d'aclarida en 'Golden Smoothee[®]' realitzat al 2005.

Tractament	Secció del tronc (cm ²)	Núm. corimbos-arbre ⁻¹	Núm. corimbos-cm ⁻²	Núm. fruits-arbre ⁻¹	Núm. fruits-cm ⁻²	Producció (kg-arbre ⁻¹)	Pes del fruit (g)	Núm. fruits-100 corimbos
testimoni	79,3±3,6	360,1 ± 24,1	4,6 ± 0,5	493,0±29,4 a	6,3 ± 0,6 a	77,9±3,1 a	158,5±6,2 cd	137,9±5,5 a
sabó	75,9±3,6	320,9 ± 31,0	4,4 ± 0,6	371,1±22,3 bc	5,1 ± 0,5 ab	62,9±2,4 cd	170,3±4,2 bc	117,8±8,1 a
oliva	86,0±3,1	324,5 ± 16,4	3,8 ± 0,2	230,0±24,1 d	2,8 ± 0,3 c	41,2±3,7 e	180,4±4,9 b	71,5±8,1 b
p4	78,2±7,3	339,1 ± 16,3	4,5 ± 0,3	385,5±34,4 b	5,2 ± 0,8 ab	65,1±4,3 bcd	169,8±3,5 bc	115,4±9,3 a
clorur sòdic	80,6±13,1	338,0 ± 9,4	4,6 ± 0,8	461,9±27,5 a	6,3 ± 1,2 a	71,7±3,6 abc	155,8±2,4 d	138,8±10,7 a
caolí	77,3±5,8	285,4 ± 34,0	4,3 ± 0,6	390,1±42,6 b	5,7 ± 0,8 ab	63,5±4,3 cd	165,6±7,0 cd	144,0±14,1 a
mineral	75,0±5,3	341,1 ± 19,1	4,8 ± 0,2	474,4±17,3 a	6,7 ± 0,6 a	73,5±1,9 ab	155,0±5,9 d	141,2±9,9 a
manual	79,3±4,0	359,0 ± 27,1	4,6 ± 0,3	304,9±15,6 c	3,9 ± 0,3 bc	59,1±3,3 d	193,7±1,9 a	87,3±9,3 b
P>F	ns	ns	ns	***	*	***	***	***

Mitjana ± error estàndard. Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan (p<0,05). ns: no significatiu, * P<0,05, *** P<0,001. n=4. p4: polisulfur de calci a 4 L·hL⁻¹.

Taula 15.- *Russeting* reticular avaluat mitjançant una escala categòrica de set punts (0-6), percentatge de corimbos amb 1 fruit, número de fruits per corimbe, percentatge del número de fruits de calibre superior a 70 mm i retorn floral corresponents a l'assaig d'aclarida en 'Golden Smoothee[®]' realitzat al 2005.

Tractament	<i>Russeting</i> reticular (0-6)		Corimbos amb 1 fruit (%)		Núm. fruits- corimbe ⁻¹		Núm. fruits calibre > 70 mm (%)		Retorn floral (núm. corimbos-abre ⁻¹)		Retorn floral (núm. corimbos·cm ⁻²)	
testimoni	0,5 ± 0,2	c	71,5 ± 2,1	cde	1,4 ± 0,0	ab	61,3 ± 5,3	de	62,9 ± 14,8	b	0,8 ± 0,2	b
sabó	1,4 ± 0,3	b	75,4 ± 1,4	c	1,3 ± 0,0	b	73,6 ± 3,1	bc	80,4 ± 18,4	b	1,1 ± 0,2	b
oliva	2,9 ± 0,3	a	83,0 ± 1,1	b	1,2 ± 0,0	c	80,1 ± 2,4	ab	127,1 ± 9,5	a	1,5 ± 0,1	a
p4	0,5 ± 0,1	c	74,9 ± 2,3	cd	1,3 ± 0,0	b	71,5 ± 2,8	bcd	85,8 ± 15,2	b	1,1 ± 0,1	ab
clorur sòdic	0,5 ± 0,2	c	72,6 ± 1,6	cde	1,3 ± 0,0	ab	59,1 ± 3,1	e	64,8 ± 12,5	b	0,9 ± 0,3	b
caolí	0,5 ± 0,1	c	69,3 ± 2,4	de	1,4 ± 0,0	ab	66,5 ± 5,6	cde	70,4 ± 8,5	b	0,9 ± 0,1	b
mineral	0,6 ± 0,3	c	67,6 ± 4,1	e	1,4 ± 0,0	a	57,6 ± 5,5	e	58,0 ± 9,1	b	0,8 ± 0,1	b
manual	0,6 ± 0,1	c	97,0 ± 0,5	a	1,0 ± 0,0	d	87,1 ± 1,6	a	85,8 ± 20,0	b	1,1 ± 0,3	ab
P>F	***		***		***		***		**		*	

Mitjana ± error estàndard. Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$).

ns: no significatiu, * $P < 0,05$, ** $P < 0,01$, *** $P < 0,001$. n=4. p4: polisulfur de calci a 4 L·hL⁻¹.

En l'assaig d'aclarida dut a terme al 2006 els arbres eren uniformes al presentar el mateix nombre de corimbos per secció de tronc (Taula 16). En aquest any es va realitzar una única aplicació amb el 69% de les flors en estadi 60 i cap dels tractaments va disminuir la càrrega de l'arbre al no reduir significativament del número de fruits per secció de tronc (Taula 16).

Cap dels tractaments va afectar estadísticament al número de fruits per arbre, a la producció per arbre, al pes del fruit, al número de fruits per 100 corimbos, al percentatge de fruits amb calibre comercial (més de 70 mm) ni al retorn floral (Taula 16 i Taula 17).

Només l'aclarida manual va incrementar significativament el percentatge de corimbos amb 1 fruit i el número de fruits per corimbe (Taula 17). Les aplicacions d'oli d'oliva i sabó potàssic van augmentar el *russeting* reticular, essent l'efecte de l'oli d'oliva superior al del sabó potàssic (Taula 17).

En l'assaig del 2007 es van realitzar dues aplicacions del productes: la primera al 7 d'abril amb un 46% de flors en estadi 60 i un 30% en estadi 69 i la segona 3 dies després amb un 39% de flors en estadi 60 i un 53% en estadi 69.

En aquest any, els arbres dels diferents tractaments eren uniformes al tenir estadísticament el mateix nombre de corimbos per secció de tronc (Taula 18). Els tractaments que van provocar aclarida van ser el permanganat potàssic, el polisulfur de calci, el sabó potàssic, l'oli d'oliva i l'aclarida manual al disminuir significativament el número de fruits per 100 corimbos entre el 25 i el 55% respecte el testimoni segons tractament (Taula 18). A més a més, les aplicacions d'oli d'oliva van reduir a la meitat el número de fruits per arbre, els kg per arbre i la càrrega en comparació al testimoni no aclarit (Taula 18). El sabó potàssic va disminuir significativament la producció per arbre i la càrrega en un terç respecte el testimoni (Taula 18). L'aclarida manual va reduir estadísticament la càrrega dels arbres a la meitat respecte el testimoni i va incrementar en un 28% el percentatge de fruits de calibres superior a 70 mm (Taula 18 i Taula 19). Cap dels tractaments va afectar significativament el pes dels fruits (Taula 18). L'oli d'oliva i el sabó potàssic van incrementar estadísticament l'afecció per *russeting* en un 46 i 73%, respectivament, en comparació amb el testimoni (Taula 19).

Taula 16.- Secció de tronc en el moment de floració, número de corimbos per arbre, número de corimbos per cm² de secció de tronc, número de fruits per arbre a collita, número de fruits a collita per cm² de secció de tronc, producció per arbre, pes del fruit i número de fruits a collita per 100 corimbos a floració corresponents a l'assaig d'aclarida en 'Golden Smoothee[®]' realitzat al 2006.

Tractament	Secció del tronc (cm ²)	Núm. corimbos-arbre ⁻¹	Núm. corimbos-cm ⁻²	Núm. fruits-arbre ⁻¹	Núm. fruits-cm ⁻²	Producció (kg-arbre ⁻¹)	Pes del fruit (g)	Núm. fruits-100 corimbos
testimoni	79,0 ± 5,9	176,4 ± 53,7	2,2 ± 0,6	315,3 ± 68,0	4,2 ± 1,1	47,7 ± 8,1	157,7 ± 9,2	243,0 ± 80,2
sabó	72,7 ± 3,4	261,3 ± 109,9	3,5 ± 1,4	334,3 ± 67,7	4,6 ± 0,7	48,6 ± 6,7	153,9 ± 11,1	201,2 ± 55,1
oliva	86,8 ± 2,1	179,0 ± 65,2	2,1 ± 0,7	242,4 ± 42,7	2,8 ± 0,4	35,5 ± 4,2	157,0 ± 8,5	180,2 ± 50,1
p4	90,4 ± 7,0	223,3 ± 95,1	2,4 ± 0,9	286,5 ± 92,5	3,2 ± 0,9	41,3 ± 10,7	159,6 ± 13,6	163,5 ± 25,5
clorur sòdic	85,0 ± 4,1	164,8 ± 91,5	2,0 ± 1,0	256,1 ± 80,8	3,1 ± 0,9	38,1 ± 9,0	159,3 ± 10,3	246,0 ± 87,4
clorur càlcic	92,4 ± 10,2	120,6 ± 44,9	1,7 ± 0,7	145,5 ± 25,4	2,1 ± 0,6	23,9 ± 3,9	168,5 ± 3,9	163,7 ± 38,9
permanganat	93,1 ± 6,7	252,4 ± 117,9	2,7 ± 1,3	306,5 ± 115,6	3,4 ± 1,4	44,8 ± 14,0	163,9 ± 15,9	178,5 ± 58,5
manual	81,4 ± 5,1	225,1 ± 97,3	2,9 ± 1,4	195,0 ± 63,3	2,5 ± 0,9	33,5 ± 7,6	188,3 ± 16,2	126,0 ± 34,6
P>F	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Mitjana ± error estàndard. ns: no significatiu. n=4. p4: polisulfur de calci a 4 L·hL⁻¹.

Taula 17.- *Russeting* reticular avaluat mitjançant una escala categòrica de set punts (0-6), percentatge de corimbos amb 1 fruit, número de fruits per corimbe, percentatge del número de fruits de calibre superior a 70 mm i retorn floral corresponents a l'assaig d'aclarida en 'Golden Smoothee[®]' realitzat al 2006.

Tractament	<i>Russeting</i> reticular (0-6)	Corimbos amb 1 fruit (%)	Núm. fruits- corimbe ⁻¹	Núm. fruits calibre > 70 mm (%)	Retorn floral (núm. corimbos·abre ⁻¹)	Retorn floral (núm. corimbos·cm ⁻²)
testimoni	0,8 ± 0,1 c	52,5 ± 9,7 b	1,6 ± 0,2 a	49,6 ± 12,7	437,5 ± 39,1	5,6 ± 0,3
sabó	1,2 ± 0,1 b	59,4 ± 4,9 b	1,5 ± 0,1 a	46,1 ± 8,9	346,4 ± 58,3	5,2 ± 1,0
oliva	1,7 ± 0,1 a	56,3 ± 8,7 b	1,6 ± 0,1 a	49,7 ± 10,7	447,9 ± 41,8	5,4 ± 0,6
p4	0,6 ± 0,1 c	63,8 ± 4,1 b	1,5 ± 0,0 a	50,2 ± 7,7	366,8 ± 55,7	4,4 ± 1,2
clorur sòdic	0,7 ± 0,1 c	52,1 ± 9,6 b	1,7 ± 0,2 a	50,1 ± 3,9	355,6 ± 68,4	4,4 ± 1,0
clorur càlcic	0,8 ± 0,1 c	58,5 ± 2,0 b	1,6 ± 0,0 a	57,5 ± 9,8	394,0 ± 99,5	5,1 ± 1,1
permanganat	0,9 ± 0,1 c	60,5 ± 7,8 b	1,5 ± 0,1 a	54,9 ± 12,5	302,8 ± 35,1	3,4 ± 0,6
manual	0,8 ± 0,2 c	94,9 ± 0,6 a	1,1 ± 0,0 b	70,0 ± 13,6	392,3 ± 20,3	5,0 ± 0,4
P>F	***	***	***	ns	ns	ns

Mitjana ± error estàndard. Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$).

ns: no significatiu, *** $P < 0,001$. n=4. p4: polisulfur de calci a 4 L·hL⁻¹.

Taula 18.- Secció de tronc en el moment de floració, número de corimbos per arbre, número de corimbos per cm² de secció de tronc, número de fruits per arbre a collita, número de fruits a collita per cm² de secció de tronc, producció per arbre, pes del fruit i número de fruits a collita per 100 corimbos a floració corresponents a l'assaig d'aclarida en 'Golden Smoothee[®]' realitzat al 2007.

Tractament	Secció del tronc (cm ²)	Núm. corimbos·arbre ⁻¹	Núm. corimbos·cm ⁻²	Núm. fruits·arbre ⁻¹	Núm. fruits·cm ⁻²	Producció (kg·arbre ⁻¹)	Pes del fruit (g)	Núm. fruits·100 corimbos
testimoni	69,3±6,6	391,5 ± 50,8	5,7 ± 0,8	175,1±44,6 ab	2,5±0,7 a	28,9±6,5 ab	167,1±11,5	45,1±10,2 a
sabó	92,0±9,7	402,9 ± 65,8	4,5 ± 0,5	114,1±26,3 bc	1,3±0,4 b	18,5±3,8 c	164,3±13,1	30,1±9,4 bc
oliva	90,9±13,7	420,8 ± 87,5	4,9 ± 1,0	90,8±50,8 c	1,1±0,6 b	14,7±7,6 c	175,6±33,9	20,7±9,8 c
p4	81,3±25,0	403,3 ± 61,7	5,4 ± 1,6	127,9±40,2 bc	1,7±0,6 ab	20,5±6,4 bc	160,4±1,5	31,2±5,6 bc
clorur càlcic	86,0±7,8	425,1 ± 42,0	5,2 ± 0,7	197,3±34,2 a	2,4±0,6 a	31,7±4,3 a	162,4±11,7	47,3±3,6 a
permanganat	86,8±10,3	402,3 ± 88,2	4,9 ± 1,0	134,8±25,3 abc	1,6±0,3 ab	22,2±4,6 abc	165,1±3,9	34,0±5,2 b
manual	92,0 10,7	397,8 84,7	4,7 1,9	112,3 34,2 bc	1,3 0,6 b	21,1 6,0 bc	189,5 7,4	27,9 3,0 bc
P>F	ns	ns	ns	*	*	*	ns	***

Mitjana ± error estàndard. Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan (p<0,05).

ns: no significatiu, * P<0,05, *** P<0,001. n=4. p4: polisulfur de calci a 4 L·hL⁻¹.

Taula 19.- *Russeting* reticular avaluat mitjançant una escala categòrica de set punts (0-6), percentatge del número de fruits de calibre superior a 70 mm i retorn floral corresponents a l'assaig d'aclarida en 'Golden Smoothee'[®], realitzat al 2007.

Tractament	<i>Russeting</i> reticular (0-6)	Núm. fruits calibre > 70 mm (%)	Retorn floral (núm. corimbos·abre ⁻¹)	Retorn floral (núm. corimbos·cm ⁻²)
testimoni	1,1 ± 0,0 c	60,5±4,8 b	330,0 ± 155,4	4,9 ± 2,3
sabó	1,6 ± 0,0 b	56,2±5,1 b	362,5 ± 172,1	4,0 ± 1,8
oliva	1,9 ± 0,2 a	63,7±7,6 b	457,1 ± 133,7	5,3 ± 1,4
p4	1,3 ± 0,1 bc	57,7±0,6 b	362,6 ± 150,4	5,1 ± 2,6
clorur càlcic	1,2 ± 0,1 c	55,9±4,9 b	246,6 ± 88,3	3,0 ± 1,0
permanganat	1,2 ± 0,1 c	58,3±1,6 b	321,9 ± 43,4	3,9 ± 0,8
manual	1,2 0,1 c	77,3 2,7 a	308,6 50,3	3,6 0,8
P>F	***	*	ns	ns

Mitjana ± error estàndard. Tractaments seguits de la mateixa lletra no són significativament diferents segons el Test de Rang Múltiple de Duncan ($p < 0,05$). ns: no significatiu, $P < 0,05$, *** $P < 0,001$. n=4. p4: polisulfur de calci a 4 L·hL⁻¹.

5. Discussió

Un dels factors crítics en l'eficàcia dels productes per a l'aclarida és el moment d'aplicació. Segons Ju *et al.* (2001) i Fallahi i Willemsen (2002), la idea és permetre la fertilització de la flor central i impedir la de la resta de flors del corimbe. Així, i tenint en compte que els corimbos de les pomeres tenen una mitjana de 5 flors (Ferree *et al.*, 2001), un nivell de quallat del 20% de les flors es considera òptim. En la identificació de l'estadi fenològic més adequat per a l'aplicació dels aclaridors en floració no hi ha acord entre els autors. En un assaig realitzat per Ju *et al.* (2001), en el que es va provar l'efecte de l'oli de panís per l'aclarida de flors, es va situar aquest moment entre prefloració i 20% de plena floració. En canvi, Weibel *et al.* (2004) proposen aplicar els productes en el moment de màxima presència de flors obertes.

En els assajos realitzats en diferents anys a la varietat 'Red Chief' els productes es van aplicar en estadis fenològics similars obtenint resultats diferents. Al 2004 amb un 55% en estadi 60 de l'escala BBCH, un únic tractament amb olis vegetals va provocar aclarida; en canvi, al 2005 amb un 50% de les flors en estadi 60 els olis vegetals no van disminuir significativament la càrrega dels arbres. Al 2004 i 2006, el sabó potàssic i el polisulfur de calci van ser aplicats amb un 80% en estadi 60 i només al 2004 van provocar aclarida.

El nivell de floració dels tres anys va ser diferent i això va condicionar el quallat dels fruits. Com més abundant és la floració més baixa és la proporció de fruits que quallen degut a la competència exercida entre ells. El nivell de floració al 2004 va ser inferior al del 2005 i 2006 i per tant la proporció de fruits quallats va ser més gran. Prenent com a referència el testimoni no aclarit i que les pomeres tenen una mitjana de 5 flors per corimbe (Ferree *et al.*, 2001), van quallar el 23, 15 i 7% de les flors al 2004, 2005 i 2006, respectivament.

El nivell de quallat del 2004, proper al 20%, es considera òptim, i per tant, en aquestes condicions l'aclarida no té a objectiu reduir la càrrega dels arbres sinó disminuir el número de fruits per corimbe per tal que aquests assoleixin un calibre comercial. Amb l'aclarida manual es va reduir el número de fruits per corimbe sense afectar significativament ni a la càrrega ni a la distribució de calibres. Els tractaments que van

reduir la càrrega (olis d'oliva i polisulfur de calci) tampoc van incrementar el calibre dels fruits. Aquests resultats indiquen que al 2004 no hi havia necessitats d'aclarida perquè l'aplicació de productes aclaridors va reduir la producció sense incrementar el calibre dels fruits.

El nivell de quallat del 2005 i 2006 es considera baix al ser inferior al 20%. En aquestes condicions, l'excés en l'abscisió dels fruits pot ocultar els efectes d'aclarida dels productes. Per tant, tot i que al 2005 i 2006 algun dels productes assajats va disminuir la càrrega, aquesta reducció no va ser significativament diferent al testimoni degut a la variabilitat provocada pel mal quallat.

En els assajos duts a terme amb la varietat 'Golden Smoothee[®]', al 2005 i 2007 es van realitzar dues aplicacions en el mateix estadi fenològic. La primera amb un 50% de flors en estadi 60, i la segona amb un 30% en estadi 60 sense obtenir els mateixos resultats. Al 2005 només l'oli d'oliva va provocar aclarida dels arbres mentre que al 2007 ho van fer el sabó potàssic, l'oli d'oliva, el polisulfur de calci i el permanganat potàssic.

Al 2006, una única aplicació dels productes no va ser suficient com per disminuir la càrrega dels arbres. A més a més, el baix nivell de floració d'aquest any (200 corimbos per arbre respecte els 330 i 400 del 2006 i 2007, respectivament) va augmentar la proporció de fruits quallats i l'aplicació de sabó, oli d'oliva i polisulfur de calci no va ser suficient com per reduir significativament la càrrega dels arbres.

L'eficàcia dels productes aclaridors depèn de varis factors com la varietat, el moment d'aplicació, la quantitat de caldo aplicat i les condicions meteorològiques en el moment de l'aplicació i en els dies posteriors (Dennis, 2000; Wertheim, 2000; Fallahi i Willemsen, 2002; Unrath, 2002). La meteorologia en el moment d'aplicació dels tractaments i especialment en els dies posteriors ha estat diferent en els 4 anys d'assaig. Al 2004 i 2007, després de l'aplicació dels productes hi va haver un increment de la nuvolositat que va provocar una reducció de més del 70% de la radiació solar i pluges de 13 i 22 mm, respectivament. En canvi, al 2005 i 2006 no hi van haver variacions importants de radiació solar i les precipitacions no van superar els 2 mm.

L'efectivitat dels productes assajats en les dues varietats de pomera ('Red Chief' i 'Golden Smoothee[®]') va ser més gran en els anys amb menys radiació solar i precipitacions importants (2004 i 2007). Dels 8 productes provats a 'Red Chief' al 2004, 4 d'ells (sabó potàssic, oli d'oliva, oli de panís i polisulfur de calci) van provocar aclarida. En canvi, en els assajos de 2005 i 2006 no hi va haver cap producte amb efecte aclaridor si bé l'oli d'oliva i el polisulfur de calci van tendir a disminuir la càrrega dels arbres. Dels 5 productes provats a 'Golden Smoothee[®]' al 2007, 4 van provocar aclarida (sabó potàssic, oli d'oliva, polisulfur de calci i permanganat potàssic); mentre que al 2005 només l'oli d'oliva i al 2006, cap producte. Per tant, l'efecte aclaridor del sabó potàssic, l'oli mineral, els olis vegetals, el polisulfur de calci i el permanganat potàssic podria haver-se vist potenciat per un descens de la radiació solar i/o un increment de la seva fitotoxicitat degut a les precipitacions. Aquests resultats coincideixen amb Holb *et al.* (2003) en el que observa un augment de la fitotoxicitat del polisulfur de calci quan és aplicat en períodes humits.

Els mecanismes que provoquen aclarida quan s'apliquen productes a floració han estat poc estudiats. Ju *et al.* (2001) atribueix l'efecte de l'oli de panís a un impediment en l'obertura de les flors i per tant de la seva pol·linització. McArtney *et al.* (2006) va observar una disminució del número de tubs pol·línics i de la fotosíntesi després de l'aplicació de polisulfur de calci durant la floració. Segons aquests autors, l'efecte d'aclarida del polisulfur de calci és degut a la disminució del número de flors fecundades i a la reducció del subministrament de carbohidrats a les flors fecundades degut a la davallada de l'activitat fotosintètica. Tots els tractaments aplicats en aquesta tesi van permetre l'obertura de les flors; per tant, els mecanismes implicats en l'acció dels productes que van provocar aclarida podrien estar més relacionats en un impediment de la fecundació i/o quallat que en la pol·linització.

Diversos autors han descrit fitotoxicitats en fulles i/o fruits en l'aplicació d'alguns aclaridors de flors com el polisulfur de calci i els olis vegetals (Pfeiffer i Ruess, 2002; Warlop i Libourel, 2002; Holb *et al.*, 2003; Basak, 2006). En el present assaig es va avaluar la presència de *russeting* reticular a les pomes de la varietat 'Golden Smoothee[®]' ja que aquesta, a diferència de 'Red Chief' que té la pell de la poma vermella, les possibles fitotoxicitats provocades al fruit en forma de *russeting* són visibles. En els tres anys d'assaig, els tractaments amb sabó i oli d'oliva van

incrementar significativament el *russeting* reticular dels fruits, essent l'efecte de l'oli d'oliva més gran que el del sabó potàssic. En canvi, la resta de productes assajats (caolí, clorur càlcic, clorur sòdic, oli mineral, permanganat potàssic i polisulfur de calci) no van provocar *russeting*. Per tant, tot i que l'oli d'oliva ha estat un dels productes assajats amb major efecte d'aclarida, l'increment de *russeting* provocat als fruits desaconsella el seu ús en producció de pomes per a consum en fresc.

Així doncs, del conjunt de productes inicials, només el permanganat potàssic i el polisulfur de calci poden tenir utilitat en l'aclarida de pomeres. Tanmateix, l'efecte aclaridor d'aquests dos productes no s'ha observat tots els anys fet que suggereix que cal ajustar tant el moment d'aplicació com el nombre d'aplicacions.

6. Conclusions

L'aplicació de sabó potàssic, oli d'oliva, oli de panís, polisulfur de calci i permanganat potàssic durant la floració ha provocat, en alguns anys, aclarida en 'Red Chief' i/o 'Golden Smoothee[®]'.

Una única aplicació d'aquests productes durant la floració no sempre ha estat suficient com per reduir la càrrega i, per tant, en la majoria dels anys caldrà realitzar com a mínim dues aplicacions.

El sabó potàssic i l'oli d'oliva han provocat l'aparició de *russeting* reticular a la varietat 'Golden Smoothee[®]'. Per tant, aquests dos productes no es poden utilitzar per aclarir varietats de poma produïdes per a consum en fresc que siguin susceptibles a *russeting* ja que redueix la seva qualitat comercial.

Cap dels productes assajats ha reduït el pes dels fruits ni el percentatge de fruits de calibre comercial (més de 70 mm de diàmetre).

Del conjunt de productes assajats, el permanganat potàssic i el polisulfur de calci poden tenir utilitat en l'aclarida de pomeres però cal posar a punt el seu protocol d'aplicació.

7. Bibliografia

Alegre, S.; Bonany, J. i Carbó, J. 2008. Optimizar la carga de los frutos mediante el aclareo para aumentar la rentabilidad del manzano. *Vida Rural*, 275: 46-52.

Basak, A. 2006. Efficacy of natural compounds used for thinning in organic apple orchards. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14: 47-58.

Bound, S.A. i Wilson, S.J. 2004. Response of two apple cultivars to potassium thiosulphate as a blossom thinner. *Acta Horticulturae*, 653: 73-79.

CEE. 2007. Reglament (CE) 834/2007 del Consell, de 28 de juny de 2007 sobre producció i etiquetat de productes ecològics i pel que es deroga el Reglament (CEE) 2092/91. *Diari Oficial de la Unió Europea* núm. 189, pp. 1-23.

Dennis, F.G., Jr. 2000. The history of fruit thinning. *Plant Growth Regulation*, 31(1/2): 1-16.

Fallahi, E.; Chun, I.J. i Fallahi-Mousavi, B. 2004. Influence of new blossom thinners on fruit set and fruit quality of apples. *Acta Horticulturae*, 653: 81-85.

Fallahi, E. i Fallahi, B. 2004. Comparison of new blossom thinners for apples under conditions of Intermountain West of the United States. *Acta Horticulturae*, 636: 311-315.

Fallahi, E.; Rom, C.R. i Fallahi, B. 2006. Effects of hydrogen cyanamide, ammonium thiosulfate, endothalic acid, and sulfcarbamide on blossom thinning, fruit quality, and yield of apples. *Journal of the American Pomological Society*, 60(4): 198-204.

Fallahi, E. i Willemsen, K.M. 2002. Blossom thinning of pome and stone fruit. *HortScience*, 37(3): 474-477.

Ferree, D.C.; Bishop, B.L.; Schupp, J.R.; Tustin, D.S. i Cashmore, W.M. 2001. Influence of flower type, position in the cluster and spur characteristics on fruit set and growth of apple cultivars. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 76(1): 1-8.

Greene, D.W. 2002. Chemicals, timing, and environmental factors involved in thinner efficacy on apple. *HortScience*, 37(3): 477-481.

Guak, S.; Beulah, M. i Looney, N.E. 2004. Thinning of Fuji and Gala apple with lime sulphur and other chemicals. *Acta Horticulturae*, 636: 339-346.

Holb, I.J.; Jong, P.F.d. i Heijne, B. 2003. Efficacy and phytotoxicity of lime sulphur in organic apple production. *Annals of Applied Biology*, 142: 225-233.

Ju, Z.; Duan, Y.; Ju, Z. i Guo, A. 2001. Corn oil emulsion for early bloom thinning of trees of 'Delicious' apple, 'Feng Huang' peach, and 'Bing' cherry. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 76(3): 327-331.

McArtney, S.; Campbell, J.; Foote, K. i Stiefel, H. 2000. Thinning options for organic apple production. *The orchardist of New Zealand*, 73(9): 32-34.

McArtney, S.; Palmer, J.; Davies, S. i Seymour, S. 2006. Effects of lime sulfur and fish oil on pollen tube growth, leaf photosynthesis and fruit set in apple. *HortScience*, 41(2): 357-360.

Meier, U.; Graf, H.; Hack, H.; Hess, M.; Kennel, W.; Klose, R.; Mappes, D.; Seipp, D.; Stauss, R.; Streif, J. i Boom, T.v.d. 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. Pflanzenschutzd*, 46: 141-153.

Myra, M.T.; Embree, C.G.; Good-Avila, S.V. i Morton, V.K. 2006. Assessment of potential organic pollenicides as apple blossom thinners. *International Journal of Fruit Science*, 6(3): 35-52.

Nichols, D.; Embree, C.; Cline, J. i Ju, H. 2004. Blossom and fruitlet thinners affect crop load, fruit weight, seed number, and return bloom of 'Northern Spy' apple. *HortScience*, 39(6): 1309-1312.

Pfeiffer, B. i Ruess, F. 2002. Screening of agents for thinning blossoms of apple trees. A: 10th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing and Viticulture. Proceedings of a conference, Weinsberg, Germany, 4-7 February 2002. Eds. Fordergemeinschaft Okologischer Obstbau e.V. (FOKO). Weinsberg Germany, pp. 106-111.

Roche, L. i Masseron, A. 2002. Darwin et le mur fruitier. Infos Ctifl, 185: 29-33.

SAS Institute. 2000. SAS/STAT User's Guide, version 9.1. SAS Institute. Cary, pp. 1686.

Stopar, M. 2004. Thinning of flowers/fruitlets in organic apple production. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 12: 77-83.

Tromp, J. 2000. Flower-bud formation in pome fruits as affected by fruit thinning. Plant Growth Regulation, 31(1/2): 27-34.

Unrath, C.R. 2002. Spray volume, canopy density, and other factors involved in thinner efficacy. HortScience, 37(3): 481-483.

Warlop, F. i Libourel, G. 2002. Regulation de la charge du pommier en agriculture biologique: quelques éclairciss...ements. Le Fruit Belge, 496: 51-54.

Webster, A.D. i Spencer, J.E. 1999. New strategies for the chemical thinning of apple (*Malus domestica* Borkh.) cultivars Queen Cox and Royal Gala. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 74(3): 337-346.

Weibel, F.; Chevillat, V. i Tschabold, J.L. 2004. Nouvelles perspectives pour l'éclaircissage floral en culture biologique du pommier. Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture, 36(5): 281-286.

Wertheim, S.J. 2000. Developments in the chemical thinning of apple and pear. Plant Growth Regulation, 31: 85-100.

7. Discussió general

Índex

1.	INTRODUCCIÓ	219
2.	ELECCIÓ DE LA VARIETAT	219
3.	MANEIG I USOS DE LA COBERTA VEGETAL	223
4.	CONTROL DEL PUGÓ GRIS DE LA POMERA	226
5.	MÈTODES D'ACLARIDA EN PRODUCCIÓ ECOLÒGICA	228
6.	CONSIDERACIONS FINALS	230
7.	BIBLIOGRAFIA.....	231

1. Introducció

La presència de l'agricultura ecològica ha experimentat un fort augment en la darrera època i arreu del món (Willer i Yussefi, 2007). A Europa, gràcies al reglament CEE 2092/91 sobre producció agrícola ecològica i la seva indicació en els productes agraris i alimentaris i als ajuts agroambientals (reglaments CEE 2078/92 i CE 1257/1999), l'agricultura ecològica ha passat de 0,5 milions d'hectàrees al 1992 a 7 milions al 2006 (Willer i Yussefi, 2007).

Tanmateix, aquest increment no ha estat uniforme en tots els cultius. La producció de fruita fresca en agricultura ecològica i de poma en particular planteja tot una sèrie de reptes com l'elecció de la varietat, el control de plagues, malalties i flora arvense i l'aclarida, entre altres. La recerca realitzada en els darrers anys arreu del món ha abordat aquestes qüestions però les solucions generades encara no són suficients com per impulsar la conversió de part del sector fructícola a l'agricultura ecològica.

2. Elecció de la varietat

L'elecció de la varietat a plantar és una de les decisions més importants que pren un agricultor atès que condiciona el seu maneig posterior. Cal tenir en compte aspectes com la data de floració, el moment de recol·lecció, la productivitat, la tendència a l'alternança, la susceptibilitat a plagues i malalties i l'acceptació del mercat, entre altres.

De les varietats estàndard es coneixen gran part d'aquests aspectes (Iglesias *et al.*, 2000) i això dóna cert grau de seguretat al productor. Tanmateix, la sensibilitat d'aquestes varietats a plagues i malalties qüestiona el seu ús en agricultura ecològica. En canvi, l'ús de varietats resistents disminueix el risc de pèrdua de collita per l'atac de certes plagues i malalties, redueix els costos de producció deguts al control fitosanitari i disminueix l'impacte ambiental ocasionat per l'aplicació de fungicides i insecticides.

En el mercat existeixen més de 200 varietats de poma resistents a motejat (Sansavini *et al.*, 2004) obtingudes en programes de millora de principalment el nord Amèrica, nord d'Europa i Nova Zelanda, regions amb un clima més fresc i humit que el mediterrani. Les diferències climàtiques entre la zona d'obtenció d'una varietat i la zona de cultiu poden modificar l'expressió de caràcters agronòmics com la producció, el calibre i la

fermesa dels fruits (Iglesias i Carbó, 2002) i, per tant, abans d'introduir una nova varietat cal avaluar-la a la zona d'introducció. L'avaluació de totes i cada una de les noves varietats requereix una quantitat de recursos no sempre disponibles fet que obliga a triar les varietats a avaluar en funció dels resultats obtinguts en zones climàticament similars. D'aquesta manera, les varietats resistents a motejat que s'han escollit en aquesta tesi (vegeu Capítol I) han estat ben valorades a països com Itàlia (Bassi i Pellegrino, 2001; Pellegrino i Palara, 2001; Sansavini *et al.*, 2003; Zambujo, 2003).

L'avaluació de les varietats realitzada en aquesta tesi ha consistit en determinar l'època de floració i recol·lecció, la productivitat, la tendència a l'alternança, la susceptibilitat a cendrosa (*Podosphaera leucotricha* (Ellis & Everhart) Salmon (forma anamorfa *Oidium farinosum* Cooke)) i a pugó gris (*Dysaphis plantaginea* Passerini (Hemiptera: Aphidae)), la seva qualitat i valoració sensorial.

La majoria de les varietats necessiten pol·linització creuada per tal d'assegurar la collita (Dennis, 2003) per aquest motiu la majoria de les plantacions de pomera inclouen una varietat pol·linitzant per tal d'assegurar la fecundació i el quallat de les flors. Els períodes de floració de les dues varietats han de coincidir en el temps i per aquest motiu, conèixer la data de plena floració d'una varietat és imprescindible per a un bon disseny de la plantació. Totes les varietats resistents a motejat assajades en aquesta tesi han florit durant la mateixa setmana i de forma solapada amb les varietats de referència (Taula 5 i Taula 7, Capítol I) i per tant, es poden utilitzar les mateixes varietats pol·linitzants que en el cas de varietats convencionals.

La data de floració d'una varietat també pot condicionar la seva afecció per pugó gris. Si l'eclosió dels ous té lloc abans de la brotació dels arbres, les larves neonates de pugó no són capaces d'alimentar-se i poden morir (Miñarro i Dapena, 2007). En el treball realitzat per Miñarro i Dapena (2007), les varietats de floració tardana (més de dues setmanes després de 'Golden Delicious') tenien menys danys ocasionats pel pugó gris perquè van evitar la infestació. En canvi, les varietats assajades en aquesta tesi tenen dates de floració estàndards i el control del pugó gris cal realitzar-lo a través d'altres mitjans.

Un altra de les variables que cal tenir en compte en l'elecció d'una varietat és la seva època de recol·lecció ja que té implicacions agronòmiques i logístiques, entre altres. De manera anàloga al control del pugó gris a través de varietats de floració tardana, també es poden reduir danys per mosca de la fruita (*Ceratitis capitata* (Wiedemann) (Diptera: Tephritidae)) i carpocapsa (*Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae)) mitjançant varietats de recol·lecció primerenca. A la zona fructícola de Lleida, el vol de la mosca de la fruita comença al maig succeint-se vàries generacions fins la tardor (García de Otazo *et al.*, 1992). Per tant, com més primerenca sigui la recol·lecció, menys possibilitats tindrà la collita de ser atacada per aquesta plaga. En el cas de carpocapsa, a la zona de Lleida el vol sol començar a l'abril i acabar al setembre (Bosch *et al.*, 1998); per tant, només varietats recol·lectades abans de l'agost poden evitar els atacs de l'última generació. Aquest no és el cas de les varietats provades en aquesta tesi ja que la collita de les més primerenques ('Condessa' i 'Dalinbel^{COV}') té lloc durant la segona setmana d'agost.

D'altra banda, l'època de recol·lecció condiona la logística d'una explotació. El productor pot preferir varietats amb dates de collita anteriors o posteriors a les varietats que ja té en la seva explotació per tal de distribuir recursos humans i materials al llarg de la campanya. Els resultats proporcionats en aquesta tesi sobre les dates de maduració de les diferents varietats són informació útil per realitzar una correcta elecció en cada explotació.

Si bé l'època de recol·lecció és un factor important en l'elecció d'una varietat, també ho és la productivitat ja que aquesta i el preu de venda de la collita condionen els ingressos de l'explotació. De les varietats provades, 'Dalinred^{COV}' al sisè verd i 'Condessa' al quart verd han assolit 50.000 kg·ha⁻¹ i any però d'aquestes dues només 'Dalinred^{COV}' ha tingut més del 80% de la collita amb calibre comercial (més de 70 mm). Per contra, 'Dalinred^{COV}' ha mostrat alternança mentre que 'Condessa', no. Així, amb els resultats disponibles, del conjunt de varietats assajades no n'hi ha cap que a la vegada proporcioni una collita elevada, no sigui alternant i tingui un elevat percentatge de collita de calibre comercial (més de 70 mm). És necessari continuar avaluant aquestes varietats durant més anys per tal de confirmar el seu comportament productiu.

Pel que fa a la susceptibilitat a cendrosa, totes les varietats assajades van resultar en més o menys grau susceptibles, obtenint uns nivells de susceptibilitat similars als descrits a la bibliografia (Bassi i Pellegrino, 2001; Sansdrap *et al.*, 2001; Corroyer, 2002; Hucbourg *et al.*, 2002; Korban *et al.*, 2003; Sansavini *et al.*, 2003; Zambujo, 2003; Blažek, 2004; Sansavini *et al.*, 2004; Berra *et al.*, 2007; Weibel *et al.*, 2007; Fitzgerald *et al.*, 2008). Així, les varietats menys susceptibles van ser 'Condessa', 'Ariane^{COV}', 'Juliet[®]' i 'Topaz^{COV}'. Paral·lelament, a la finca en producció ecològica es va avaluar la susceptibilitat a pugó gris obtenint que la varietat 'Juliet[®]' era tolerant o molt poc susceptible. A la literatura no hi ha cites que facin referència al grau de susceptibilitat de 'Juliet[®]' al pugó gris, essent aquesta la primera avaluació. El pas següent que cal donar consisteix a investigar els mecanismes involucrats en la seva baixa susceptibilitat per saber si es tracta de tolerància, antibiosi i/o antixenosi.

Un dels problemes que pot comportar plantar varietats resistents a motejat és que són poc conegudes i no es coneix el grau d'acceptació per part del consumidor. Per aquest motiu es van realitzar tastos que permetessin conèixer el grau de satisfacció per al gust, fermesa i aspecte de varietats resistents a motejat. A partir de les dades obtingudes en aquests tastos es conclou que la majoria de les varietats avaluades (Ariane^{COV}, 'Corail[®]', 'Dalinred^{COV}', 'Goldrush' i 'Modi[®]') tenen un bon grau d'acceptació. Només 'Dalinbel^{COV}' i 'Condessa' van ser valorades negativament probablement perquè són varietats amb poques aptituds per a la conservació i, possiblement, el temps de conservació en fred normal d'aquestes varietats va ser excessiu. Una avaluació d'aquestes varietats just després de la collita i després d'uns tres mesos en càmera amb fred normal donaria informació més acurada sobre les seves característiques organolèptiques i sobre el seu potencial de conservació. Una vegada conegut el grau d'acceptació d'aquestes varietats i descartades aquelles que no són ben valorades, seria convenient realitzar un tast compartiu entre les millors varietats resistents i les considerades estàndard. D'aquesta manera, es tindrien indicis de l'èxit comercial de la substitució de varietats estàndards per resistents.

La situació ideal seria poder disposar de varietats d'elevada qualitat organolèptica, millors o similars a les estàndards, i amb gens de resistència a plagues i malalties. Tanmateix, la situació actual no és aquesta, i de les varietats resistents a motejat

avaluades en aquesta tesi no n'hi a cap que a la vegada reuneixi les característiques de les varietats estàndards i sigui poc susceptible a cendrosa i pugó gris.

3. Maneig i usos de la coberta vegetal

El maneig de la coberta vegetal requereix una especial atenció degut a la seva multifuncionalitat: protegeix el sòl contra la compactació, permet el pas de maquinària després de pluges abundants, manté els nivells de matèria orgànica que ajuden a la conservació de l'estructura del sòl, disminueix l'erosió per escolament superficial, entre altres (Porta *et al.*, 1994). Les plantes de la coberta vegetal, però, consumeixen aigua i nutrients, i per tant cal ser molt eficients en el seu maneig. Per exemple, en alguns cultius i situacions com l'olivera conreada en zones de baixa pluviometria i sense reg de suport, la competència del cultiu amb la coberta recomana eliminar la capa herbosa especialment en les èpoques de màxim consum d'aigua per part de la flora arvense (Saavedra i Pastor, 2002). Les relacions de competència entre la coberta present sota la fila dels arbres i els fruiters han estat àmpliament estudiades (Hartley, 1988; Zimdahl, 1993; Harrington *et al.*, 2005) així com els mecanismes existents per reduir-la (Mathews *et al.*, 2002; Hips *et al.*, 2004; Hoagland *et al.*, 2008). En canvi, existeix poca informació respecte les relacions de competència entre la coberta present al carrer i els fruiters.

En aquesta tesi, doncs, s'han estudiat les relacions de competència entre pomeres joves (des del 2n fins al 4t verd) i diferents cobertes i manejos (vegeu Capítol II). Un dels problemes que va sorgir a l'inici de l'assaig va ser la implantació de les cobertes sembrades. Les sembres realitzades a primavera i tardor de 2004 no van tenir èxit degut a la baixa pluviometria registrada durant el mes posterior a la sembra. A la primavera de 2005 les sembres van realitzar-se amb l'aplicació d'un reg de suport per tal d'assegurar la seva naixença. Així doncs, al 2004 la superfície corresponent a les cobertes de *Festuca arundinacea* Schreber (Fa) i *Trifolium repens* L. (Tr) va ser molt similar al tractament de sòl desherbat (SD). La presència de vegetació a les cobertes durant el 2n verd de les pomeres (2004) va reduir el creixement d'aquestes respecte les cobertes on no n'hi havia (SD, Fa i Tr). En canvi, les cobertes implantades al 3r verd (Fa i Tr) no van afectar al creixement dels arbres. Cal destacar, que els efectes de la competència experimentada durant l'any anterior es va mantenir en el temps ja que el

creixement dels arbres de les cobertes presents al 2n verd es va situar per sota de la resta.

És possible que el reg de suport donat a les cobertes Fa i Tr per assegurar el naixement de llavors sembrades al 2005 hagi contribuït a una menor competència entre el cultiu i la coberta. Tanmateix, el reg de les cobertes va representar l'1,5% de l'aigua aportada a les pomeres mitjançant el reg per degoteig i per tant, l'efecte d'aquest reg de suport en la disminució de la competència entre la coberta i els arbres probablement va ser baix. El requeriment d'un reg de suport a les cobertes posa de manifest la necessitat de treballar amb espècies adaptades al clima local, amb baixos requeriments hídrics per a la seva instal·lació i resistents a la sequera. Altrament, la implantació de cobertes vegetals en zones de baixa pluviometria requereix la instal·lació d'un sistema de reg que asseguri la presència d'aquestes, fet que posa en dubte la sostenibilitat del sistema ja que incrementa del consum d'aigua i els costos de plantació.

Dos dels factors més importants que intervenen en el creixement dels arbres són la disponibilitat d'aigua i nutrients (Lakso, 2003; Neilsen i Neilsen, 2003). Les mesures del contingut màssic d'aigua al sòl realitzades al maig, juliol i setembre de 2006 indiquen que la presència de vegetació redueix en contingut d'aigua al sòl respecte un sòl desherbat. A mesura que disminueix el contingut d'aigua del sòl de les cobertes augmenta la diferència de potencial hídric amb la zona propera al bulb humit dels arbres i, per tant, incrementa el flux d'aigua entre la zona humida (bulb) i la seca (sòl sota les cobertes). D'aquesta manera, les cobertes haurien pogut provocar una disminució de l'aigua present a la zona propera al bulb humit, la qual podria haver causat un pitjor estat hídric en les pomeres provocant una reducció del creixement dels arbres. Per comprovar aquesta hipòtesi es podrien fer mostres del contingut d'aigua al sòl a la zona propera al bulb humit així com mesures del potencial hídric de les fulles de les pomeres.

En el cas de l'assaig realitzat en aquesta tesi, les pomeres es van regar segons les seves necessitats i per tant, és poc probable que la reducció del creixement dels arbres hagi estat deguda a un dèficit d'aigua. D'altra banda, cal tenir en compte que en el flux d'aigua entre el bulb humit i la zona de les cobertes també s'haurien transportat els nutrients presents a la solució del sòl. Un dels elements clau per al creixement dels

arbres és el nitrogen (Neilsen i Neilsen, 2003). Les mesures de clorofil-la, en tant que estimador del contingut de nitrogen de les fulles d'una planta, posen de manifest un menor contingut d'aquest element en les fulles dels arbres de les cobertes vegetals i les anàlisis de sòl indiquen un menor nivell de nitrats respecte la coberta SD. Aquest fet suggereix que la presència de nitrogen al bulb humit va ser menor en els arbres amb coberta vegetal respecte el sòl desherbat. Donat que la disponibilitat de nitrogen condiona el creixement dels arbres (Neilsen i Neilsen, 2003), el menor contingut de nitrogen a al bulb humit podria haver estat la causa del menor creixement dels arbres de les cobertes.

En cultiu ecològic, on l'aport de nutrients és limitat, cal trobar maneres d'augmentar la competitivitat dels arbres front la flora arvense i de reduir la de la flora front els arbres. Una opció seria utilitzar un peu més vigorós que els clons del M9 per tal d'incrementar la competitivitat de les pomeres. Una altra, consistiria en utilitzar reg per microaspersió enlloc de per degoteig; així, les arrels dels arbres explorarien un volum sòl més gran i tindrien accés a una quantitat de nutrients més elevada. Utilitzant el reg per microaspersió, caldria aportar les necessitats d'aigua del cultiu però també les de la flora arvense per tal de reduir la competència d'aquesta front les pomeres.

Un dels principis en què es basa l'agricultura ecològica és en el manteniment o increment de la fertilitat del sòl {CEE, 2007 #916}. Així com en cultius anuals es poden incorporar adobs al sòl mitjançant el laboreig, en cultius perennes és tècnicament més complicat ja que el treball del sòl en profunditat pot destruir part del volum radicular. Per aquest motiu, una de les cobertes que es va assajar va ser la d'una lleguminosa (*T. repens*) per tal de saber si una planta amb capacitat de fixar nitrogen aeri podia si més no mantenir la fertilitat del sòl. Després de tres anys, la coberta de *T. repens* va disminuir els nivells de nitrats de la solució del sòl respecte la coberta desherbada, fet que indica que el nitrogen consumit per la lleguminosa va ser més gran que el fixat. És possible que la presència al sòl de bacteris que entren en simbiosi amb les lleguminoses per fixar nitrogen atmosfèric fos baix i que per tant el consum de nitrogen hagi estat més gran que el fixat. L'ús de lleguminoses en fruiters com a eina per al manteniment de la fertilitat del sòl està condicionat per la presència de bacteris fixadors de nitrogen; per tant, és recomanable sembrar llavors inoculades per espècies adients de bacteris del gènere *Rhizobium* per assegurar la seva presència.

D'altra banda, les cobertes vegetals es consideren una infraestructura ecològica per a la promoció d'enemics naturals (Boller *et al.*, 2004) i per al control de plagues basant-se en la premissa que la diversitat promou l'estabilitat en els agroecosistemes (Norris i Kogan, 2005). Diversos autors han estudiat la capacitat de diferents cobertes vegetals per incrementar el control biològic en pomeres amb resultats contradictoris (Brown i Glenn, 1999; Vogt i Weigel, 1999; Wyss, 1999; Fitzgerald i Solomon, 2004), fet que suggereix que l'increment de la biodiversitat no sempre condueix a un augment efectiu del control biològic. En aquesta tesi es va provar l'efecte de diferents cobertes vegetals en la presència de plagues i enemics naturals a les pomeres. Després de tres anys d'estudi s'arriba a la conclusió que les cobertes assajades no van afectar la presència d'enemics naturals ni van incidir en el control de plagues. Només en el cas del pugó verd (*Aphis pomi* De Geer (Hemiptera: Aphidae) es va observar una disminució de la població durant el 2004 en les cobertes amb vegetació. Aquesta reducció s'atribueix a un menor creixement dels arbres, ja que en els anys posteriors, la presència d'aquesta plaga i el creixement dels arbres va ser similar en tots els tractaments.

4. Control del pugó gris de la pomera

El pugó gris és una de les principals plagues que afecta les pomeres causant danys a fulles, brots i fruits (Baker i Turner, 1916; Bonnemaïson, 1959). El control d'aquesta plaga és clau ja que pot arribar a aturar el creixement dels brots i reduir la collita (Baker i Turner, 1916; Lathrop, 1928; Bonnemaïson, 1959; Lind *et al.*, 2003).

Donada la importància del control del pugó gris es va seguir la dinàmica poblacional del pugó durant la tardor i es van dur a terme dos assajos, un dels quals va consistir en modificar l'entorn mitjançant cobertes vegetals i l'altre, en impedir la colonització de tardor a través de tractaments fitosanitaris.

En el seguiment de la dinàmica poblacional del pugó gris durant la tardor es va arribar a la conclusió que les primeres formes emigrants arribaven a les pomeres durant la segona setmana d'octubre i que l'abundància d'ovíparas estava directament correlacionada amb la temperatura mitjana acumulada durant el període de presència d'aquestes. Aquests resultats suggereixen que es podria construir un model de

desenvolupament fenològic de les ovíparas basat en la temperatura acumulada a partir del seu naixement.

En l'assaig de cobertes vegetals es va provar una coberta amb predomini de l'hoste secundari (*Plantago lanceolata* L.) respecte cobertes sense aquest hoste. En un principi s'esperava que el grau d'infestació del pugó gris estigués en funció de la presència de *P. lanceolata* a les cobertes, però no va ser així. Donada la mobilitat de les formes migratòries de pugó gris (Bonnemaison, 1959) és possible que els arbres de les cobertes haguessin rebut poblacions procedents de *P. lanceolata* de fora de les cobertes. Per tant, l'efecte de l'hoste secundari en el control del pugó gris s'hauria d'haver provat en parcel·les elementals separades varis centenars de metres per tal de minimitzar l'efecte vorera.

L'altre assaig dut a terme per al control del pugó gris de la pomera va consistir en impedir la colonització de tardor. Es van provar dues estratègies: l'alteració del reconeixement de la planta hoste (defoliació, aplicacions d'extracte d'all i caolí) i l'eliminació de les ovíparas (aplicacions de sabó potàssic i piretrines). La defoliació va ser l'únic tractament que va impedir la colonització de tardor i en conseqüència va controlar la plaga durant la primavera següent. Malgrat l'èxit de la defoliació en el control del pugó gris, no és una pràctica factible perquè per una banda no es coneixen productes amb efecte defoliant permesos en agricultura ecològica, i per l'altra, caldria estudiar els efectes a llarg termini de l'eliminació prematura de les fulles sobre el creixement i la producció dels arbres.

Pel que fa al productes provats, les 3 aplicacions d'extracte d'all i caolí realitzades a la tardor de 2004 no van impedir la colonització de tardor i en conseqüència no van controlar la plaga durant la primavera següent. La manca d'efectivitat d'aquests productes es va atribuir a una possible falta de recobriment del període de retorn de les formes emigrants de pugó gris a la pomera, i per aquest motiu, a la tardor de 2005 es va incrementar el número d'aplicacions. Els resultats obtinguts a l'assaig de 2005 posen de manifest que aplicacions repetides d'extracte d'all i caolí durant la tardor no controlen la plaga durant la primavera. L'assaig realitzat per Cross *et al.* (2007) en el que es va aplicar extracte d'all a la tardor per al control del pugó gris, tampoc es va situar la plaga per sota del llindar econòmic. Pel que fa al caolí, les aplicacions de

tardor realitzades per Wyss i Daniel (2004) i Burgel *et al.* (2005) no van controlar satisfactòriament les poblacions primaverals de pugó gris. Així, els treballs duts a terme per altres autors donen suport als resultats obtinguts en aquesta tesi podent afirmar que ni l'extracte d'all ni el caolí són aptes per al control de tardor del pugó gris de la pomera.

En canvi, les piretrines aplicades a la tardor van controlar la plaga a primavera quan es va cobrir tot el període de presència d'ovíparas a les pomeres. En aquest cas, es van realitzar 3 aplicacions separades cada una d'elles en quinze dies. La pregunta que hom pot plantejar-se és que si amb menys aplicacions de piretrines també es pot controlar la plaga. D'acord amb els resultats obtinguts en aquesta tesi, dues aplicacions realitzades a l'inici de detecció de les ovíparas resulten insuficients, probablement perquè no es maten els individus parits després de l'aplicació del tractament. Per contra, si s'endarrerissin les primeres aplicacions i no tinguessin lloc fins a l'aparició dels adults, aleshores no es tindria la certesa que s'ha evitat la posta d'ous. Si s'establís el quart estadi nimfal com a objectiu dels tractaments amb piretrines aleshores s'endarreriria el moment de la primera aplicació, es podrien reduir el nombre d'aplicacions necessàries i es milloraria el control ja que s'evitaria la posta d'ous. Cal tenir en compte que l'eliminació del màxim nombre d'ovíparas és fonamental per disminuir la densitat poblacional d'ous hivernants i de fundadores ja que pocs individus són capaços de convertir-se en plaga. Per tant, l'ajust del moment d'aplicació de les piretrines a tardor és clau per garantir el control del pugó gris.

El seguiment en camp dels estadis ninfals de les ovíparas requereix temps i entrenament ja que a la densitat poblacional és baixa, i al no provocar danys ni a fulles ni brots cal augmentar la mida mostral per tal de trobar un número suficient d'individus. Per aquest motiu, disposar d'un model predictiu del desenvolupament fenològic de les ovíparas facilitaria el control del pugó gris a la tardor.

5. Mètodes d'aclarida en producció ecològica

Després de la protecció fitosanitària, un dels reptes que planteja la producció ecològica de pomes és l'aclarida. En producció convencional i integrada s'utilitzen reguladors de

creixement per provocar l'abscisió del fruits, però en agricultura ecològica aquests productes no estan permesos i cal buscar altres alternatives.

L'aclarida en agricultura ecològica es pot realitzar per tres vies (manual, mecànica i química mitjançant productes permesos per la normativa de producció ecològica) i pot anar dirigida a gemmes, flors o fruits. Amb l'aclarida manual es poden eliminar tant gemmes florals, flors i fruits però incrementa els costos de producció ja que requereix un elevat nombre d'hores (Lind *et al.*, 2003; Weibel i Häseli, 2003). L'aclarida mecànica té com a objectiu eliminar part de les gemmes florals tot i que també treu gemmes vegetatives perquè l'aparell no distingeix les unes de les altres (Weibel i Häseli, 2003). El temps necessari per a l'aclarida mecànica és menor que en la manual, però el sistema de formació dels arbres ha de ser pla per tal que l'aparell pugui arribar a les diferents parts de l'arbre (Lind *et al.*, 2003). L'òrgan diana de l'aclarida química en producció ecològica són les flors ja que no es coneix cap producte autoritzat en producció ecològica capaç de provocar l'abscisió de gemmes florals i fruits. A diferència de l'aclarida mecànica, el sistema de formació dels arbres no és una limitació ja que l'aplicació de l'aclaridor és anàloga a la dels tractaments fitosanitaris. A la literatura s'ha descrit l'efecte de varis productes que aplicats a floració contribueixen a la regulació de la càrrega de les pomeres (McArtney *et al.*, 2000; Ju *et al.*, 2001; Warlop i Libourel, 2002; Guak *et al.*, 2004; Stopar, 2004; Weibel *et al.*, 2004; Basak, 2006). Els resultats descrits per un mateix producte no sempre coincideixen perquè l'eficàcia dels aclaridors es pot veure influenciada per la varietat, el moment d'aplicació i les condicions meteorològiques, entre altres (Dennis, 2000). A més a més, cap d'aquests productes ha estat provat en les nostres condicions i donada la importància de l'aclarida es va dissenyar un assaig per avaluar l'eficàcia d'un grup de productes aplicats a floració per a la regulació de la càrrega en pomera.

Del conjunt dels 10 productes avaluats, 5 (sabó potàssic, oli d'oliva, oli de panís, polisulfur de calci i permanganat potàssic) van provocar, en alguns anys, aclarida en 'Red Chief' i/o 'Golden Smoothee[®]'. Els dos olis vegetals van ser provats en 'Red Chief' i donat que van proporcionar nivells d'aclarida similars es va preferir l'oli d'oliva pel fet de ser un producte local a l'abast de qualsevol productor. El sabó potàssic i l'oli d'oliva també es van assajar en 'Golden Smoothee[®]' però van provocar *russeting* fet que desaconsella el seu ús en producció de pomes per a consum en fresc.

Així doncs, del conjunt de productes inicials, només el permanganat potàssic i el polisulfur de calci poden tenir utilitat en l'aclarida de pomeres. Tanmateix, l'efecte aclaridor d'aquests dos productes no s'ha observat tots els anys, fet que suggereix que cal ajustar tant el moment d'aplicació com el nombre d'aplicacions.

6. Consideracions finals

El treball realitzat en aquesta tesi ha tingut com a objectiu general incrementar el coneixement en alguns dels aspectes relacionats amb la producció de pomeres en agricultura ecològica. S'ha avaluat material vegetal, infraestructures ecològiques, mètodes de control del pugó gris i productes per a l'aclarida de pomeres.

Del conjunt de les 8 varietats resistents a motejat s'han identificat les més productives, les millor acceptades pels consumidors, les menys sensibles a cendrosa i s'ha descrit per primer cop la baixa susceptibilitat de 'Juliet[®]' al pugó gris. Els resultats obtinguts han donat resposta als objectius plantejats i a la vegada han suggerit noves línies de treball com l'estudi del potencial de conservació d'aquestes varietats o aprofundir en la naturalesa de la baixa susceptibilitat de 'Juliet[®]' al pugó gris.

S'han avaluat infraestructures ecològiques des de dues vessants: agronòmica i fitosanitària. S'ha aportat informació sobre aspectes poc estudiats com les relacions de competència entre la coberta vegetal present al carrer i els arbres. A més a més, les dificultats d'implantació de les cobertes sembrades i la poca promoció de la fauna auxiliar a les pomeres posen en dubte la idoneïtat de les espècies escollides. Així, són necessaris estudis de prospecció per tal d'identificar espècies adaptades a les nostres condicions climàtiques i que a la vegada siguin capaces d'incrementar la fauna auxiliar i el control biològic.

L'estudi de la dinàmica poblacional del pugó gris de la pomera a la tardor dut a terme en aquesta tesi és, probablement, dels primers realitzats a Espanya. A nivell mundial, la darrera revisió de la qual es té coneixement es va realitzar a França als anys 50 (Bonnemaison, 1959), i fins ara no s'han construït models de predicció de l'arribada de les formes emigrants ni del desenvolupament fenològic de les ovíparas. Els resultats

obtinguts en aquesta tesi suggereixen que és possible elaborar aquests models els quals serien d'utilitat en les estratègies de control del pugó gris de la pomera a la tardor.

El darrer capítol d'aquesta tesi tracta de l'aclarida en producció ecològica de pomes. Al finalitzar els assajos s'ha assolit l'objectiu fixat i s'han identificat 2 productes que podran ser d'utilitat en l'aclarida de flors de pomeres. El treball d'experimentació que cal fer a partir d'ara ha de consistir en posar a punt el protocol d'aplicació d'aquests productes per tal d'aconseguir regular la càrrega de les pomeres de manera fiable i segura.

Els resultats obtinguts en aquest tesi han donat resposta als objectius fixats a la vegada que en plantegen de nous. Amb la recent aprovació del Pla Estratègic per a l'Alimentació i l'Agricultura Ecològiques a Catalunya per al període 2008-2012, dotat amb més de 36 milions d'euros, s'obren noves vies de finançament que podran ser d'utilitat per a l'assoliment d'aquests nous objectius.

7. Bibliografia

Baker, A.C. i Turner, W.F. 1916. Rosy Apple Aphis. *Journal of Agriculture Research*, 7(7): 321-342.

Basak, A. 2006. Efficacy of natural compounds used for thinning in organic apple orchards. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14: 47-58.

Bassi, G. i Pellegrino, S. 2001. Cultivar di melo resistenti alla ticchiolatura. *L'Informatore Agrario*, 57(38): 69-76.

Berra, L.; Donati, F.; Guerra, W.; Bergamaschi, M. i Sansavini, S. 2007. Melo. *Terra e vita*, 26: 34-41.

Blažek, J. 2004. Response to diseases in new apple cultivars from the Czech Republic. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 12: 241-250.

Boller, E.F.; Häni, F. i Poehling, H.M. 2004. Ecological infrastructures: ideabook on functional biodiversity at the farm level. *Landwirtschaftliche Beratungszentrale Lindau (LBL)*. Lindau, pp. 212

Bonnemaison, L. 1959. Le puceron cendré du pommier (*Dysaphis plantaginea* Pass.). Morphologie et Biologie. Méthodes de lutte. Annales de l'INRA. Série C. Annales des Épiphyties, 3: 257-320.

Bosch, D.; Burballa, A.; Sarasúa, M.J. i Avilla, J. 1998. Control de carpocapsa (*Cydia pomonella*) mediante confusión sexual y fenoxicarb. Fruticultura profesional, 99: 52-62.

Brown, M.W. i 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.

Burgel, K.; Daniel, C. i Wyss, E. 2005. Effects of autumn kaolin treatments on the rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* (Pass.) and possible modes of action. Journal of Applied Entomology, 129(6): 311-314.

CEE. 1991. Reglament (CEE) 2092/91 del Consell, de 24 de juny de 1991 sobre producció agrícola ecològica i la seva indicació en els productes agraris i alimentaris. Diari Oficial de la Comunitat Europea núm. 198, pp. 0001-0015.

Corroyer, N. 2002. Le choix des variétés de pommes en agriculture biologique. Alter Agri, 52: 11-13.

Cross, J.V.; Cubison, S.; Harris, A. i Harrington, R. 2007. Autumn control of rosy apple aphid, *Dysaphis plantaginea* (Passerini), with aphicides. Crop Protection, 26(8): 1140-1149.

Dennis, F.G., Jr. 2000. The history of fruit thinning. Plant Growth Regulation, 31(1/2): 1-16.

Dennis, F.J. 2003. Flowering, Pollination and Fruit Set and Development. A: Apples. Botany, Production and Uses. Eds. D.C. Ferree i I.J. Warrington. CAB International. Wallingford, pp. 153-166

Fitzgerald, J.; Cross, J.; Berrie, A. i Cubison, S. 2008. An assessment of apple varieties for their suitability in organic production systems. 13th International Conference on

Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing, pp. 213-215

Fitzgerald, J.D. i Solomon, M.G. 2004. Can flowering plants enhance numbers of beneficial arthropods in UK apple and pear orchards? *Biocontrol Science and Technology*, 14(3): 291-300.

García de Otazo, J.; Sió, J.; Torà, R. i Torà, M. 1992. Peral. Control integrado de plagas y enfermedades. *Agro Latino*. Barcelona, pp. 311

Guak, S.; Beulah, M. i Looney, N.E. 2004. Thinning of Fuji and Gala apple with lime sulphur and other chemicals. *Acta Horticulturae*, 636: 339-346.

Harrington, K.C.; Hartley, M.J.; Rahman, A. i James, T.K. 2005. Long term ground cover options for apple orchards. *New Zealand Plant Protection*, 58: 164-168.

Hartley, M.J. 1988. Weed control improves the growth and yield of young fruit trees. *Proceedings of the New Zealand Weed and Pest Control Conference*, 41: 258-261.

Hipps, N.A.; Davies, M.J. i Johnson, D.S. 2004. Effects of different ground vegetation management systems on soil quality, growth and fruit quality of culinary apple trees. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 79(4): 610-618.

Hoagland, L.; Carpenter-Boggs, L.; Granatstein, D.; Mazzola, M.; Smith, J.; Peryea, F. i Reganold, J.P. 2008. Orchard floor management effects on nitrogen fertility and soil biological activity in a newly established organic apple orchard. *Biology and Fertility of Soils*, 45(1): 11-18.

Hucbourg, B.; Montagnon, J. i Severac, G. 2002. Les nouvelles variétés de pommes résistantes tavelure. *Objective Info Arbo*. Dossier technique 2002. pp. 11-14.

Iglesias, I. i Carbó, J. 2002. Variedades de manzana: situación actual i perspectivas. *Fruticultura profesional*, 128: 34-55.

Iglesias, I.; Carbó, J.; Bonany, J.; Dalmau, R.; Guanter, G.; Montserrat, R.; Moreno, A. i Pagès, J.M. 2000. Pomera. Les varietats de més interès. Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries. Lleida, pp. 238

Ju, Z.; Duan, Y.; Ju, Z. i Guo, A. 2001. Corn oil emulsion for early bloom thinning of trees of 'Delicious' apple, 'Feng Huang' peach, and 'Bing' cherry. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 76(3): 327-331.

Korban, S.S.; Goffreda, J.C. i Janick, J. 2003. 'Co-op 43' (JulietTM) apple. *Hortscience*, 38(1): 144-145.

Lakso, A.N. 2003. Water Relations of Apples. A: Apples. Botany, Production and Uses. Eds. D.C. Ferree i I.J. Warrington. CAB International. Wallingford, pp. 167-194

Lathrop, F.H. 1928. The biology of apple aphids. *The Ohio Journal of Science*, 28(4): 177-204.

Lind, K.; Lafer, G.; Schloffer, K.; Innerhofer, G. i Meiser, H. 2003. Organic Fruit Growing. CABI Publishing. Wallingford, pp. 281

Mathews, C.R.; Bottrell, D.G. i Brown, M.W. 2002. A comparison of conventional and alternative understory management practices for apple production: multi-trophic effects. *Applied Soil Ecology*, 21(3): 221-231.

McArtney, S.; Campbell, J.; Foote, K. i Stiefel, H. 2000. Thinning options for organic apple production. *The orchardist of New Zealand*, 73(9): 32-34.

Miñarro, M. i Dapena, E. 2007. Resistance of apple cultivars to *Dysaphis plantaginea* (Hemiptera : Aphididae): Role of tree phenology in infestation avoidance. *Environmental Entomology*, 36: 1206-1211.

Neilsen, G.H. i Neilsen, D. 2003. Nutritional Requirements of Apple. A: Apples. Botany, Production and Uses. Eds. D.C. Ferree i I.J. Warrington. CAB International. Wallingford, pp. 267-302

Norris, R.F. i Kogan, M. 2005. Ecology of interactions between weeds and arthropods. *Annual Review of Entomology*, 50: 479-503.

Pellegrino, S. i Palara, U. 2001. La scelta varietale, le cultivar più innovative a disposizione del melicoltore. *suppl. terra e vita*, 47: 7-19.

Porta, J.; López-Acevedo, M. i Roquero, C. 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, pp. 807

Saavedra, M.M. i Pastor, M. 2002. Sistemas de cultivo en olivar: manejo de malas hierbas y herbicidas. Editorial Agrícola Española, S.A. Madrid, pp. 429

Sansavini, S.; Donati, F.; Costa, F. i Tartarini, S. 2004. Advances in apple breeding for enhanced fruit quality and resistance to biotic stresses: new varieties for the european market. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 12: 13-52.

Sansavini, S.; Pellegrino, S. i Stainer, R. 2003. Alle porte una nuova rivoluzione genetica? *Frutticoltura*, 65(12): 20-30.

Sansdrap, A.; Lateur, M.; Vercammen, J. i Warnier, O. 2001. Varietes de pommes pour la production biologique. *Fruit Belge*, 69(494): 191-193.

Stopar, M. 2004. Thinning of flowers/fruitlets in organic apple production. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 12: 77-83.

Vogt, H. i Weigel, A. 1999. Is it possible to enhance the biological control of aphids in an apple orchard with flowering strips? *Bulletin OILB/SROP*, 22(7): 39-46.

Warlop, F. i Libourel, G. 2002. Regulation de la charge du pommier en agriculture biologique: quelques éclairciss...ements. *Le Fruit Belge*, 496: 51-54.

Weibel, F.; Chevillat, V. i Tschabold, J.L. 2004. Nouvelles perspectives pour l'éclaircissage floral en culture biologique du pommier. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture*, 36(5): 281-286.

Weibel, F. i Häseli, A. 2003. Organic Apple Production - with Emphasis on European Experiences. A: Apples. Botany, Production and Uses. Eds. D.C. Ferree i I.J. Warrington. CAB International. Wallingford, pp. 551-583

Weibel, F.; Suter, F.; Tschabold, J.L.; Häseli, A. i Thommen, A. 2007. Pommes et poires: choisir les variétés et commander les arbres maintenant. Bioactualités. Le magazine du mouvement bio, 6: 10-13.

Willer, H. i Yussefi, M. 2007. The World Of Organic Agriculture. Statistics and Emergings Trends 2007. IFOAM & FiBL. Rolandsecker, pp. 251

Wyss, E. 1999. Enhancement and release of predaceous arthropods to control aphids in organic apple orchards. Bulletin OILB/SROP, 22(7): 47-51.

Wyss, E. i Daniel, C. 2004. Effects of autumn kaolin and pyrethrin treatments on the spring population of *Dysaphis plantaginea* in apple orchards. Journal of Applied Entomology, 128(2): 147-149.

Zambujo, C. 2003. La gamme variétale se précise à La Pugère. L'Arboriculture Fruitière, 567: 37-38.

Zimdahl, R.L. 1993. Fundamentals of weed science. Academic Press. San Diego, pp. 450

8. Conclusions generals

Conclusions generals

Les conclusions generals que s'han obtingut en aquesta tesi són:

Del conjunt de les varietats resistents o tolerants a motejat assajades, 'Condessa' i 'Dalinred^{COV}' destaquen per la seva productivitat; 'Condessa', 'Ariane^{COV}', 'Juliet[®]' i 'Topaz^{COV}', per la poca susceptibilitat a cendrosa; 'Juliet[®]', per la baixa susceptibilitat a pugó gris; i Ariane^{COV}', 'Dalinred^{COV}', 'Goldrush^{COV}' i 'Modi[®]', pel seu grau d'acceptació per part dels consumidors. Tanmateix, cap d'aquestes varietats té a la vegada una elevada productivitat, poca sensibilitat a cendrosa i pugó gris i bona acceptació per part dels consumidors.

La presència de cobertes vegetals al carrer ha disminuït el creixement en arbres de 2 anys, mentre que les cobertes presents en arbres de 3 anys no el van afectar. No s'han trobat diferències productives en els arbres amb presència de flora espontània, de *Festuca arundinacea* Schreber i *Trifolium repens* L. a les cobertes ni per la freqüència del control mecànic de la flora espontània present a les cobertes.

Les cobertes vegetals assajades no van incidir en la presència de plagues ni enemics naturals als arbres a excepció del pugó verd. La presència de vegetació al carrer va disminuir significativament les poblacions de pugó verd al 2004 probablement degut al menor creixement dels arbres amb coberta respecte el sòl desherbat.

Les primeres formes emigrants del pugó gris arriben a les pomeres durant la segona setmana d'octubre i les ovíparas es detecten 3 setmanes després. Les poblacions d'emigrants de pugó gris no s'han vist afectades per la temperatura, fet que suggereix que la producció de sexúparas i de mascles està més relacionada amb factors fixos com el fotoperíode que amb factors variables com la temperatura o la pluviometria. En canvi, l'abundància d'ovíparas està directament relacionada amb la temperatura acumulada durant el període de presència.

Dels tractaments aplicats a tardor amb l'objectiu d'evitar el reconeixement de les pomeres per part de les formes emigrants de pugó gris (defoliació, aplicacions d'extracte d'all i caolí), només la defoliació ha impedit la colonització de tardor i ha

controlat la plaga durant la primavera següent. Aplicacions de caolí i sabó potàssic durant el període de presència d'ovíparees han disminuït la densitat poblacional d'aquestes i el número de fundadores a primavera. Tanmateix, aquesta reducció no ha estat suficient com per controlar satisfactòriament la plaga durant la primavera.

El control del pugó gris de la pomera pot realitzar-se mitjançant aplicacions de piretrines a la tardor. Aquest producte ha resultat eficaç quan s'ha aplicat a principis, mitjans i finals del període de presència d'ovíparees a l'arbre. El moment d'aplicació de les piretrines és clau i disposar d'un model predictiu del desenvolupament fenològic de les ovíparees facilitaria la presa de decisions.

Del conjunt de productes aplicats a floració per a la regulació de la càrrega els que han mostrat efecte d'aclarida són el sabó potàssic, l'oli d'oliva, l'oli de panís, el polisulfur de calci i el permanganat potàssic. El sabó potàssic i l'oli d'oliva han provocat *russeting* en 'Golden Smoothie[®]' fet que desaconsella el seu ús en producció de pomes per a consum en fresc. El permanganat potàssic i el polisulfur de calci poden tenir utilitat en l'aclarida de pomeres però cal posar a punt el seu protocol d'aplicació.