
Mollerussa, 19-20 octubre 2022

XXVII JORNADA FRUCTÍCOLA



IRTA^R

Institut
de Recerca i Tecnologia
Agroalimentàries



Diputació de Lleida



Generalitat de Catalunya
**Departament d'Acció Climàtica,
Alimentació i Agenda Rural**

Amb el suport de



Patrocinadors



Patrocinadors



ÍNDEX

Pàgina

Agricultura regenerativa: t'ho expliquem. <i>Sra. Georgina Alins, programa Fructicultura IRTA.</i>	9
<i>Rhizopus</i> spp.: un altre fong emergent que afecta la fruita de pinyol. Què en sabem? <i>Sra. Carla Casals, programa Postcollita IRTA</i>	15
La gestió de l'alternariosi de la pomera, un cas d'èxit? <i>Sr. Jordi Cabrefiga, programa Protecció vegetal sostenible IRTA</i>	21
Varietats de poma. En tenim alguna que toleri un any com aquest? <i>Srs. Joaquim Carbó i Jaume Lordan, programa Fructicultura IRTA</i>	32
Com augmentar el rendiment de recol·lecció (projecte RECFRUIT) <i>Sr. Estanis Torres, programa Fructicultura IRTA</i>	45
Varietats de préssec i nectarina (agost-setembre): producció i qualitat del fruit <i>Sra. Gemma Reig, programa Fructicultura IRTA</i>	55
Nous sistemes de formació en pomera, més densitat amb menys arbres <i>Sr. Jaume Lordan, programa Fructicultura IRTA</i>	68
Es pot produir fruita sota panells fotovoltaics? <i>Sr. Luis Asín, programa Fructicultura IRTA</i>	78
Lluita química contra les gelades <i>Sr. Estanis Torres, programa Fructicultura IRTA</i>	88
Sistemes de protecció contra gelades <i>Sr. Miquel Peris, programa Fructicultura IRTA</i>	99
Han funcionat correctament el sistemes d'aspersió aquesta primavera? <i>Sr. Carlos Faro, programa Fructicultura IRTA</i>	112
Raons per les quals els sistemes de reg per aspersió poden fallar <i>Sr. José Paulo de Melo e Abreu, Universitat Lisboa</i>	118

XXVII JORNADA FRUCTÍCOLA DE MOLLERUSSA

19-20 octubre 2022

Dies

19 octubre (català)
20 octubre (castellà)

Lloc

Finca IRTA Mollerussa
Ctra. de Mollerussa a
Torregrossa, km 3
25230 Mollerussa

Inscripcions

La jornada és gratuïta però és necessari inscriure's prèviament en aquest enllaç:

Enllaç inscripcions

Emissió en directe

Connecta't al compte de l'IRTA a YouTube (irtacat) per seguir les xerrades.

La ponència sobre el projecte demostratiu RECFRUIT, 'Millora de rendiment de recol·lecció de fruita', està finançada a través de l'Operació 01.02.01 de Transferència Tecnològica del Programa de Desenvolupament Rural de Catalunya 2014-2020.

Per a més informació

Montse Palau
montserrat.palau@irta.cat

PROGRAMA

- 9.25 h **Benvinguda**
- 9.30 h **Agricultura regenerativa: t'ho expliquem.** 
Sra. Georgina Alins, programa Fructicultura IRTA.
- 9.45 h **Rhizopus spp.: un altre fong emergent que afecta la fruita de pinyol. Què en sabem?**
Sra. Carla Casals, programa Postcollita IRTA.
- 10.05 h **La gestió de l'alternariosi de la pomera, un cas d'èxit?**
Sr. Jordi Cabrefiga, programa Protecció vegetal sostenible IRTA.
- 10.25 h **Varietats de poma. En tenim alguna que toleri un any com aquest?**
Srs. Joaquim Carbó i Jaume Lordan, programa Fructicultura IRTA.
- 10.45 h **Pausa cafè**
- 11.30 h **Com augmentar el rendiment de recol·lecció (projecte RECFRUIT)** 
Sr. Estanis Torres, programa Fructicultura IRTA.
- 11.50 h **Varietats de préssec i nectarina (agost-setembre): producció i qualitat del fruit** 
Sra. Gemma Reig, programa Fructicultura IRTA.
- 12.20 h **Nous sistemes de formació en pomera, més densitat amb menys arbres**
Sr. Jaume Lordan, programa Fructicultura IRTA.
- 12.40 h **Es pot produir fruita sota panells fotovoltaics?** 
Sr. Luis Asín, programa Fructicultura IRTA.
- 13.00 h **Dinar**
- 15.30 h **Estacions de camp**
I si no podem aplicar herbicides? Control mecànic de la coberta vegetal sota els arbres
Sr. Carlos Faro, programa Fructicultura IRTA.
Demostració d'aplicació de fitosanitaris amb drons en fruiters 
Sr. Luis Asín, programa Fructicultura IRTA.
Gestió de residus de fitosanitaris. Sistema Heliosec 
Srs. Miquel Peris, programa Fructicultura IRTA i Antonio Vera, Syngenta.
- 16.30 h **Visita lliure a estands**
- Gelades primaverals: ens estem protegint bé?**
- 17.00 h **Lluita química contra les gelades** 
Sr. Estanis Torres, programa Fructicultura IRTA.
- 17.15 h **Sistemes de protecció contra gelades** 
Sr. Miquel Peris, programa Fructicultura IRTA.
- 17.30 h **Han funcionat correctament el sistemes d'aspersió aquesta primavera?** Sr. Carlos Faro, programa Fructicultura IRTA.
- 17.45 h **Raons per les quals els sistemes de reg per aspersió poden fallar** 
Sr. José Paulo de Melo e Abreu, Universitat Lisboa
- 18.15 h **Fi de la jornada**

Organitza



Col·labora

Generalitat de Catalunya
Departament d'Acció Climàtica,
Alimentació i Agenda Rural



Diputació de Lleida

Generalitat de Catalunya
Departament d'Acció Climàtica,
Alimentació i Agenda Rural

Esponsoritza



Patrocina



SUMITOMO CHEMICAL
KENOGARD

PLA ANUAL 2022
DE TRANSFERÈNCIA TECNOLÒGICA

20
31/19

220322 / 5,00

PROGRAMA DEMOSTRACIONS DE CAMP 19-20 octubre

10.00 h

SEMIOS: Digitalització de la parcel·la per a una agricultura de precisió

Coneixerem de primera mà la informació que ens proporcionen els equips i els avantatges que tenen les noves tecnologies de camp. Informació precisa per a una agricultura de precisió, trapes de monitoratge amb càmera, la nova era de la confusió sexual i molt més



10.20 h

NOVAFRUT - NOVA FRUTICULTURA, SL: Nous sistemes per fixar la xarxa antipedregada i les xarxes antiinsectes en les instal·lacions

Diferències i avantatges dels diferents sistemes antipedregada que Novafrut instal·la. Novetats en materials per l'emparrat dels fruiters: protectors, fil de lligar i altres.



10.40 h

COMPO EXPERT SPAIN: Aplicació Invelop® White Protect a camp

L'aplicació d'Invelop® White Protect permetrà una doble acció de defensa en la planta. Per una banda, protegirà dels atacs d'insectes de manera preventiva i actuarà de barrera solar. I per altra banda, en barrejar el producte amb un fitosanitari, en millorarem l'aplicació amplificant els efectes.



11.00 h

MOTOR TÀRREGA: Nova gamma de tractors New Holland

Nova generació de tractors New Holland. Cabina plana d'avantguarda, nous motors més eficients, i la màxima equipació per a qualsevol tipus d'aplicació.



11.20 h

CONTROL HELADAS: Sistema de control de gelades amb baixa aplicació d'aigua en funcionament

Veureu el sistema de control de gelades amb baixa aplicació d'aigua.



11.40 h

FAMA: Descripció i demostració d'esporga mecànica en mur fruiter amb la podadora de FAMA Mod. CKP

Màquina podadora de mur fruiter, model CKP de ganivetes amb comandament hidràulic per a adaptar el tall lateral, *topping* i baixos de cada filera.



12:00h

UPL: Pixofarm. Monitoratge digital i optimització de collita

Incorporem al nostre porfoli de solucions digitals l'app Pixofarm amb la que agricultors, tècnics i associacions podran, de manera simple i econòmica, realitzar un monitoratge precís del cultiu optimitzant així els recursos necessaris a camp, logística i venda. Descobreixi el poder de tenir a la seva mà la distribució acurada de calibres, quantitat i previsió de collita.



Organitza

IRTA

Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries

Col·labora

Generalitat de Catalunya
Departament d'Acció Climàtica,
Alimentació i Agenda Rural



Diputació de Lleida

Generalitat de Catalunya
Departament d'Acció Climàtica,
Alimentació i Agenda Rural

Eponsoritza



Patrocina



SUMITOMO CHEMICAL
KENOGARD

PLA ANUAL 2022
DE TRANSFERÈNCIA TECNOLÒGICA

20
5175

220322 / 5,00



Agbar

AGRICULTURA RENTABLE Y SOSTENIBLE

SOLUCIONES INTEGRALES HECUS™
High Efficiency Cultivation System

Para cultivos de alto valor que maximizan
la rentabilidad y competitividad de una forma segura
y sostenible con el medioambiente

957 115 207 | agricultura@agbar.es | agbaragriculture.com



Agricultura regenerativa: t'ho expliquem

Georgina Alins i Glòria Àvila, IRTA - Programa Fructicultura

Introducció

L'agricultura és una activitat humana que va aparèixer de forma més o menys simultània en diferents llocs del planeta fa uns 10.000 anys per donar resposta a un dels grans reptes al qual s'enfronta la humanitat: la supervivència. A més, la seva aparició va comportar tota una sèrie de canvis dràstics que van anar més enllà de l'abastiment regular d'aliments: va permetre la proliferació d'assentaments estables i per tant de pobles i ciutats, els seus excedents van fer possible l'aparició del comerç, va transformar el paisatge allà on era present i en conseqüència, les zones de cultiu van experimentar canvis en la biodiversitat i el sòl, entre altres.

Tots aquests efectes es van anar fent més notables en la mesura que la tecnologia anava avançant i les necessitats de proveir aliments per a població mundial incrementaven. La Revolució Verda (anys 60 del segle XX), que va permetre incrementar notablement les collites, va conduir també a un paradigma productiu que excedia els límits planetaris i per tant el feia insostenible. Així doncs, actualment ens afrontem a un repte doble: garantir la supervivència humana i la del planeta.

Des de finals del segle XX prenen força diferents moviments tant a nivell científic, tècnic i social per donar resposta a aquesta doble demanda: agricultura ecològica, agricultura integrada, agroecologia, agricultura intel·ligent, intensificació sostenible, agricultura regenerativa, etc. D'aquestes aproximacions, probablement l'agricultura regenerativa és la menys coneguda i l'única que situa el sòl com a eix vertebrador de la sostenibilitat econòmica, ambiental i social de l'activitat agrària.

T'ho expliquem

Un dels trets que diferencia l'agricultura regenerativa de la resta d'"agricultures alternatives" és la manca d'una definició consensuada (Schreefel et al., 2020; Giller et al., 2021). Així com hi ha un acord sobre el que s'entén en relació a l'agricultura ecològica, la integrada o l'agroecologia, el qual es veu reflectit a través de diferents tipus de publicacions (llibres blancs, articles científics, normatives legals, etc.), no hi ha un marc conceptual únic en el cas de l'agricultura regenerativa. De fet, des dels seus inicis als anys 80 del segle XX, la definició d'agricultura regenerativa es troba en constant evolució originant, fins i tot, diferents paradigmes productius. No obstant, a partir de les darreres revisions bibliogràfiques (Merfield, 2019; Newton et al., 2020; Schreefel et al., 2020; Giller et al., 2021; O'Donoghue et al., 2022) es poden trobar punts en comú pel que fa als seus objectius i pràctiques agronòmiques.

Objectius

Els objectius que caracteritzen l'agricultura regenerativa giren al voltant del sòl i la biodiversitat:

- restaurar les propietats físiques, químiques i biològiques del sòl (salut del sòl)
- incrementar el segrest de carboni
- recuperar la biodiversitat

No obstant, cal tenir present que l'agricultura regenerativa pretén reparar el dany que ha provocat la pràctica de l'agricultura convencional a l'ecosistema i per tant, caldrà analitzar la situació particular de cada explotació per detectar quin o quins aspectes concrets cal regenerar o fins i tot millorar (Font i Madeo, 2022). Un dels exemples més emblemàtics el trobem en els cultius extensius on el llaurat

excessiu i l'absència d'una cobertura vegetal permanent han provocat una degradació greu de les propietats del sòl. En aquest context, la incorporació de la sembra directa en la gestió de les explotacions de cultius extensius ha suposat un pas important en l'assoliment dels objectius anteriorment esmentats (Domingo i González, 2019).

En canvi, en cultius fructícoles pot costar identificar què cal regenerar. Per exemple: una finca de fruiters en regadiu amb un sòl no compactat i sense problemes d'entollament, on es piquen les restes d'esporta i per tant es minimitza l'exportació de nutrients i matèria orgànica, que té una cobertura vegetal permanent al centre del carrer que protegeix el sòl contra l'erosió, que per tal de minimitzar l'aplicació de fitosanitaris s'utilitzen models predictius, llistats econòmics de tractaments i s'empra feromones i/o atraients per al control de plagues, i que fertilitza de manera orgànica. En aquest cas caldrà posar èmfasi en la millora del conjunt de pràctiques agrícoles per fer-les encara més sostenibles i resilient i amb capacitat de restaurar la salut i qualitat del sòl i potenciar la biodiversitat.

Pràctiques en fruiters

Un cop estan clarament identificats els objectius, és a dir, quins aspectes s'han de regenerar i/o quins millorar, és el moment de decidir quines són les pràctiques agrícoles que cal implementar. Cal mencionar que l'agricultura regenerativa posa l'èmfasi en els resultats que es pretenen aconseguir (outcomes) enlloc de les eines utilitzades (inputs). En canvi, altres sistemes de producció alternatius, com l'agricultura ecològica o l'agricultura integrada, es defineixen, almenys en part, a través d'un llistat de productes permesos (inputs).

Per tant, aquests són sistemes de producció acotats per una normativa, que des del punt de vista executiu és pràctic, però per contra, aquesta normativa pot esdevenir un limitant tècnic i/o econòmic. En canvi, en agricultura regenerativa això no succeeix i en conseqüència és una agricultura que posa la tecnologia i el coneixement al servei dels objectius. Per exemple, en cas de tenir un sòl molt compactat

es podria pensar en realitzar treballs del sòl en profunditat encara que una de les pràctiques que caracteritza l'agricultura regenerativa és la reducció del llaurat del sòl (Taula 1).

Pel que fa al conjunt de pràctiques agrícoles que diversos autors associen a l'agricultura regenerativa i que són aplicables en fruiters, podem distingir aquelles que ja són una pràctica habitual (és important posar en valor les aportacions positives que els professionals de l'agricultura estan realitzant) d'aquelles que encara no ho són (Taula 1).

Per exemple, la presència d'una coberta vegetal al carrer dels arbres és una pràctica habitual en fruiters la qual té múltiples beneficis: protegeix el sòl de l'erosió causada per la pluja i el vent, afavoreix la infiltració de l'aigua al sòl, permet una entrada més ràpida de la maquinària després de pluges, i si és diversa des del punt de vista botànic, explora diferents profunditats del sòl i per tant és més eficient en la prevenció de la compactació i mobilització de nutrients, i ofereix hàbitat i recursos alimentaris a un ventall més ampli de fauna auxiliar.

En canvi, no és freqüent que aquesta cobertura estigui sota la fila dels arbres ja que s'acostuma a aplicar herbicida a aquesta zona. Atès que una de les pràctiques agrícoles en agricultura regenerativa consisteix en minimitzar l'ús de productes de síntesi, implementar alternatives als herbicides podria convertir-se en una pràctica habitual. Per exemple, es podria gestionar la cobertura vegetal de sota la fila dels arbres amb un mínim treball del sòl, mitjançant control mecànic de la capa herbosa o fins i tot amb la implementació de cobertes vegetals poc competitives amb el cultiu (Vilardell et al., 2019; Àvila et al., 2022).

Tal i com s'ha comentat anteriorment, no hi ha una definició consensuada sobre què és l'agricultura regenerativa i què la caracteritza. En aquest sentit, es podria dir que un dels punts on hi ha menys consens és el que fa referència a l'aplicació de productes fitosanitaris. Algunes corrents entenen que els productes fitosanitaris (tant els de síntesi química com els d'origen natural) no formen part de l'agricultura regenerativa (Rhodes, 2017), altres consideren que la gestió fitosanitària

Taula 1. Relació de pràctiques a escala de finca i de paisatge suggerides per la literatura per assolir els objectius de l'agricultura regenerativa (taula elaborada a partir d'EASAC (2022)). 'x': indica que hi ha consens, '(x)': indica que no hi ha consens.

Pràctica agrícola	Capacitat de fixació i segrest de carboni	Capacitat per incrementar la biodiversitat	Pràctica en fruiters
Conversió de terres cultivables en pastures	x	x	
Gestió de pastures (per capturar carboni)	x	x	
Bosc (pastures de bosc; silvo-pastura)	x	x	
Plantacions d'arbres autòctons en terres de conreu	x	(x)	
Agroforesteria	x	x	
Tanques vegetals, zones tampó amb espècies llenyoses, cultius llenyosos	x	x	x
Rotacions de cultius millorades	x		
Diversitat de cultius en rotacions	x	x	
Diversitat de cultius: conreus associats	x	(x)	x
Minimitzar el llaurat: reduït, mínim o no llaurat	x	x	x
Cultius de coberta	x		x
Retenció de residus de cultiu/Deixar residus de cultiu a la superfície del sòl	x		x
Esmenes orgàniques	x	(x)	x
Biochar	x		x
Cultius perennes	x		x
Evitar els insecticides, fungicides i herbicides	(x)	x	x
Vores de camp, etc. per a insectes beneficiosos (principalment pol·linitzadors i enemics naturals de les plagues)	(x)	x	x
Bandes florals (pol·linitzadors)		x	x
Bandes tampó (sovint obligades per motius ambientals/d'erosió)	(x)	(x)	x
Pastures temporals i guarets d'estiu en rotacions de cultius		x	
Hàbitats naturals i seminatural		x	x
Mosaics paisatgístics en l'espai i el temps	(x)	x	x
Canviar de patrons de paisatge de gran escala a petita escala, p. ex. reducció de la mida dels camps	(x)	x	x

en producció ecològica és compatible amb l'agricultura regenerativa (Moyer et al., 2020), i altres, no veuen cap inconvenient en l'aplicació de productes fitosanitaris sempre i quan no hi hagi una alternativa (EASAC, 2022). En canvi, en el que sí que hi ha un consens ampli és en el fet que l'explotació agrícola també ha de ser econòmicament sostenible. Per això, en el marc de l'agricultura regenerativa seria coherent posar una especial atenció en dissenyar explotacions i aplicar sistemes de maneig supressors de plagues i malalties.

Per exemple, seleccionar material vegetal resistent o poc sensible a plagues i malalties, utilitzar sistemes de formació que permetin un bon airejament de l'arbre per reduir la incidència de malalties, regular l'adobat i el reg per evitar un sobrecreixement de les colònies de pugons, incrementar la presència d'enemics naturals de les plagues mitjançant la instal·lació de bandes florals (a l'interior i als marges), tanques vegetals i refugis, selecció de pesticides poc tòxics, ús de semio-químics per a la gestió de certes plagues, entre altres.

Un dels altres punts claus en agricultura regenerativa és la gestió de la nutrició dels cultius atesa l'estreta interrelació amb la salut del sòl. De fet, en agricultura regenerativa no es fertilitzen les plantes sinó el sòl i és el sòl qui proveeix de nutrients el cultiu (Gràcia et al., 2021; Font i Madeo, 2022). En aquest paradigma productiu, el contingut de matèria orgànica del sòl, la riquesa en microorganismes (especialment aquells que estableixen relacions simbiòtiques amb els cultius) i la presència de plantes fixadores de nitrogen són elements clau a mantenir la fertilitat del sòl.

Amb tot, és inevitable que el sòl vagi perdent la capacitat d'oferir nutrients al cultiu perquè anualment, a través de la collita, tenen lloc exportacions de minerals. Per tant, caldrà retornar al sòl allò que se li ha extret. La pràctica convencional consisteix en l'aplicació de fertilitzants solubles que siguin fàcilment utilitzables per la planta, però tal i com s'ha mencionat en agricultura regenerativa cal fertilitzar el sòl i no la planta. D'aquesta manera, l'ús de compost i/o fertilitzants d'origen animal són pràctiques que contribueixen a assolir aquest objectiu.

Consideracions finals

L'agricultura regenerativa és un sistema alternatiu de producció que va més enllà d'una col·lecció de pràctiques agrícoles per protegir les propietats del sòl i afavorir la biodiversitat. És també un moviment social i posicionament filosòfic que pretén reparar el dany que ha ocasionat la pràctica de l'agricultura convencional. En funció del context, l'entrada en agricultura regenerativa suposarà un canvi radical en la manera de produir, mentre que en altres, implicarà una presa de consciència de les accions que ja es duen a terme per protegir el sòl i la biodiversitat. En qualsevol dels casos, l'agricultura regenerativa és una eina de reflexió per ajudar-nos a assolir el doble repte al qual hem de fer front: garantir la supervivència humana i la del planeta.

Agraïments

Aquest document ha estat elaborat gràcies al suport del projecte "Agricultura Regenerativa a Catalunya" finançat per la línia de Projectes de Fons Climàtic Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural de la Generalitat de Catalunya.

Bibliografia

Àvila, G.; Vilardell, P.; Carbó, J. i Alins, G. 2022. Gestión de la cubierta vegetal bajo la hilera de los árboles de manzano a partir de siembras o control mecánico. Revista de Fruticultura. (87): 90-95.

Domingo, F. i González, E. 2019. La importància de preservar el sòl agrícola. Extensius.cat. 44.

EASAC. 2022. Regenerative agriculture in Europe. A critical analysis of contributions to European Union Farm to Fork and Biodiversity Strategies.

Font, F. i Madeo, N. 2022. Agricultura regenerativa. El perquè, el com i el què Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

Giller, K. E.; Hijbeek, R.; Andersson, J. A. i Sumberg, J. 2021. Regenerative Agriculture: An agronomic perspective. Outlook on Agriculture. 50 (1): 13-25.

Gràcia, M.; Broncano, M. J. i Retana, J. 2021. Manual para el diseño e implementación de un modelo agroalimentario regenerativo: el sistema Polyfarming. CREAM, Barcelona.

Merfield, C. N. 2019. An Analysis and Overview of Regenerative Agriculture. Report number 2-2019.

Moyer, J.; Smith, A.; Rui, Y. i Hayden, J. 2020. Regenerative agriculture and the soil carbon solution. Rodale Institute,

Newton, P.; Civita, N.; Frankel-Goldwater, L.; Bartel, K. i Johns, C. 2020. What Is Regenerative Agriculture? A Review of Scholar and Practitioner Definitions Based on Processes and Outcomes. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 4: 577723.

O'Donoghue, T.; Minasny, B. i McBratney, A. 2022. Regenerative Agriculture and Its Potential to Improve Farmscape Function. *Sustainability*. 14 (10): 5815.

Rhodes, C. J. 2017. The Imperative for Regenerative Agriculture. *Science Progress*. 100 (1): 80-129.

Schreefel, L.; Schulte, R. P. O.; de Boer, I. J. M.; Schrijver, A. P. i van Zanten, H. H. E. 2020. Regenerative agriculture – the soil is the base. *Global Food Security*. 26: 100404.

Vilardell, P.; Àvila, G.; Cabrefiga, J.; Bonany, J.; Carbó, J. i Vilajeliu, M. 2019. Eines de gestió de la coberta vegetal a la línia de la plantació d'arbres de pomera.

codasal premium

tecnologia pionera en calci eficient

Solució que aporta calci durant tot el cicle de cultiu. Desplaça les sals del bulb humit reduint els problemes associats a l'estrès salí.



unibrot

cultiu uniforme,
cultiu productiu

Bioestimulant per uniformitzar la brotació.



osmoplant

l'aigua en equilibri

Osmolits i aminoàcids per a l'estrès hídric i altes temperatures.



kryoss

tolerància al fred

Bioestimulant per a la tolerància a les gelades.



Rhizopus spp.: un altre fong emergent que afecta la fruita de pinyol. Què en sabem?

Carla Casals, Rosario Torres, Francesca Montull, Neus Teixidó
IRTA - Programa postcollita

Resum

Estem davant d'un nou escenari pel que fa a la postcollita de fruita de pinyol, especialment, en algunes zones productores de Lleida i Extremadura. *Geotrichum* spp. i *Rhizopus* spp., considerats patògens secundaris fins fa uns anys, han incrementat la seva presència, atribuïble a diferents factors com les altes temperatures degudes al canvi climàtic, així com el maneig actual del cultiu, incloent-hi els productes fungicides que s'utilitzen.

Tenint en compte la problemàtica i preocupació que implica per al sector, el grup de Patologia juntament amb el Servei Tècnic, ambdós del Programa de Postcollita de l'IRTA, hem començat a dedicar esforços per conèixer en profunditat l'epidemiologia i ecofisiologia d'aquestes malalties, així com les possibles estratègies de control que podrien ser efectives. Per al cas de *Rhizopus* spp., s'ha executat un 'Grup Operatiu' finançat pels Fons Europeu Agrícola de Desenvolupament Rural i per les empreses del sector Agropecuària de Soses SCCL, Grup Cooperatiu Fruits de Ponent SCCL i SAT Fruita d'Alcarràs.

A més a més, s'ha comptat amb la participació activa dels tècnics d'aquestes empreses, que aporten el seu coneixement i experiència, el que constitueix una col·laboració idònia per a una eficiència màxima. En aquesta ponència de l'edició XXVII de la Jornada Fructícola de Mollerussa, explicarem els principals resultats obtinguts.

Introducció

Durant els últims anys s'han dedicat molts

esforços a estudiar l'epidemiologia de la podridura marró, causada per *Monilinia* spp., i a avaluar les estratègies de control i/o pràctiques culturals que minimitzin el risc d'infecció. De fet, en l'actualitat existeixen un nombre important de formulats químics registrats per a la seva aplicació en precollita, amb una elevada eficàcia per al control de *Monilinia* spp., i dues matèries actives autoritzades per al seu ús en postcollita (fludioxonil i pirimetanil), i així controlar i evitar la proliferació del patògen a l'etapa final de la comercialització. Tanmateix, l'existència de formulats químics per al control d'altres patògens que afecten la fruita de pinyol en postcollita és molt reduïda o nul·la.

Rhizopus spp., és un patògen que al llarg de les publicacions que existeixen en l'àmbit internacional, es classifica com un dels principals patògens que afecten en postcollita de fruita de pinyol, junt amb *Monilinia* spp.¹⁻⁴ Taheri i col. (2018)⁵ van indicar que es tracta d'una malaltia impredecible i que pot ocasionar pèrdues importants, afectant enviaments i exportacions de partides de fruita senceres. En la zona productora de Lleida, s'observa clarament que la presència de fruits afectats per *Rhizopus* spp. mostra una tendència a incrementar-se, passant de valors de l'1,6% al 2015, al 5,5% al 2020 (Figura 1). A la figura 1, també es pot observar com la presència de fruits afectats per *Monilinia* spp. és estable, oscil·lant entre l'1 % i el 8,5 %, on per a anys més secs la incidència és inferior i per a anys amb condicions climatològiques favorables, la incidència és major.

La malaltia, causada per *Rhizopus* spp., que s'anomena podridura tova, és una malaltia re-emergent, ja que fa anys que es coneix, però en els últims anys, la seva presència ha incrementat.

INCIDÈNCIA DE PATÒGENS A POSTCOLLITA



Figura 1. Incidència de fruits afectats per *Monilinia* spp. i *Rhizopus* spp. en el període (2014-2020) en mostres representatives de la zona productora de Lleida i realitzats en el marc del Programa Fruit.Net.

Existeixen diferents factors que podrien haver induït aquest increment de malaltia, com són els productes fungicides que s'utilitzen habitualment en fruita de pinyol per altres patògens, el canvi climàtic, i/o el maneig del cultiu en general. En aquest sentit, es coneix que els productes fungicides que s'usen, sí que són efectius per al control de *Monilinia* spp., en canvi, només alguns d'ells presenten efectivitat per al control de *Rhizopus* spp. Aquest fet implicaria una menor competència d'espai i nutrients per al desenvolupament de *Rhizopus* spp. fent més fàcil el seu desenvolupament a la superfície de la fruita. A més, el canvi climàtic (entès en aquest cas com increment de temperatures) també pot estar jugant un paper important en l'augment d'aquesta malaltia observat en els darrers anys,

ja que es tracta d'un fong amb un òptim de creixement al voltant dels 30°C, aproximadament 10°C més que l'òptim per al principal competidor, *Monilinia* spp.

La morfologia dels símptomes que causa *Rhizopus* spp. a la fruita, permeten identificar-lo de manera clara i diferenciar-lo de la resta de patògens que afecten la fruita de pinyol en post-collita (Foto 1).

Rhizopus spp. produeix una malaltia de desenvolupament ràpid, de color marró, aquosa, tova i amb descomposició interna del fruit. Amb el desenvolupament de la malaltia creix una massa de miceli de color blanc amb uns esporangis globulars que amb el temps adquireixen una coloració negra.



Foto 1. Fruit afectat per *Rhizopus* spp.

Davant d'aquest escenari, marcat per la presència i increment de malalties emergents o re-emergents com la causada per *Rhizopus* spp. és imprescindible dedicar esforços de recerca per estudiar-ne aspectes diversos com les fonts d'inòcul, la presència i distribució del patògen a camp i a la central, així com les condicions ambientals òptimes i limitants per al seu creixement.

En aquest sentit, i donada la preocupació que aquesta situació ha causat al sector de la fruita de pinyol, les empreses citades prèviament, van demanar un Grup Operatiu 'GOMORI' per tal d'abordar els principals aspectes de la malaltia, tant a nivell de coneixement de l'epidemiologia com d'estratègies de control. En aquesta XXVII edició de la Jornada Fructícola de Mollerussa, explicarem els principals resultats obtinguts.

Principals Resultats

Inòcul a camp

Per determinar la presència de *Rhizopus* spp. a camp, es van seleccionar finques amb històric de la malaltia, en concret finques de les varietats 'Extreme Red', 'Nectadiva', 'Big Top', 'Nectatinto', 'Plane Star' i 'Flat Red', totes ubicades a la zona del baix Segre. En tots els casos, es van mostrejar les finques en períodes propers a la collita, avaluant mostres del terra, fulles dels arbres i fruits sans.

Els resultats van indicar que hi havia presència del patògen als 6 camps avaluats i en tots els mostresos que es van realitzar: terra, fulles i fruits. Es va observar que per als fruits sans mostrejats al terra del camp, després d'un període de vida útil de 7 dies a 20°C, la incidència de malaltia va oscil·lar entre el 20 i el 60%. En canvi, per als fruits sans mostrejats de l'arbre, només es va determinar incidència de malaltia en dos dels camps avaluats: 'Extreme Red' i 'Nectadiva', amb incidències de malaltia del 30 i el 4% de fruits afectats, respectivament.

Inòcul a postcollita

El fet que s'hagi detectat *Rhizopus* spp. a les superfícies dels fruits, fulles i del terra, dels camps avaluats, implica que amb molta probabilitat,

aquests arribaran a la central fructícola amb la possibilitat de contaminar els envasos, l'aigua del bolcador de palots, l'aigua de l'*hydrocooler*, ...

A més a més, encara que no és habitual trobar fruits afectats per patògens a la recepció de les partides, en aquells casos en què hi hagi un retard de la refrigeració de la fruita, podrien aparèixer fruits afectats, que a la vegada contaminarien les diferents superfícies de la línia de confecció. En aquest sentit, es coneix que en *Rhizopus* spp., a una temperatura de 25°C, la taxa de progrés de la severitat de la malaltia oscil·la entre 0,30 i 0,49 cm dia⁻¹ 4.

Aquests estudis confirmen la necessitat de refrigerar la fruita el més ràpid possible. I caldrà també, tenir present la necessitat d'implementar els protocols de neteja i desinfecció més adequats per minimitzar les possibles fonts d'inòcul a la central.

La presència d'inòcul a les centrals fructícoles es va estudiar en 2 empreses de la zona de Lleida, a diferents punts de les mateixes: l'aigua (bolcat de palots i hydrocooler), a l'ambient (de les càmeres de conservació i d'expedició), a les superfícies de les línies de confecció i als palots. Els resultats van indicar que *Rhizopus* spp. es va trobar en totes les zones avaluades, tant superfícies com ambients, indicant el risc d'infecció que suposa això al llarg del període de postcollita⁶.

Condiciones òptimes per al seu desenvolupament A diferència de *Monilinia* spp., *Rhizopus* spp. té el seu òptim de creixement a 30°C. A la vegada, *Rhizopus* spp. requereix humitats relatives al voltant del 80% per a un millor creixement. En els estudis que es van realitzar in vitro no es va observar creixement de la colònia de *Rhizopus* spp. a les temperatures de conservació de 0 i 5°C. Tampoc es va observar creixement de les colònies a les activitats d'aigua (aigua disponible pel fong) més baixes avaluades (0,80 i 0,85).

Per a les activitats d'aigua avaluades, en què es va determinar el creixement de la colònia (0,90-0,99), clarament es van detectar dos perfils de resultats. Per temperatures baixes d'incubació, en augmentar l'activitat d'aigua incrementava

el diàmetre de la colònia, mentre que quan es van avaluar temperatures d'incubació elevades, es va veure que el creixement de la colònia era major a activitats d'aigua més baixes.

Aquesta informació eco-fisiològica de l'efecte dels factors abiòtics en el creixement de *Rhizopus* spp. proporciona informació bàsica imprescindible per a la construcció d'un model de predicció, una eina important que ajudarà a millorar el control d'aquesta malaltia d'una manera més efectiva i sostenible.

Conclusions

Durant els últims anys, s'ha evidenciat un increment de fruits afectats per *Rhizopus* spp. ja sigui causat pel canvi climàtic o per les estratègies de control de *Monilinia* spp. en fruita de pinyol, que cada vegada són més eficients. No es tracta d'una malaltia nova, però sí que s'ha observat un increment de la seva presència tant a camp com a central, amb les consegüents pèrdues econòmiques que implica al sector productor.

Monilinia spp., el principal patògen que afecta la fruita de pinyol fins al moment, ha estat estudiat en profunditat, tant la seva epidemiologia a camp com en postcollita, el que ha permès aplicar a camp i a postcollita, estratègies de control efectives. No obstant això, el coneixement disponible en l'àmbit científic de patògens re-emergents com *Rhizopus* spp., és molt baix. Per tant, s'ha detectat la necessitat de focalitzar importants esforços per al seu estudi. En aquest article, ja s'ha descrit la informació bàsica de *Rhizopus* spp., encara que cal continuar investigant per tal d'aportar solucions pràctiques al sector productor.

Així, que en un futur pròxim, es pugui controlar aquesta malaltia per evitar pèrdues econòmiques, però també, evitar el malbaratament alimentari, i contribuir a millorar la sostenibilitat al llarg de la producció del cultiu.

Paraules clau

Rhizopus spp., factors abiòtics, fruita de pinyol, epidemiologia

Agraïments

Part dels resultats presentats en aquest article estan en el marc del Programa Fruit.Net, però principalment, en el marc del Grup Operatiu del 'Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural' de Catalunya, finançat pel 'Fons Europeu Agrícola de Desenvolupament Rural': 'GOMORI' - Control de *Monilinia* spp. i *Rhizopus* spp. en fruita de pinyol mitjançant noves estratègies que no deixin residus en el moment de la collita. Els autors agraeixen a les empreses que han participat en aquest projecte, Agropecuària de Soses SCCL, Grup Cooperatiu Fruits de Ponent SCCL i SAT Fruita d'Alcarràs, amb una menció especial, als tècnics de les mateixes, Lídia Sans, Martí Botines, Míriam Hernández, Sergi Redondo, Omar Olivella i Sònia Torguet.



Bibliografia

1. Mari, M., Gregori, R. & Donati, I. Postharvest control of *Monilinia laxa* and *Rhizopus stolonifer* in stone fruit by peracetic acid. *Postharvest Biol. Technol.* 33, 319–325 (2004).
2. Yang, X. & Jiang, X. Antifungal activity and mechanism of tea polyphenols against *Rhizopus stolonifer*. *Biotechnol. Lett.* 37, 1463–1472 (2015).
3. Baggio, J.S., Gonçalves, F.P., Lourenço, S.S. Tanaka, F.A.O. Pascholati, S.F. & Amorim, L. Direct penetration of *Rhizopus stolonifer* into stone fruits causing *rhizopus* rot. *Plant Pathol.* 65, 633-642 (2016).
4. Baggio J.S., Hau, B., Amorin, L. Spatiotemporal analyses of rhizopus rot progress in peach fruit inoculated with *Rhizopus stolonifer*. *Plant Pathol.* 66, 1452-1462 (2017).
5. Taheri, P., Ndam, L. M. & Fujii, Y. Alternative approach to management of *Rhizopus* rot of peach (*Prunus persica* L.) using the essential oil of *Thymus vulgaris* (L.). *Mycosphere* 9, 510–517 (2018).
6. Bernat, M., Segarra, J., Casals, C., Torres, R., Teixidó, N., Usall, J. Identification of fungal population in the environment and on surfaces of stone fruit packinghouses. *Eur. Plant Pathol.* 45, 723-731 (2017).



Soluciones
para una
fertilización
sostenible

Adelántate al futuro.

Optimiza el rendimiento de tus cultivos con las revolucionarias soluciones para una fertilización sostenible de Corteva.

BlueN[®]
BIOESTIMULANTE

SullicaB[™]
BIOFERTILIZANTE

Ympact[®]
TRATAMIENTO NUTRICIONAL DE SEMILLAS

Instinct[®]
Optinyte[™] technology
ESTABILIZADOR DE NITROGENO

Granular Link

BlueN[®]

BIOESTIMULANTE

**Conéctate a una fuente
limpia e inagotable
de nitrógeno**



SullicaB[™]

BIOFERTILIZANTE

**Cuidando el suelo,
futuro de tu cultivo.**

 **CORTEVA[™]**
agriscience



Visítenos en: corteva.es | [@cortevaES](https://twitter.com/cortevaES)

Esta información puede no estar actualizada. Con el fin de evitar riesgos para las personas o el medioambiente, lea atentamente la etiqueta del producto y siga estrictamente las instrucciones de uso.
[®], [™], SM Son marcas comerciales o de servicio de Corteva Agriscience y de sus compañías filiales.

©2022 Corteva Agriscience[™].

La gestió de l'alternariosi de la pomera, un cas d'èxit?

Jordi Cabrefiga, Pere Vilardell, IRTA- Orograma Protecció vegetal sostenible

INTRODUCCIÓ

L'alternariosi de la pomera

L'alternariosi de la pomera és una malaltia de recent aparició a Europa, i es va detectar per primera vegada a la part nord d'Itàlia, a la zona del Trentino, Alto Adige el 1999 en pomeres de la varietat Golden (Rotondo et al. 2012). L'alternariosi en pomera està associada a un complex d'espècies que es caracteritzen per produir espores de mida petita i per produir aquesta simptomatologia característica. Aquestes espècies són *A. mali*, *A. infectoria*, *A. arborescens*, *A. alternata* i *A. tenuissima* (Rotondo et al., 2012). En el cas d'*A. mali* va ser la primera espècie descrita per produir aquests símptomes, i és una espècie de quarantena a Europa.

Tanmateix, les afectacions observades fins el moment a Europa i a Austràlia no s'han associat a aquesta espècie, sinó al complex format per *A. alternata*, *A. tenuissima* i *A. arborescens* (Harteveld, 2013). A Catalunya, van aparèixer els primers símptomes en plantacions comercials l'any 2009, en les varietats de Gala i Golden Delicious. No obstant això, la incidència d'*Alternaria* a la zona no va esdevenir important fins l'any 2013 (Vilardell 2018), i va anar augmentant fins afectar el 20% de les plantacions d'aquestes dues varietats a l'any 2017. A Catalunya, aquesta simptomatologia també s'ha associat a les tres espècies descrites a Europa (Figura 1) (Dorrego 2019).

Els primers símptomes apareixen a finals de la primavera i es desenvolupen durant l'estiu fins a arribar a la collita. Els símptomes consisteixen en

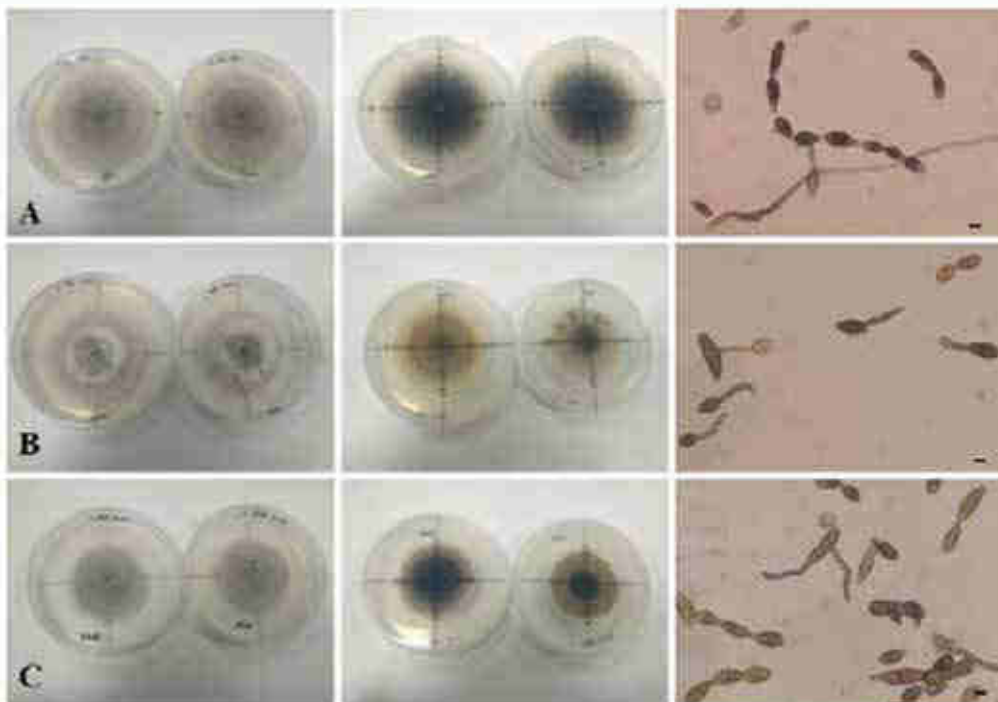


Figura 1. Creixement i morfologia de colònies i conidis d'algunes soques d'*Alternaria*. (Fotos Gemma Dorrego)

taques necròtiques als fruits i les fulles (Figura 2). En les fulles, apareixen petites taques morades que acaben creixent en formes irregulars fins a produir necrosis importants. Quan les lesions es produeixen en els peciols, les fulles es tornen groguenques i es pot produir la seva caiguda prematura, fins un 70%, en els casos més greus (Li et al., 2011; Pavón et al., 2012). El símptomes en el fruit es poden descriure com petits cercles necròtics de color marró fosc o negre, d'entre 1 i 2 mm, poc penetrants i que no evolucionen, formats en les lenticel·les i sovint encerclats per un halo vermellós (Rotondo et al., 2012). Aquestes les lesions en els fruits redueixen dràsticament la qualitat de la poma a nivell estètic, fent que en molts dels casos no es pugui comercialitzar.



Figura 2. Fruits i fulles afectats per *Alternaria* (Fotos Jordi Cabrefiga)

La problemàtica

Aquesta malaltia pot originar pèrdues d'entre un 10 i un 40% de la producció depenent de l'any, de la finca i de la varietat, essent les varietats Gala i Golden les més sensibles. La malaltia s'ha anat expandint fins a afectar l'any 2017 el voltant del 20% de les finques comercials de pomera de la província de Girona. L'explosió d'aquesta malaltia ha anat acompanyada d'un increment d'entre un 20 i un 30% en el nombre de tractaments amb fungicides. Aquest increment és molt significatiu, i més si tenim en compte que aquests tractaments es concentren molt propers a la collita, i que per tant tenen un efecte directe sobre els residus en la fruita. Aquesta circumstància suposa un seriós entrebanc en l'objectiu d'incrementar la

sostenibilitat de les explotacions, i d'obtenir fruita lliure de residus o amb 'residu zero'. Així doncs, és necessari plantejar noves estratègies de control que contemplin una reducció significativa en el nombre de tractaments fitosanitaris, ja sigui mitjançant la millora en el maneig de la finca per reduir-ne l'inòcul del patògen, així com integrar els tractaments fungicides en models de predicció de risc d'infecció, tot seguint, per exemple, l'estratègia implementada ja fa anys pel control del motejat, i que va suposar un punt d'inflexió en el control d'aquesta malaltia. Aquesta nova estratègia ha de significar un pas endavant en el camí cap a una producció de poma molt més sostenible i amb l'objectiu final d'una producció de més qualitat global i amb el menor impacte mediambiental.

RESULTATS

Avaluació de diferents fungicides pel control d'*Alternaria* en condicions de camp

L'objectiu d'aquests assajos de fungicides va ser avaluar l'eficàcia de diferents productes pel control d'*Alternaria* en el cultiu de pomeres en producció integrada i també en producció ecològica per tal de definir una estratègia de tractaments. Dins de la gama de productes es van seleccionar productes amb potencial pel control de l'*Alternaria* en els dos àmbits de producció. Els assajos es van realitzar en diferents finques comercials amb antecedents d'*Alternaria*. El disseny dels assajos va ser de blocs a l'atzar amb 4 repeticions, amb parcel·les elementals de 5 arbres on s'avaluaven els 3 arbres centrals.

Les aplicacions es van realitzar amb un atomitzador de motxilla (STIHL SR 450) ajustada a un consum teòric equivalent a 1000 l/Ha. Al llarg de la campanya es van fer diverses avaluacions on es determinava la incidència i la severitat de les infeccions en fulles i en fruits. En total es van avaluar 12 productes en producció convencional (Taula 1) i 6 productes en producció ecològica (Taula 2).

En base als resultats obtinguts els diferents anys podem afirmar que tenim una bona gama de matèries actives que presenten bona eficàcia, però la llista s'escurça si tenim en compte els terminis de seguretat, ja que les aplicacions

Taula 1. Recull històric de l'eficàcia de diferents fungicides autoritzats en producció convencional en la reducció de la incidència d'Alternaria en fruits

PRODUCTE	EFICÀCIA				
	2017	2018	2019	2020	2021
Boscalid+Pyraclostrobin	59,2 %	74,4 %			
Fludioxonil	73,5 %			65,2 %	67,6 %
Mancozeb			72,7 %		
Fluopyram+tebuconazol	72,7 %				64,5 %
Fosetil d'alumini		76,3 %			
Kresoxim-metil		36,1 %			
Ciprodinil+Fludioxonil			100 %		
Piremitanil+Ditlanona			100 %		
Difenoconazol					58,1 %
Fluxapyroxad			54,5 %		
Pentlopirad				61,9 %	
Fosfonat potàssic			63,6 %		
INCIDÈNCIA testimoni	23,8 %	13,7 %	1,8 %	27,8 %	10,3 %

*Tots els productes es van aplicar a la dosi de registre

Taula 2. Recull històric de l'eficàcia de diferents fungicides autoritzats en producció ecològica en la reducció de la incidència d'Alternaria en fruits

PRODUCTE	EFICÀCIA				
	2017	2018	2019	2020	2021
Bicarbonat de potassi		63,5 %		58,7 %	
Bacillus subtilis		48,9 %			
Laminarina		37,8 %			
Purí d'ortiga		42,2 %			
Polisulfur de calci		43,1 %			
Bacillus amyloquelquefaciens		22,2 %		33,5 %	
INCIDÈNCIA testimoni		42,3 %		50,4 %	

*Tots els productes es van aplicar a la dosi de registre

en alguns casos s'han de fer prop de collita, i que l'estratègia s'ha d'ajustar al nombre de residus a collita. Així en producció convencional recomanariem Boscalid+Pyraclostrobin, fluodioxonil i captan. En el cas de la producció ecològica, les eficàcies són menors, també perquè a les finques hi ha més incidència. En aquest cas es recomanaria bicarbonat potàssic que és la matèria activa que presenta millor eficàcia, alternant amb altres productes com el polisulfur de calci, el purí d'ortiga, Bacillus i laminarina per evitar possibles problemes de fitotoxicitat.

Validació de diferents models de predicció de risc d'Alternaria spp.

L'objectiu d'aquests assajos eren determinar si algun dels models que hi ha descrits a la

bibliografia poden ser útils per predir el risc d'infecció per Alternaria en pomera a la zona de Girona, amb la finalitat d'ajustar els tractaments en aquests períodes i reduir així el nombre de tractaments mantenint l'eficàcia en el control de la malaltia.

Es van realitzar dos assajos executats en diferents anys. Els dos assajos es van realitzar en una finca de la varietat Golden situada a Torroella de Fluvià (Girona). Aquesta finca es va seleccionar degut als antecedents històrics d'Alternaria. El disseny experimental en els dos assajos va consistir en blocs a l'atzar amb 4 repeticions amb parcel·les elementals de 5 arbres.

El primer assaig, va consistir en les 5 tesis que es mostren a la Taula 3. D'aquestes tesis, en tres es van realitzar els tractaments seguint la predicció

descrita per diferents models de predicció de risc, concretament les tesis 2, 3 i 4. En la tesis 2 els tractaments es van regir en base al model descrit per *Alternaria mali* en pomera (Felajdic and Sutton 1992). En la tesis 3 els tractaments es van regir pel model modificat d'*Alternaria alternata* en cítrics (Bassimba 2015).

Finalment, en la tesis 4, els tractaments van ser regits pel model BSPCast descrit per *Stemphylium vesicarium* en perera (Llorente et al. 2012). Com a tesis de referència es va incorporar un control no tractat, i un tractament convencional basat en tractaments programats cada 7-10 dies. Els tractaments en tots els casos es van fer amb fungicides de contacte del grup dels ditiocarbamats, emprant un atomitzador STIHL de motxilla, amb un règim de 1000 L/ha.

El segon assaig, realitzat l'any següent, va consistir en 3 tesis, la corresponent a les aplicacions amb cadència de 10 dies, la corresponent als tractaments amb aplicacions segons el model de predicció de risc d'*A. alternata* en cítrics, el que millors resultats va donar en l'assaig realitzat l'any anterior. Finalment es va incorporar un testimoni o control no tractat. Els tractaments en tots els casos van consistir en mancozeb a 2,0 kg/ha i es varen realitzar amb

un atomitzador de motxilla (STIHL SR 450) amb un règim de 1000 L/ha. A la Taula 4 es mostren les diferents tesis i el nombre d'aplicacions realitzades en cada cas.

El primer resultat remarcable del primer assaig van ser els tractaments que es van realitzar en cada tesis, així en l'estratègia convencional es van realitzar un total de 12 tractaments, mentre que en les estratègies guiades pels diferents models, el nombre de tractaments va ser significativament menor.

Així en el cas dels models per *S. vesicarium* i per *A. mali*, el nombre de tractaments es va reduir a 7, mentre que en el cas de l'estratègia basada en model d'*A. alternata* el nombre de tractaments encara va ser menor, només 4. En quant a l'eficàcia de les estratègies en el control d'*Alternaria*, en la Figura 3 es mostren els resultats de l'evolució del percentatge de fruits infectats al llarg de la campanya. Es pot observar que fins a mitjans de maig no van començar a aparèixer els primers fruits infectats. A partir d'aquesta data, el percentatge de fruits es va anar incrementant gradualment, fins a de juliol, on degut a les altes temperatures i a una pluja intensa (35 mm), es va incrementar el nombre de fruits infectats d'una manera més notable fins

Taula 3. Relació de tesis incorporades en l'assaig de validació de diferents models de predicció de risc d'*Alternaria*.

TESIS	Descripció	Producte aplicat	Aplicacions realitzades
1	Control no tractat		0
2	Tractaments dirigits model <i>Alternaria mali</i> en pomera	Fungicides de contacte del grup dels Ditiocarbamats	7
3	Tractaments dirigits model <i>Alternaria alternata</i> en cítrics		4
4	Tractaments dirigits model <i>Stemphylium vesicarium</i> en perera		7
5	Convencional (tractaments cada 7-10 dies)		12

Taula 4. Relació de tesis incorporades en l'assaig de validació de diferents models de predicció de risc d'*Alternaria*.

TESIS	Descripció	Producte aplicat	Aplicacions realitzades
1	Control no tractat		0
2	Tractaments dirigits amb el model modificat d' <i>Alternaria</i> en cítrics	Mancozeb (1,8 kg/ha)	2
5	Convencional (tractaments cada 10 dies)		4

arribar al màxim amb un percentatge pròxim al 20% de fruits infectats en el control no tractat. Aquesta evolució va ser molt més continguda en totes les estratègies de control, on el percentatge màxim de fruits infectats en cap cas va superar el 7%. El percentatge de fruits infectats entre les diferents estratègies va ser similar, i només es va observar una lleugera diferència en les últimes avaluacions, entre l'estratègia convencional i la resta d'estratègies. Tot i això, els nivells van ser baixos i no es van observar diferències

significatives (Figura 4).

En el segon assaig es va mantenir la dinàmica observada, així en l'estratègia segons calendari es van realitzar un total de 4 tractaments, mentre que en l'estratègia guiada pel model A. alternata en cítrics, el nombre de tractaments va ser significativament menor, només 2, el que suposa una reducció del 50%. El nombre de tractaments és menor que en l'assaig de l'any anterior, perquè va ploure poc i els tractaments es van començar

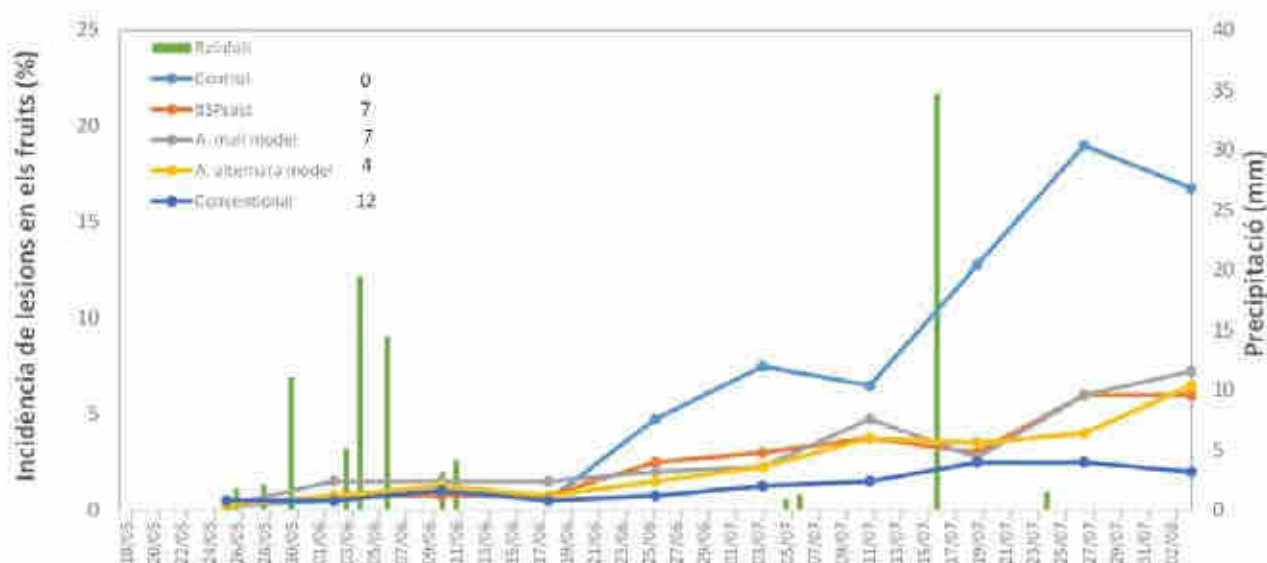


Figura 3. Evolució del percentatge de fruits infectats per *Alternaria* spp. al llarg de la campanya per cadascuna de les estratègies de control seguides. També s'indica la precipitació i el número de tractaments realitzats per cada estratègia.

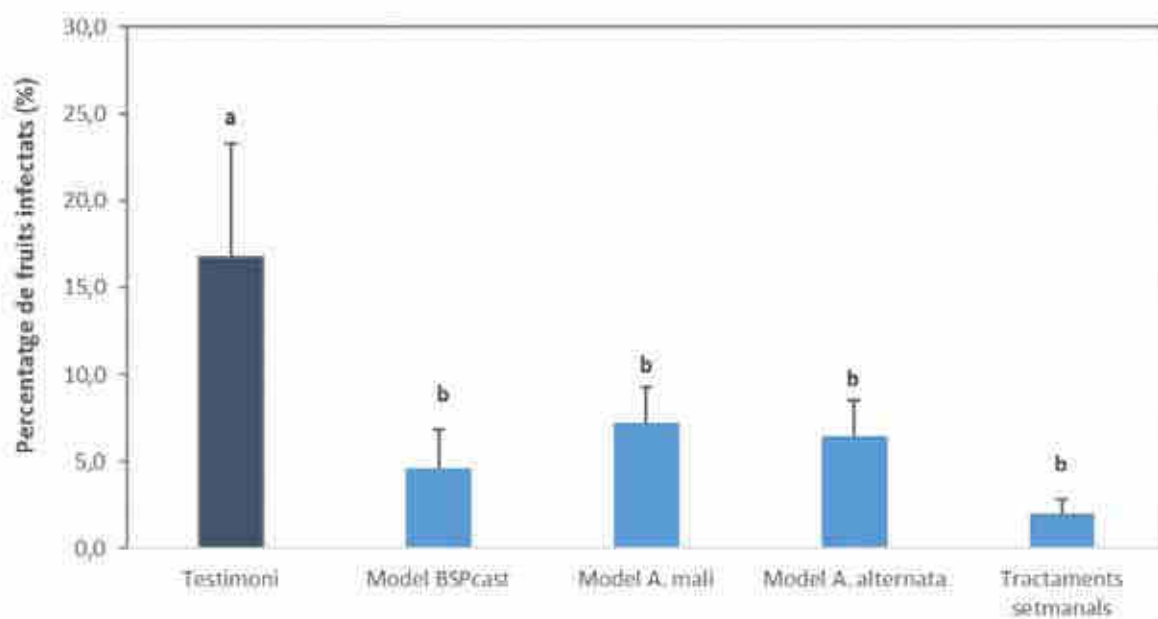


Figura 4. Percentatge de fruits infectats per *Alternaria* spp. de cada tesi en la última avaluació previ a collita. Lletres diferents indiquen significació estadística segons Tukey ($p < 0.05$).

més tard. En quant a l'eficàcia de les estratègies en el control d'Alternaria, en la Figura 5 es mostren els resultats corresponents a la segona avaluació de la incidència d'alternariosis. Es va observar que el nivell de dany va ser al voltant del 2%, nivell significativament menor que en anys anteriors on es va arribar a incidències properes al 10%. Pel que fa a l'eficàcia de les estratègies de tractament, es va observar que ambdues estratègies van reduir la incidència d'alternariosis, amb eficàcies properes al 80%. Destacar que l'estratègia basada en les aplicacions guiades pels models va ser lleugerament millor que l'estratègia segons

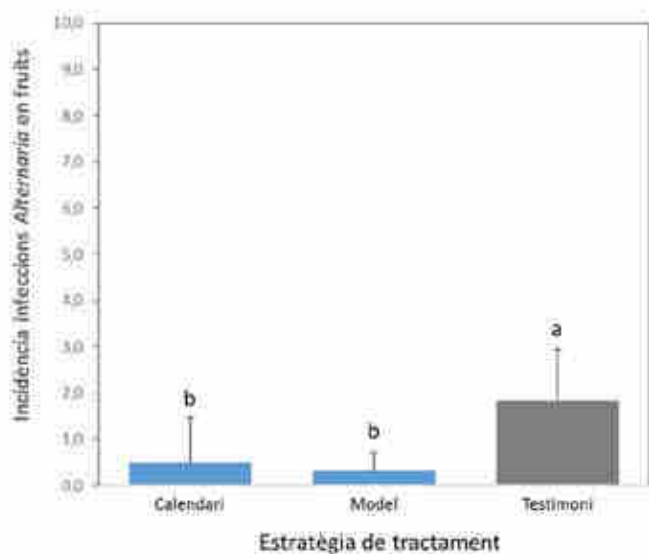


Figura 5. Incidència d'infeccions d'Alternaria en fruits en les diferents estratègies de tractament a la finca situada a Torroella de Fluvià (Alt Empordà). Lletres diferents indiquen que hi ha diferències significatives segons els test de Tukey ($p < 0.05$).

calendari.

Així doncs, les estratègies de tractaments basades en models de predicció de risc permeten reduir el nombre de tractaments mantenint uns bons nivells de control de les infeccions per Alternaria spp. El model que millor es va ajustar a les condicions de la malaltia en la nostra zona va ser el basat en *A. alternata* en cítrics, donat a que només va suggerir 4 tractaments i va donar un nivell de reducció de les infeccions similar al nivell obtingut amb les altres dues estratègies de tractament que van suggerir quasi el doble de tractaments, concretament 7. El segon assaig ha permès confirmar que l'ús del model de predicció de risc d'infeccions d'Alternaria basat en el model modificat d'*A. alternata* en cítrics permet reduir el nombre de tractaments aconseguint una eficàcia similar als tractaments programats

segons calendari, i per tant és una eina a tenir en compte per un control més sostenible de l'alternariosis.

Efecte de l'eliminació de les fulles hivernals en el control d'Alternaria spp.

L'objectiu d'aquesta activitat va ser avaluar l'efecte de la gestió de l'inòcul hivernal sobre el control de l'alternariosi de la pomera, amb la idea de sanejar les finques, i incrementar l'eficàcia dels tractaments i reduir la dependència dels fitosanitaris. En concret es van avaluar dues estratègies, una estratègia de control basada en una gestió agronòmica consistent en l'eliminació de fulles caigudes, i una segona consistent en el tractament de les fulles amb un agent biològic per tal d'evitar o inhibir el desenvolupament d'Alternaria sobre les fulles, en concret es va aplicar Trichoderma.

Per avaluar l'efecte en la inhibició de l'alternariosi es va tenir en compte l'aparició de símptomes en les fulles i els fruits de les pomeres de cada parcel·la d'assaig. S'han realitzat 3 assajos en diferents campanyes. Els tres assajos es van realitzar a una finca de Garrigàs de la varietat Golden amb antecedents d'Alternaria.

En el primer assaig es van realitzar 2 tesis, en concret l'estratègia convencional on no es va fer cap gestió de les fulles, que es va comparar amb una altra on es van aspirar les fulles, mentre en els altres 2 assajos es va afegir una tercera estratègia consistent en l'aplicació de Trichoderma a les fulles (Figura 6). Concretament es va aplicar la soca T34 de Trichoderma asperellum cedida per la Dra. M^a Isabel Trillas Gay de la Universitat Autònoma de Barcelona, i que es comercialitza amb el nom T34 BIOCONTROL® per Industries Químiques del Vallés. Es va aplicar a la dosi de 0,5 g/L i a raó de 25 L/ha.

En tots els assajos l'aspiració de fulles es va fer entre els mesos de febrer i març, i l'aplicació de Trichoderma durant l'abril. En tots els assajos, a totes les parcel·les es van realitzar els mateixos tractaments fitosanitaris pel control de les malalties, tant pel motejat com per Alternaria.

En analitzar les 3 campanyes (Figura 7), podem veure que l'efecte dels tractaments de

reducció d'inòcul tenen un marcat efecte en la reducció dels danys en fruits, independent de la problemàtica específica que hi hagi cada any. Destacar que anys complicats, com va ser el cas de la segona campanya, s'ha confirmat que realitzar aquestes actuacions és important per reduir de manera clara el nivell de danys, i que pot contribuir de manera clara a la reducció de l'inòcul hivernal de cares a la següent campanya i a la llarga al sanejament de la parcel·la, limitant les pèrdues i també la dependència dels tractaments fitosanitaris.

Com a conclusió podem dir que l'eliminació de les fulles caigudes a l'hivern redueix de manera significativa l'abundància d'inòcul d'Alternaria, i per tant es confirma que les fulles conformen una part important de l'inòcul primari. Alhora, l'eliminació de l'inòcul hivernal, ja sigui

mitjançant l'eliminació de de les fulles com amb l'aplicació de Trichoderma, ha tingut un efecte significatiu en la reducció dels danys causats per Alternaria en fruits, i per tant, les dues serien tècniques recomanables pel control integrat de l'alternariosis de la pomera.

Implantació model de risc d'Alternaria a la zona de Girona.

L'objectiu de l'actuació era implementar el model d'avís de risc d'Alternaria, provat en els assaigs de camp dins el Grup Operatiu. La finalitat era posar a disposició dels tècnics assessors de les ADV's una eina per decidir el posicionament dels tractaments per controlar la malaltia.

Durant el primer any el model es va gestionar manualment amb una fulla de càlcul de l'Excel



Figura 6. Croquis de les 3 parcel·les experimentals de la finca de Garrigàs. En verd el tractament amb Trichoderma, en blau el d'aspiració i en taronja el testimoni (esquerra). Vista d'una de les parcel·les d'assaig abans de l'aspiració de fulles (dreta).

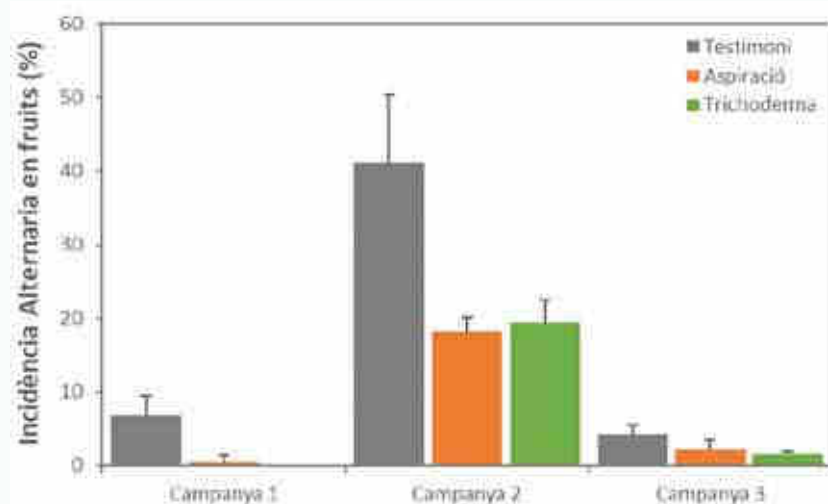


Figura 7. Incidència de les infeccions d'Alternaria en fruits per a les diferents tesis al llarg de les 3 campanyes

per les dades de 3 estacions meteorològiques representatives de la zona productora de poma. En aquest cas, es feia córrer el model amb 2 dies d'antelació amb les dades de predicció obtingudes de l'agència METEOBLUE. Els avisos de risc s'enviaven periòdicament per correu electrònic als tècnics.

A partir del segon any del Grup Operatiu, el model es va integrar en la plataforma Atlant de gestió tècnica, incloent les dades meteorològiques de les 15 estacions que estan distribuïdes per la zona productora de poma a Girona. La plataforma Atlant disposa d'un dashboard inicial amb etiquetes que indica, en base als color del semàfor, el nombre d'estacions per les que el model estableix risc d'Alternaria (Figura 8).

Un cop entrat dins el model d'Alternaria, apareix la pantalla amb el detall de risc de malaltia per

cada una de les estacions, amb el risc del dia i la previsió de risc per a dos dies vista feta a partir de les dades numèriques subministrades per l'agència de predicció meteorològica Dark Sky (Figura 9). La previsió del risc pels dos propers dies es fa per facilitar la planificació dels tractaments i millorar el control de la malaltia en aplicar estratègies de tractament preventives. Una tercera pantalla mostra el detall dels riscos històrics d'infecció per de cada estació en particular.

Els tècnics de les empreses i ADV's de Girona han consultat el model Alternaria dins de la plataforma Atlant en 1841 ocasions durant els anys 2021 i el que portem de 2022. El detall de les consultes els dos anys de funcionament es mostren a la Figura 10. El nombre màxim de consultes es situa en els mesos de més risc, que són el maig, juny i juliol. Les consultes es concentren en els



Figura 8. Dashboard de la plataforma Atlant amb el model d'Alternaria integrat. Les etiquetes superiors en vermell indiquen per un dia concret el nombre d'estacions amb risc d'Alternaria segons el model.



Figura 9. Pantalla del model d'Alternaria amb indicació del risc pel dia de la consulta i els previstos pels dos propers dies. La previsió es a partir de les dades meteorològiques previstes per l'agència Dark Sky.

dies de pluja, oscil·lant entre les 30 i 60. Aquests valors demostren l'interès dels tècnics assessors en aquesta eina, i denoten que la utilitzen per fer les recomanacions fitosanitàries. Destacar que les actuacions derivades dels avisos del model tenen repercussió en els tractaments per controlar la malaltia a unes 2000 parcel·les de pomera que representen 2600 ha a Girona.

El que hem vist al llarg d'aquests anys és que disposar del model d'Alternaria integrat dins la plataforma Atlant que utilitzen els tècnics assessors de les empreses productores i les ADV's a Girona, ha permès millorar la gestió del control de la malaltia.

El nombre de visualitzacions, tenint en compte que hi ha 20 usuaris amb accés, indiquen que és una eina que s'utilitza a nivell tècnic i per tant amb repercussió dins el sector.

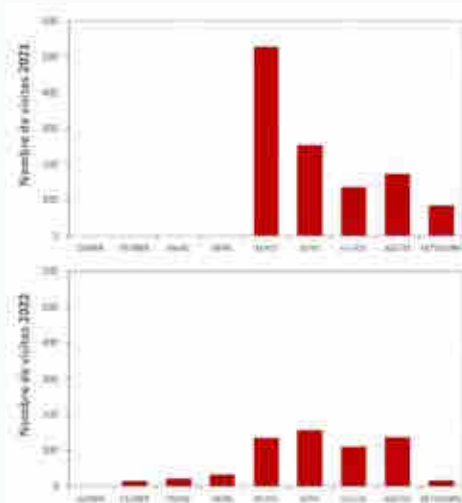


Figura 10. Visualitzacions del model d'Alternaria a la plataforma Atlant per part dels tècnics assessors de les empreses i ADV's productores de poma de Girona l'any 2021 i 2022. El model es va activar el maig de 2021.

Evolució i seguiment de l'alternariosis de la pomera a la zona de Girona

L'Alternariosis era una malaltia que anava agafant importància a Girona, arribant a afectar al voltant del 20% de les finques de les dues varietats més sensibles, Gala i Golden. Tanmateix, els últims anys sembla que la progressió de la malaltia ha anat baixant gràcies a la pressió de tractaments realitzats, veient-se l'inici de la regressió de la malaltia a partir de l'any 2018, moment en que es va posar en marxa l'assessorament basat en models de predicció de risc. Així el nombre de finques afectades per Alternaria ha passat a ser del 20% en Gales i el 30% en Goldens a l'any 2016, a baixar fins el 5,9% en Gales i el 2,1% en Goldens l'any 2019, tendència que s'ha mantingut els anys posterior amb oscil·lacions puntuals en funció de les condicions meteorològiques, en especial de finals de temporada per la Golden (Figura 11).

Destacar que la implementació del model ha anat acompanyada d'una reducció gradual del nombre de tractaments específics per controlar l'Alternaria, passant d'una mitjana de 5,8 tractaments el 2016 a menys de 3,0 tractaments l'any 2021 (Figura 12). Així doncs, l'ús de la modelització en la gestió de la lluita fitosanitària contra Alternaria, juntament amb l'ús de productes eficaços, ha permès controlar la malaltia de manera eficaç alhora que s'ha aconseguit una reducció significativa del nombre de tractaments.

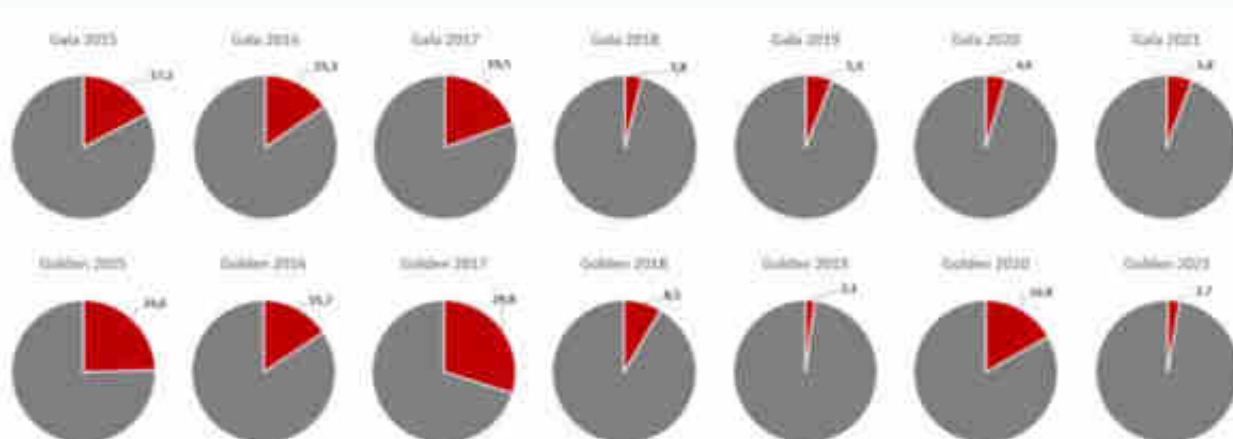


Figura 11. Evolució de finques afectades per Alternaria de les varietats Gala i Golden des del 2015 fins el 2021.

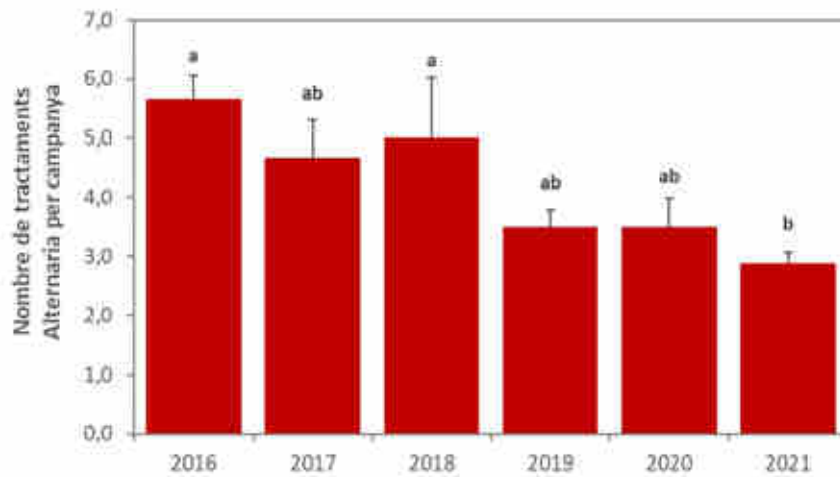


Figura 12. Evolució del nombre de tractaments específics aplicats per campanya per controlar *Alternaria* des del 2016 fins el 2021.

BIBLIOGRAFIA

Bassimba, D.D.M. (2015). Epidemiología de la mancha marrón de las mandarinas causada por *Alternaria alternata*. Desarrollo de estrategias de control eficientes. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.

Dorrego, G. (2019). Caracterització morfològica i molecular d'espècies d'*Alternaria* causants de la taca foliar i el motejat del fruit en pomera. TFM Universitat Politècnica de Catalunya.

Filajdi, N., Sutton, T.B. (1992). Influence of Temperature and Wetness Duration on Infection of Apple Leaves and Virulence of Different Isolates of *Alternaria mali*. *Phytopathology* 82:1279-1283.

Harteveld, D. O. C. (2013). Etiology and diversity of *Alternaria* leaf blotch and fruit spot of apples in Australia. The University of Queensland.

Li, Y., Province, J., Zhang, L., Province, L., Zhang, Z., Province, J., Province, J. (2011). A Simple Sequence Repeat Marker Linked to the Susceptibility of Apple to *Alternaria* Blotch Caused by *Alternaria alternata* Apple Pathotype. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 136(2), 109-115.

Llorente, I., Moragrega, C., Ruz, L., Montesinos, E. (2012). An update on control of brown spot of pear. *Trees (Berl West)* 26(1):239-245.

Pavón, M. Á., González, I., Martín, R., García, T. (2012). Importancia del género *Alternaria* como productor de micotoxinas y agente causal de enfermedades humanas, 27(6), 1772-1781.

Rotondo, F., Collina, M., Brunelli, A., Pryor, B. M. (2012). Comparison of *Alternaria* spp. Collected in Italy from Apple with *A. mali* and Other AM-Toxin Producing Strains. *Phytopathology* 102(12):1130-1142.

Vilardell, Pere. (2018). Una nueva enfermedad causada por "*Alternaria*" afecta a plantaciones de manzana en Girona. *Vida rural*, 448, 30-33.

Coragen® 20SC

Control de insectos

Con la potencia de

RYNAXYPYR®

Ingrediente activo



Implacable contra carpocapsa, minadores, capuas y otras orugas en frutales.



Protección rápida y duradera.

Aplicado en la 1ª generación provoca normalmente una reducción significativa de generaciones sucesivas.



Respetuoso con los insectos útiles.

Contribuye a minimizar el uso de otros insecticidas y acaricidas.



Mejora la calidad de la cosecha.

La potencia de **Rynaxypyr®** minimiza los daños en el cultivo.

LA TRANQUILIDAD DE ACERTAR CON LA MEJOR ELECCIÓN

Visite nuestro canal



Con el fin de evitar riesgos para las personas y el medio ambiente, antes de aplicar un producto de FMC, lea atentamente la etiqueta y siga estrictamente las instrucciones de uso.

Coragen® 20SC, Es una marca registrada de FMC Corporation o de sus empresas afiliadas.

Pº de la Castellana, 257 - 5º
28046 MADRID
+34-91 553 01 04
www.fmcagro.es



Varietats de poma. En tenim alguna que toleri un any com aquest?

Joaquim Carbó i Jaume Lordan, IRTA - Programa fructicultura

Introducció

Les condicions meteorològiques de l'any 2022 s'han significat per dos incidents que han marcat de forma especial la campanya fructícola: la gelades primaverals del mes d'abril i les persistents onades de calor des de finals de maig fins a mitjans setembre, les quals han comportat un augment considerable de les hores per damunt de 30°C en comparació amb la mitja dels últims 10 anys.

Amb aquestes condicions les varietats de pomera han patit unes condicions extremes que han causat enormes problemes de manca de color en les varietats d'estiu ('Gala' i altres varietats primerenques) però també en varietats bicolors i vermelles del mes de setembre. Hi ha hagut enormes problemes de caigudes fisiològiques de fruits en moltes varietats, inclòss en aquelles que normalment no tenen problemes de caiguda. A més a més aquestes llargs períodes de temperatures >30°C han tingut efectes sobre la qualitat (tant interna com externa dels fruits).

Pel que fa a la presentació externa, a més de la manca de color, s'han observat molts fruits tocats per cop de sol en moltes varietats, fruits cremats, fruits amb la cutícula i la polpa cuita, fruits afectats per lenticel·losi, per "bitter-pit, per cracking i nombroses alteracions cuticulars. També les altes temperatures han tingut una incidència sobre el procés de maduració dels fruits, fent que aquesta fos més ràpida i escurçant la finestra de collita de moltes varietats. Pel que fa a la qualitat interna dels fruits, s'ha observat molts fruits sobremadurs, problemes

de manca de fermesa, vitresència, cor aquós i textures menys crocants que evolucionen més ràpidament cap a textures farinoses.

Amb aquestes condicions tant extremes ha sigut un bon any per veure aquell material vegetal que ha tingut un bon comportament i una bona adaptació entre les moltes seleccions que s'avaluen a les Col·leccions de Varietats de l'IRTA i que han superat totes aquestes adversitats. En aquest sentit, en la presentació d'aquest any volem destacar aquelles varietats que han tingut un bon comportament malgrat aquestes condicions climàtiques tant adverses per la pomera.

Les seleccions més ben adaptades del grup 'Gala'

Les varietats de GALA ESTRIADES confirmades en els darrers anys són per ordre de més a menys coloració: 'Alpigala', 'Gala Schniga® Schnico', 'Gala Norge® Norge' (= 'Ultima Gala® Banning Gala') i 'Gala Venus® Fenstripe'. Durant els anys 2020 i 2021 s'han mantingut aquestes seleccions com les més colorejades (Figura 1), però a la campanya 2022 només 'Alpigala' ha obtingut suficient coloració entre les seleccions estriades (Taula 1 i Figura 2). L'any 2021 va ser un dels millors anys de coloració mentre que el 2022 ha estat amb diferència un dels pitjors. Aquestes seleccions han mostrat unes diferències importants entre els dos anys pel que fa a la coloració vermella en més del 90% de de la superfície dels fruits.

Taula 1. Percentatge de fruits amb més del 90% de superfície colorejada de les millors seleccions de GALA ESTRIADES observades durant els anys 2021 i 2022. Valor mig històric de tots els anys valorats i nombre d'anys en avaluació.

Selecció	% color >90% 2021	% color >90% 2022	% color >90% Mitjana històrica	Nombre d'anys d'avaluació
'Alpigala'	99	74	93	5
'Gala Schniga® Schnico'	83	39	75	11
'Ultima Gala® Banning Gala'	67	17	77	11
'Gala Norge® Norge'	60	30	70	7
'Gala Venus® Fenstripe'	71	26	71	8

Les millors GALA estriades del 2021

IRTA[®]

% COLORACIÓ 2021
E.E.A. Mas Badia



Figura 1. Percentatge de fruits amb més del 90% de superfície colorejada de les millors seleccions de GALA ESTRIADES observades durant l'any 2021 a l'IRTA.

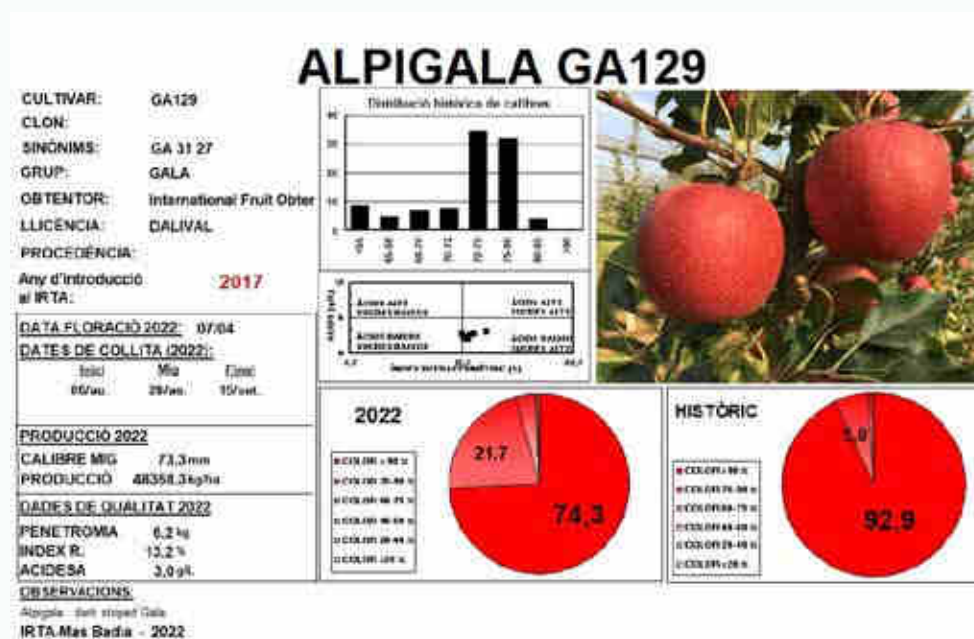


Figura 2. Fitxa de la varietat 'Alpigala' una de les més ben adaptades entre les GALES ESTRIADES amb els percentatges de fruits amb més del 90% de superfície colorejada de l'any 2022 (74,3 %) comparativament amb la mitjana històrica de tots els anys d'avaluació (92,9 %).

Pel que fa a les seleccions de GALA LLISES, històricament les més colorejades han sigut: 'Gala STAR® Galafab', 'Gala SCHNIGA® SchniCored' i 'Gala BIG BUCKS® Bigbucks' (Figura 3). Les Gales llises presenten una major facilitat en colorejar, fins i tot en anys difícils com

aquest 2022. Tot i així, els valors obtinguts en superfície colorejada en més del 90%, aquest 2022 han sigut inferiors als altres anys, però molt superiors a la majoria de les seleccions estriades (Taula 1 i Taula 2).



Figura 3. Percentatge de fruits amb més del 90% de superfície colorejada de les millors seleccions de GALA LLISES observades durant la campanya 2021 a l'IRTA.

Taula 2. Percentatge de fruits amb més del 90% de superfície colorejada de les millors seleccions de GALA LLISES observades durant els anys 2021 i 2022. Valor mig històric de tots els anys valorats i nombre d'anys en avaluació.

Selecció	% color >90% 2021	% color >90% 2022	% color >90% Mitjana històrica	Nombre d'anys d'avaluació
'Gala STAR® Galafab'	97	75	95	5
'Gala SCHNIGA® SchniCored'	99	59	91	7
'Gala BIG BUCKS® Bigbucks'	95	61	90	8

En els darrers anys són nombroses les noves seleccions de GALA LLISES que s'estan avaluant. D'entre totes elles hem destacat per la seva alta coloració: 'Gala Fen Plus', 'Devil Gala', 'T-REX® Civt15*', 'Gala Dark Ann®', 'KING® Gala', 'Gala Surf® Surf-in-Gala' i 'Gala Wylder'.

Per contra, són poquíssimes les noves seleccions de GALA ESTRIADES que ens arriben. Entre aquestes últimes destaquem 'Galamax' que aquest any ha presentat molt bona coloració, tot i les dificultats de la campanya.

No hi ha novetats en el grups tradicionals 'Golden', 'Red Delicious', 'Granny' i 'Fuji'

Pel que fa a les varietats dels grups tradicionals: 'Golden', 'Red Delicious', 'Granny Smith' i 'Fuji' hi ha pocs canvis. En les varietats del grup 'Golden' es mantenen les seleccions 'Golden Reinders®' i 'Golden Crielaard®' com les dues seleccions més interessants pel que fa a la seva baixa sensibilitat al "russeting" (Figura 4). En aquest grup es busquen varietats més grogues i més resistents a la seva manipulació i algunes d'elles es tractaran en l'apartat de varietats resistents.

El grup 'Fuji' és un dels grups que mostra novetats pel que fa a noves introduccions. A la nostra àrea fructícola són molt més recomanables les seleccions de coloració llisa que les de coloració estriada, ja que aquestes darreres són més susceptibles a presentar "cops de sol" i coloració bruna que deterioren la qualitat dels fruits. D'entre les 3 seleccions actualment recomanades de 'Fuji' (Figura 5) les dues millor adaptades a les nostres àrees fructícoles són la 'Zhen® Fuji Azteccov' i la 'SAN-CIV® FuCIV 51^{COV}', ambdues de coloració llisa. La 'RubinFuji® ROFM 811(s)', de tipologia estriada, és més adequada per a zones de muntanya on les condicions de coloració siguin més fàcils i hi hagi una menor afectació per "cops de sol".

La susceptibilitat al "russeting" i al "cracking" dels fruits són dos dels aspectes que cal verificar en les seleccions de 'Fuji'. Fins ara no hem vist diferències en aquests dos paràmetres entre les 2 varietats recomanades. L'any 2019 va ser un any amb una alta incidència de "cracking" en els fruits però no es van veure diferències entre elles. L'any 2020 i 2021 la incidència de "cracking" fou baixa i tampoc va permetre detectar diferències. Estem a l'espera d'avaluar-ho aquest 2022 en el marc del projecte VUMOC ("Vulnerabilidad en uva y manzana a olas de calor: un riesgo inmediato del cambio climático").

La 'FuCIV-51D^{COV}' sembla que mostra unes lentícels més grans i més marcades que poden fer pensar que podria presentar una major susceptibilitat a "cracking", aspecte que de moment no hem pogut constatar. Algunes noves seleccions de FUJI que s'han introduït recentment i que durant la campanya 2020-2021 van presentar fruits de tipologia LLISA però amb un alt percentatge de superfície colorejada són 'King Fuji® Fuji VW', 'King® Grofn Fuji' i 'Phoenix® Fenduf 3' (Figura 6). Cal seguir-les amb deteniment durant els propers anys per veure si milloren la coloració respecte a les dues varietats fins ara recomanades. D'altra banda, podem confirmar que aquestes noves varietats no milloren tampoc pel que fa a l'alternància, pel que cal fer una bona gestió de la càrrega per tal de reduir al mínim possible aquest problema.

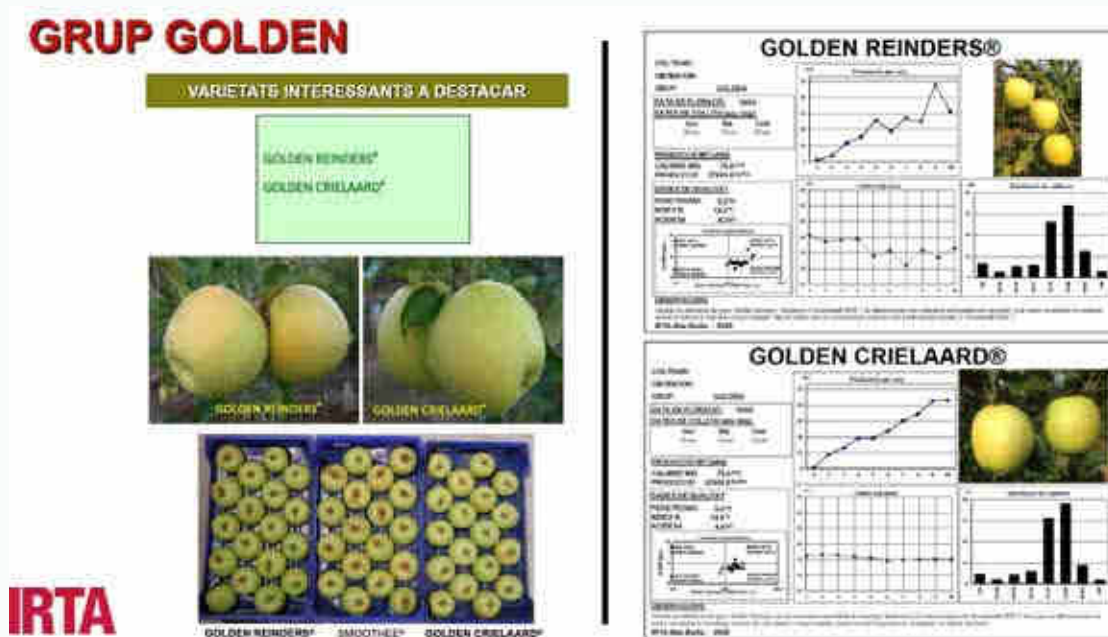


Figura 4. Seleccions recomanades del grup GOLDEN a l'IRTA.

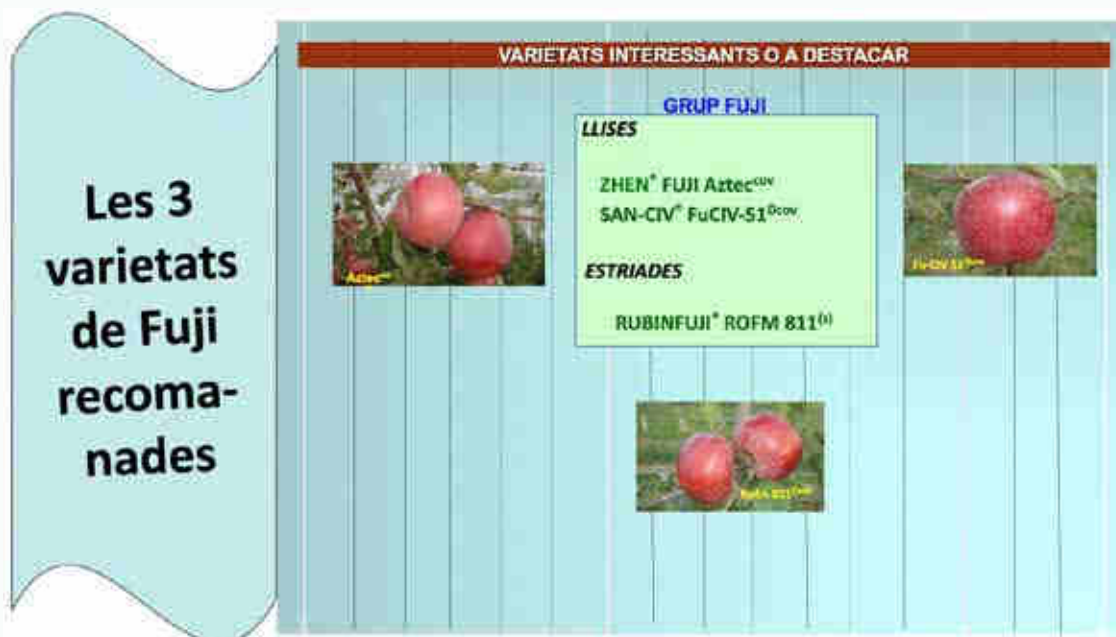


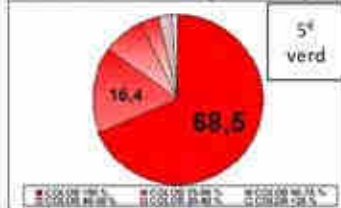
Figura 5. Seleccions recomanades del grup FUJI durant l'any 2021 a l'IRTA.

3 novetats que aporten més color en FUJI

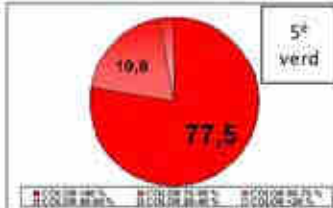
IRTA[®]

ALTERNANTS COM LES ALTRES FUJI, PERÒ INTERESSANTS PEL COLOR, A CONFIRMAR EN ELS PROPERS ANYS

KING FUJI® Fuji VW Spur



KING® GROFN FUJI Standard



PHOENIX® Fenduf3

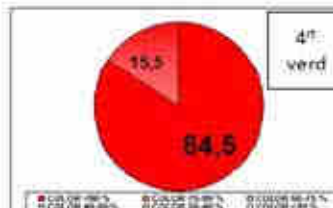


Figura 6. Noves seleccions de FUJI d'alta coloració en avaluació durant l'any 2021 a l'IRTA.

El grup 'Red Delicious' és un grup en franca regressió, del que pràcticament no arriben noves seleccions per avaluar, i que a nivell del sector s'estan cercant noves varietats d'altres grups de tipologia vermella però que presentin millors qualitats organolèptiques. En els darrers anys la única varietat que s'ha plantat ha sigut 'Jeromine^{COV}' però actualment s'ha deixat de plantar.

En el grup 'Granny Smith', la varietat de referència segueix sent 'Granny Smith', que encara segueix sent plantada i preferida per una part important del sector productor. Entre els seus mutants, destaca 'Challenger[®] Dalivair^{COV}' que també està recomanada en aquest grup i presenta unes lenticel·les molt més grosses i marcades sobre el fons verd de la cutícula.

Algunes varietats club implantades a les nostres àrees fructícoles

Entre les "varietats club" implantades a les nostres zones fructícoles destaca les varietats del grup 'Pink Lady[®]'. En aquest grup des de fa uns anys hi ha canvis importants, ja que en els darrers anys s'ha anat substituint la varietat original 'Pink Lady[®] Cripps Pink^{COV}' per les noves seleccions 'Pink Lady[®] Rosy Glow^{COV}' i 'Pink Lady[®] Sekzie^{COV}', ambdues presenten una coloració molt superior a 'Cripps Pink^{COV}'.

També, en els darrers anys s'ha anat plantant una altra varietat club, 'Joya[®] Cripps Red^{COV}', varietat molt tardana, de recol·lecció a finals de novembre. Presenta una bona coloració a les nostres àrees fructícoles però requereix de portaempelts vigorosos i aclarida intensa.

Una altra varietat club de recent introducció és 'Tessa[®] Fengapi'. Aquesta varietat és productiva i presenta fruits de color vermell rosat bastant atractius, fins i tot amb una bona coloració en una any com aquest.

Les varietats de poma resistents a motejat més interessants

El grup de varietats resistents a motejat té un interès creixent i actualment són moltes les noves varietats que s'introdueixen amb aquesta característica procedents de diferents programes d'obtenció de poma d'arreu del món.

La gama de varietats actual ja cobreix gran part del calendari de recol·lecció de la poma, des de l'estiu a l'època de 'Gala' fins ben entrada la tardor a l'època 'Fuji' (Figura 7).

Pel que fa a les varietats resistents que venen immediatament després de 'Gala' destaca 'Galy[®] Inobi^{COV}' (Figura 8). Es tracta d'una poma bicolor primerenca, que ha presentat molt bona coloració aquests dos anys d'avaluació, fins i tot aquesta campanya 2022. Destaca per la seva època de collita, just després de 'Gala' i abans de 'Crimson Crisp[®] Co-op 39^{COV}'. S'adapta millor que la 'D9 E9 -76' que és una varietat del CIV que madura a la mateixa època. Presenta un color vermell viu i brillant, i a part de ser resistent a motejat és tolerant a cendrosa, amb fruits fermes, crocants i dolços (Figura 8). És una varietat que caldrà continuar seguint d'aprop en els propers anys.

'Crimson Crisp[®] Co-op 39^{COV}' és una varietat resistent a motejat d'alta fermesa, de bona qualitat organolèptica que es cull immediatament després de 'Galy[®] Inobi^{COV}'. És poc sensible a l'oïdi i té un vigor feble. A més, purga bastant, pel que cal evitar ser massa agressius en l'aclarida. En zones molt càlides cal parar atenció al cop de sol (Figura 9).

'Ladina^{COV}' és una varietat interessant per la seva triple tolerància, resistent a motejat, tolerant a foc bacterià i poc sensible a cendrosa, de bona qualitat organolèptica però només adaptada a zones fresques de muntanya. Aquest 2022 ha tingut molts problemes de color a la zona de Lleida.

En els darrers anys s'està fent un esforç d'avaluació de totes aquelles varietats 'Golden similis' que presenten una major intensitat de color groc, una millor fermesa, una major resistència a les manipulacions i una millor qualitat organolèptica. Aquests darrers anys, una de les novetats d'aquest grup, és la varietat 'Lory[®] Inogo^{COV}'. Es tracta d'una varietat resistent a motejat que a més a més presenta una coloració groga molt atractiva i té una bona qualitat organolèptica (Figura 10).

Varietats de pomes resistents més adaptades a les nostres àrees fructícoles

IRTA

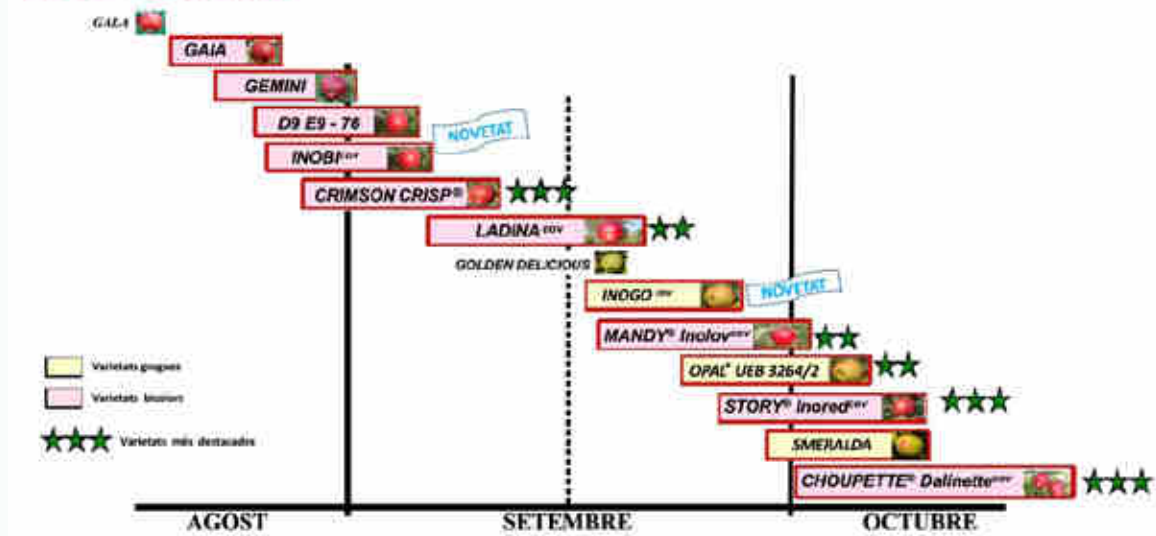


Figura 7. Calendari de maduració de les principals varietats de poma resistents a motejat en avaluació a l'IRTA durant les campanyes 2020-2022.

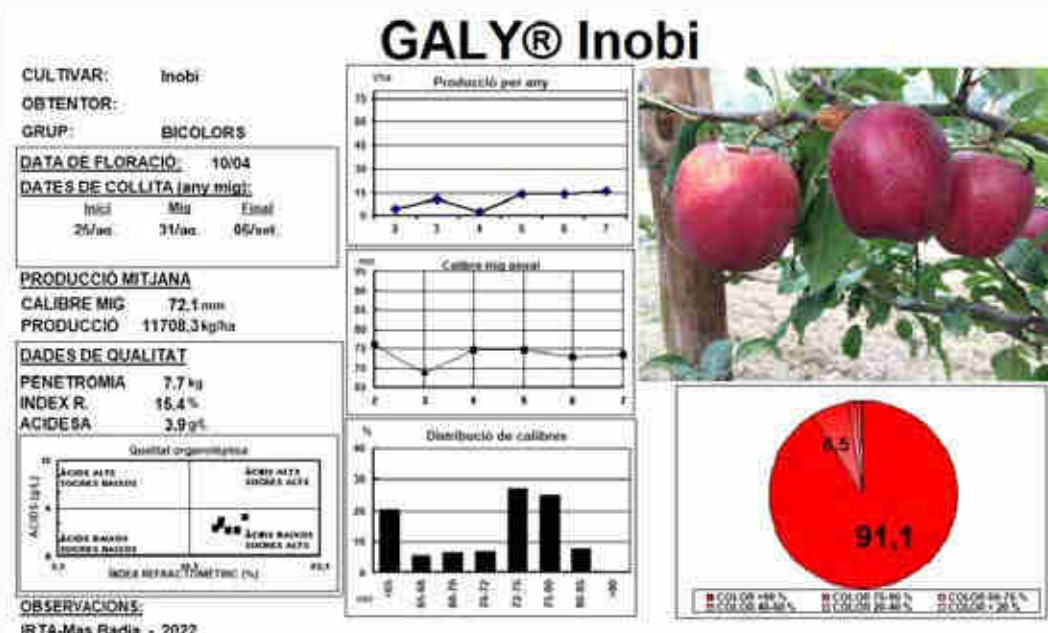


Figura 8. Fitxa de la varietat 'Galy[®] Inobi^{cov}' de NOVADI avaluada durant les darreres campanyes a l'IRTA.

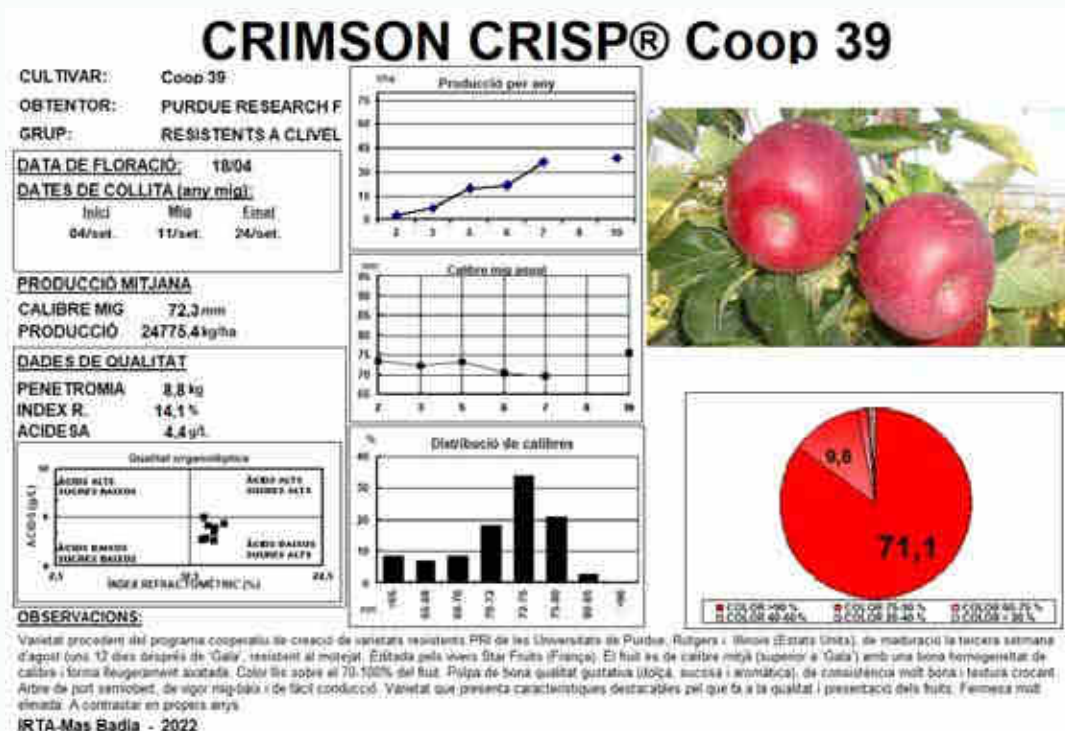


Figura 9. Fitxa de la varietat 'Crimson Crisp® Co-op 39^{cov}' avaluada durant les darreres campanyes a l'IRTA.

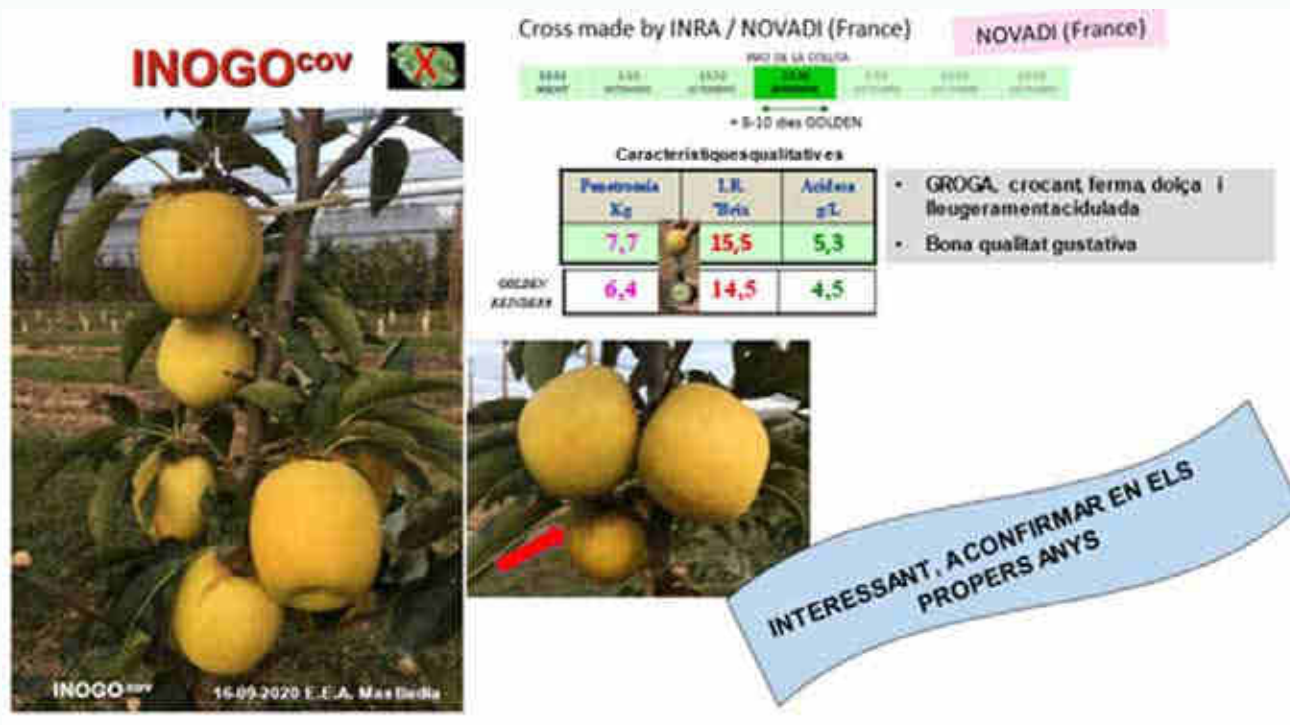


Figura 11. La nova selecció de poma groga 'Lory® Inogo^{cov}' ha destacat durant les campanyes 2020, 2021 i 2022 per la coloració groga dels seus fruits.

Aquesta varietat encara no està entre les varietats recomanades perquè es necessiten més anys d'avaluació per confirmar el seu bon comportament a les nostres condicions de producció, però malgrat això, creiem que és una varietat potencialment interessant, ja que és una poma groga que podria ser una alternativa a la GOLDEN. Aquesta varietat destaca a més a més de la seva resistència a motejat, pel seu color groc intens, per l'atractiu i la bona presentació dels fruits, que són molt nets, tot i que caldrà veure si a les nostres condicions poden ser susceptibles a "russeting" a la zona peduncular. Madura 8-10 dies després de 'Golden Delicious', presenta un bon calibre (70-80 mm) i té una bona qualitat gustativa, tot i que la textura de la polpa no és massa crocant i és una mica seca. La polpa és ferma, dolça i lleugerament acidulada. Comparant-la amb la 'Golden Reinders®' presenta una major fermesa, un contingut lleugerament més alt de sucres i una major acidesa (Figura 9).

'Mandy® Inolov^{cov}' és una altra varietat resistent a motejat que no s'adapta bé a les zones càlides, lleugerament sensible a caiguda fisiològica i que cal preservar per a zones fresques de muntanya. 'Opal® UEB 3264/2^{cov}' és una varietat groga d'alta qualitat organolèptica i d'alta fermesa que

necessita una bona exposició a la llum perquè els fruits agafin color groc uniforme, sinó hi ha risc que quedin d'un color verd - groc poc atractiu.

Dues varietats resistents a motejat ben adaptades a les nostres zones fructícoles són 'Story® Inored^{cov}' i 'Chouquette® Dalinette^{cov}'. 'Story® Inored^{cov}' és una varietat molt productiva, de bona coloració, de calibre regular i homogeni, resistent a manipulacions i que l'únic inconvenient que té és la seva poca sucositat (Figura 11). Aquesta varietat forma part de les varietats recomanades per l'IRTA des de l'any 2013. Donat el seu vigor moderat i la seva ràpida entrada en producció és millor plantar-la sobre peus lleugerament més vigorosos i més productius que les seleccions d'M.9, els millors resultats en assaigs realitzats per l'IRTA s'han obtingut amb els portaempelts G.11 i G.41.

Finalment, la varietat que també destaquem de les resistents a motejat per la seva alta productivitat és 'Chouquette® Dalinette^{cov}' (Figura 12). Aquesta varietat es cull a la mateixa època que 'Fuji', presenta una coloració superior, no és alternant, però la seva qualitat gustativa no és equiparable a la 'Fuji' ja que tot i que presenta uns nivells elevats de sucre al mateix temps presenta una acidesa molt alta i menys sucositat.

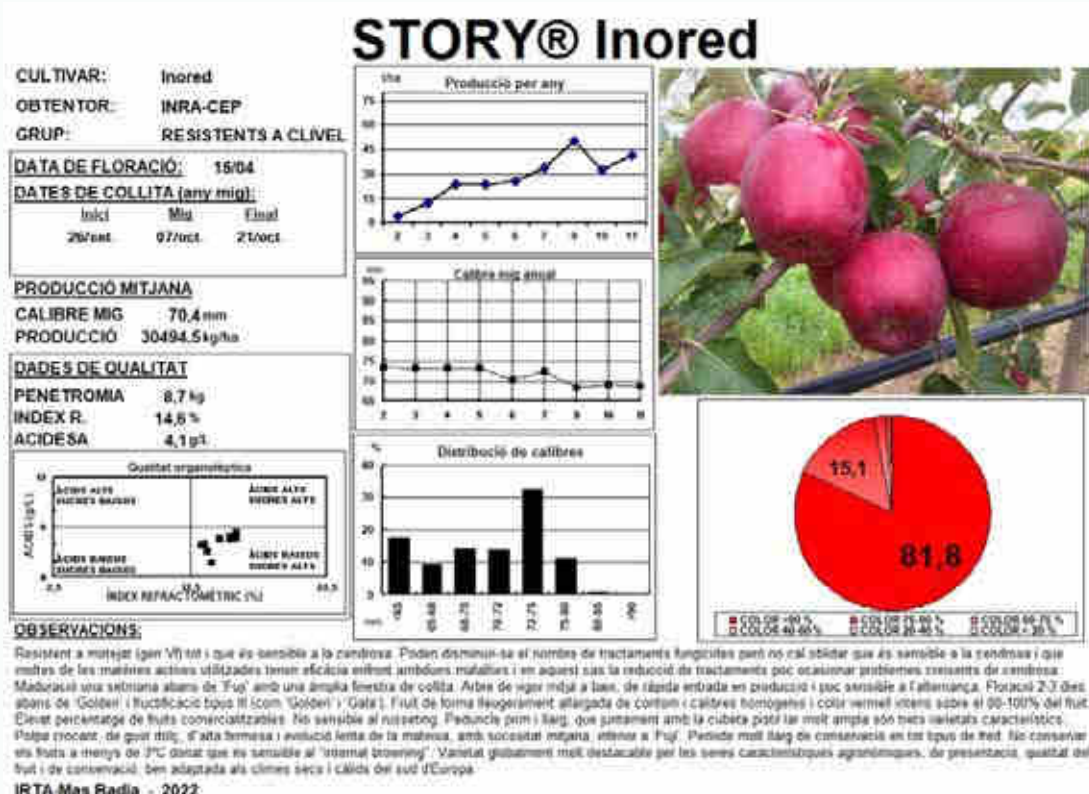


Figura 11. 'Story® Inored^{cov}' una varietat resistent a motejat que està ben adaptada a zones càlides i que ja fa anys que es planta a les nostres àrees fructícoles.

CHOUPETTE® Dalinette

CULTIVAR: Dalinette
 OBTENTOR: S.N.C. ELARIS & INRA
 GRUP: RESISTENTS A CLIVEL

DATA DE FLORACIÓ: 11/04

DATES DE COLLITA (any mig):

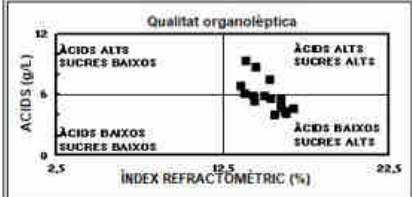
Inici	Mig	Final
17/set.	18/oct.	09/nov.

PRODUCCIÓ MITJANA

CALIBRE MIG 73,9mm
 PRODUCCIÓ 50293,1 kg/ha

DADES DE QUALITAT

PENETROMIA 7,9 kg
 INDEX R. 15,1 %
 ACIDESA 6,0 g/L



OBSERVACIONS:

IRTA-Mas Badia - 2022

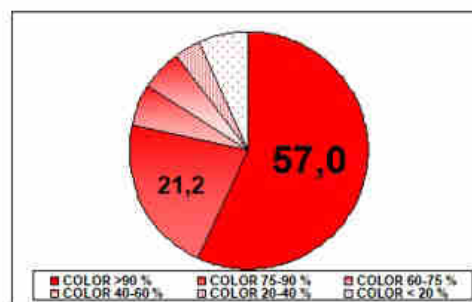
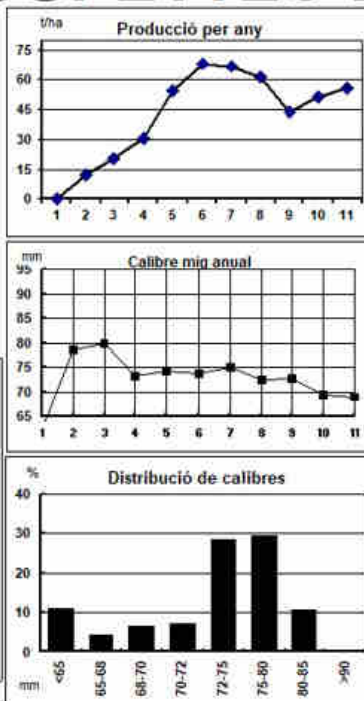


Figura 12. Fitxa descriptiva de la varietat 'Choupette® Dalinette^{ov}' una varietat resistent a motejat d'alta productivitat avaluada a les col·leccions de varietats de l'IRTA.

Altres varietats que han superat un any càlid com aquest 2022 i que caldrà seguir de prop en els propers anys

Són poques les seleccions que han tingut un bon comportament durant aquesta campanya 2022. A continuació fem un recull d'aquelles seleccions que han destacat i que caldrà seguir en els propers anys. Algunes d'elles s'han plantat durant l'any 2021 a l'estadi B o s'hi plantaran pròximament en un nombre de 50-100 arbres per a poder avaluar-les i fer controls d'altres paràmetres agronòmics i productius (aclarida, sensibilitat a "russeting", resistència a plagues i malalties, època de collita, etc) per tal de conèixer millor el seu comportament a les nostres zones fructícoles i decidir sobre la seva idoneïtat o no.

Entre les varietats que destaquem hi ha tres seleccions del programa d'EPAGRI (Brasil), són 'Luiza', 'Venice' i 'Isadora'. Les tres són bicolors d'aspecte molt similar i presenten fruits de característiques organolèptiques semblants, fruits molt dolços i amb poca acidesa. Una varietat obtinguda pel programa d'IRTA-FruitFutur, la HOT84A1, una poma bicolor de característiques gustatives excepcionals, dolça, molt crocant i amb una sucositat esclatant. Una altra selecció que ha destacat per la seva coloració ha sigut 'Divine® Delcoredcov' que a més del color rosa violaci destaca per la resistència a motejat i la bona qualitat. Finalment, una altra varietat que destaquem procedent del programa de Plant & Food Research (Nova Zelanda) per la seva coloració i la seva qualitat és la 'T003'.

Conclusions i recomanacions de varietats

Les recomanacions actualitzades de varietats de poma per les àrees fructícoles de Catalunya, fruit dels resultats obtinguts durant les darreres campanyes a les col·leccions de varietats de l'IRTA són les següents:

GALA:

Gales estriades: 'Alpigala'

Gales llises: 'Gala STAR® Galafab', 'Gala SCHNIGA® SchniCored' i 'Gala BIG BUCKS® Bigbucks'.

GOLDEN: 'Golden Reinders®' i 'Golden Crielaard®'.

RED DELICIOUS: 'Jeromine^{cov}'.

GRANNY: 'Granny Smith' i 'Challenger® Dalivair^{cov}'.

FUJI: 'Zhen® Fuji Aztec^{cov}' i 'SAN-CIV® FuCIV-51D^{cov}'.

I, pel que fa a les varietats de poma resistents a motejat la varietat recomanada més destacada és 'Story® Inored^{cov}'. Altres destacades d'aquests darrers anys són: 'Galy® Inobi^{cov}' i 'Lory® Inogo^{cov}' que caldrà confirmar en el propers anys.

També es confirmen 'Crimson Crisp® Co-op 39^{cov}' i 'Choupette® Dalinette^{cov}'.

Activitat finançada a través de l'Operació 01.02.01 de Transferència Tecnològica del Programa de desenvolupament rural de Catalunya 2014-2020.

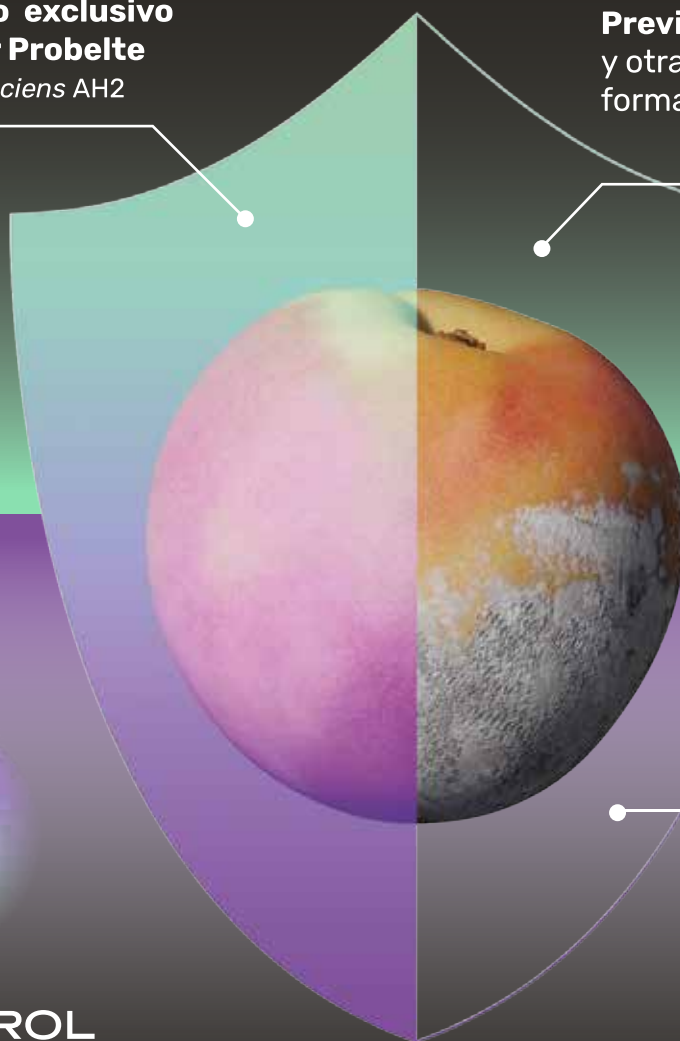


Botrybel

BIOFUNGICIDA FOLIAR PARA UN CULTIVO SALUDABLE

Desarrollado a partir de un **microorganismo exclusivo y patentado por Probelte**
Bacillus amyloquefaciens AH2

Previene y defiende la botrytis y otras enfermedades foliares de forma natural y eficaz



BIOCONTROL

Solución completa para **proteger tu cultivo y tu producción** cosechable sin perjudicar al medio ambiente

DEFENDEMOS EL
BIENESTAR DE TU CULTIVO

 Probelte

Com millorar l'eficiència a la recol·lecció

Estanis Torres i Carlos Faro, IRTA - Programa fructicultura

INTRODUCCIÓ

Una manera significativa de reduir costos de producció en plantacions consolidades és millorant la eficiència en aquelles tasques on es requereix una elevada disponibilitat de mà d'obra, com és el cas de la collita. En els principals cultius de fruita dolça (poma, pera, préssec) la collita suposa entre un 30–40% dels costos totals i això és degut a que, ara per ara, la recol·lecció manual és insubstituïble per la majoria de fruites consumides en fresc. A més a més, l'escassa disponibilitat de mà d'obra disposada a realitzar aquesta tasca és un problema creixent en els països productors on existeixen alternatives més atractives per als treballadors, com la confecció de productes agroalimentaris, la construcció, o el turisme. Tot això fa que millorar l'eficiència i les condicions de treball durant la recol·lecció de la fruita siguin aspectes de principal interès per als productors.

La millora d'eficiència en el treball implica l'estudi sistemàtic sobre la millora de les possibles condicions per realitzar les tasques de treball i l'augment de la productivitat, combatent el mal aprofitament de la força de treball humana i de les eines utilitzades. S'ha estimat que, depenent del cultiu i del sistema de formació, només el 40–60% del temps d'un recol·lector es dedicat a collir la fruita de l'arbre. La resta del temps, el treballador puja i baixa de l'escala o trineu, la mou o es desplaça per buidar la fruita al palot.

Llavors, sembla obvi que per augmentar l'eficiència dels recol·lectors i reduir els costos de recol·lecció, cal eliminar o reduir d'alguna forma les parts no productives de la feina de la recol·lecció. Per aconseguir això, s'han dissenyat sistemes de producció intensius i plans on, a més d'escurçar el període improductiu, s'ha

reduït l'alçada dels arbres i la distància entre files per facilitar la tasca de recol·lecció fent que la fruita estigui més accessible al recol·lector. Per aprofitar al màxim aquests sistemes, durant la recol·lecció de la fruita, s'utilitzen trenets de palots per facilitar la recol·lecció. Els trenets, a més, facilita la implementació de la recol·lecció directe a palot per lo que es redueixen el potencial de cops que pot rebre la fruita. No obstant, actualment a les nostres contrades, el sistema de recol·lecció més utilitzat per la collita de les principals espècies de fruita dolça continua sent, pel que respecta a la logística de distribuir els palots per la parcel·la, repartir-los prèviament a la recol·lecció, i un cop omplerts pels operaris, retirar-los per gestionar el transport al magatzem, i per recol·lectar la fruita de l'arbre i omplir els palots s'utilitzen normalment galledes de 16 litres que els operaris omplen, i un cop plenes es desplacen fins al palot per buidar-les amb cura.

En un estudi previ realitzat en pomera al 2021 es va observar que la utilització de trenets per la mobilitat de palots durant la recol·lecció permet millorar els rendiments de les collites (kg collits/hora) respecte al repartiment i desplaçament tradicional de palots amb tractor i elevador (Torres i Faro, 2021). No obstant, una recol·lecció directe a palot no va suposar una millora en el rendiment de la recol·lecció respecte la utilització de cistelles tipus motxilles per la recol·lecció de fruita o galledes amb trineu. De fet, els millors rendiments es van obtenir amb l'ús de cistelles tipus motxilles en comparació a les galledes o la recol·lecció directe a palot.

Segons els sensors que duïen el operaris d'aquest estudi, la major eficiència per part del trenet s'explica per una reducció dels desplaçament que ha de realitzar l'operari per buidar al palot, mentre que en la comparativa

cistella vs. galleda o recol·lecció directe a palot, les diferències poden ser explicades per l'ergonomia que la cistella proporciona al treballador, reduint la distància entre la fruita de l'arbre i el contenidor on depositar-la, evitant-li la realització de girs i moviments improductius, el que s'acaba traduint en una reducció del temps necessari per depositar la fruita recol·lectada a la cistella.

Aquest resultat demostren que el trenet i la cistella poden reduir els temps de recol·lecció en sistemes de plantació intensives de pomera amb un reduït marc de plantació, on la distància entre el trenet i els arbres es minimitza, però es desconeix si aquestes avantatges es mantenen en plantacions semi-intensives, amb sistemes de formació voluminosos en vas i amb marc de plantació més amples, com són habituals en el cultiu del préssec.

En aquest estudi es va comparar els sistemes de distribució dels palots (dinàmic amb trenet vs. estàtic amb tractor+toro) i recol·lecció de la fruita del arbre (directe a palot vs. cistella vs. galleda) en una plantació de préssecs tradicional en vas semi-intensiva.

MATERIAL I MÈTODES

Objectiu

L'objectiu d'aquest estudi era demostrar si l'ús del trenet per la mobilització de palots i l'ús de la cistella tipus motxilla per la recol·lecció de la fruita poden millorar el rendiment de la recol·lecció en plantacions tradicionals de presseguer en vas semi-intensives, en comparació a un sistema estàtic de repartiment de palots amb tractor i toro, i la utilització de galledes amb trineu o la recol·lecció directe a palot.

Taula 2. Mètodes de transport de palots i de recol·lecció de fruita avaluats.

Transport de palots	Sistema de recol·lecció i buidat al palot
TRADICIONAL (repartiment tractor + elevador)	Galleda + trineu per dos galledes Cistella recol·lectora
TRENET	Galleda + trineu per dos galledes Directe a palot Cistella recol·lectora

Taula 1. Característiques de la parcel·la demostrativa.

Cultiu	Nectarina
Varietat	Tarderina
Portaempelt	GF-677
Marc de plantació	5 x 2,5
Sistema de formació	Vas
Any de plantació	2017
Superfície per a l'assaig	4.300 m ²

Material vegetal i tecnologia de cultiu

L'activitat demostrativa es va realitzar en una finca comercial de préssecs de la varietat 'Tarderina', situada al terme municipal de Corbins, comarca del Segrià (Lleida). Els arbres van ser plantats el 2017 a un marc de plantació de 5 x 2,5 m. El sistema de formació era en vas. A la interlínia es realitzaven passes de desbrossadora, mantenint una coberta vegetal permanent, mentre que a la zona de degoteig es realitzaven aplicacions d'herbicides per al control de males herbes. En la Taula 1 es resumeixen les característiques de la parcel·la.

Tractaments

Es van avaluar diferents mètodes de recol·lecció a partir de la interacció entre els sistemes per repartir i desplaçar els palots i els equipaments o contenidors que disposava l'operari per recol·lectar la fruita i abocar-la al palot. A la taula 2 s'especifiquen els diferents sistemes avaluats.

A continuació es fa una descripció dels diferents sistemes avaluats extreta del article tècnic presentat a la 'setmana fructícola de Mollerussa' al 2021 (Torres & Faro, 2021).

Sistemes per al transport i manipulació dels palots durant la recol·lecció

TRADICIONAL (repartiment tractor + elevador): aquest sistema consisteix en, prèviament a entrar a collir, repartir els palots pel reng amb un elevador (autopropulsat, o més freqüentment, enganxat al tractor) fent una estimació de la collita present als arbres. Durant la recol·lecció s'ajusta manualment la posició del palot segons les necessitats. Durant la jornada o quan s'ha acabat de collir, el tractorista els replega amb el tractor i l'elevador per deixar-los a la plaça o carregar al remolc o camió (Figura 1). A dia d'avui és el sistema més utilitzat per la majoria de productors a Catalunya.

TRENET (amb tractor o minitractor elèctric): es denomina trenet a una sèrie de mòduls, de petits remolcs, que poden dur un o dos palots.

enganxats un darrere de l'altre en forma de tren (d'aquí la seva denominació). Amb aquest sistema s'estalvia el repartiment i replegament dins i fora, respectivament, de la plantació. En definitiva, es redueix el temps de manipulació de palots. A més a més, es redueix la distància entre els recol·lectors i el palot disponible per abocar la fruita, per lo que es millora el rendiment de l'operari. L'arrossegament del trenet es fa habitualment amb tractor. Com alternativa al tractor, ha aparegut al mercat un minitractor elèctric de la companyia Ecogreen (Itàlia) per l'arrossegament de trens amb palots de fruita, adequat per a la recol·lecció de pomes, peres i préssecs, entre d'altres. Aquest sistema és una nova alternativa per la manipulació de palots dins la plantació. Pot remolcar de 10 a 12 palots, fent que la collita sigui molt eficient (Figura 2). Aquest sistema ha rebut molt interès en altres països europeus precisament per ser una màquina elèctrica i ecològica.



Figura 1. Sistema tradicional de recol·lecció de préssec mitjançant el repartiment previ i el replegament posterior de palots amb tractor i elevador.



Figura 2. Sistema de trenet remolcat per tractor per la recol·lecció de fruita (a dalt esquerra) i minitractor elèctric per al remolc de palots (a dalt dreta i a baix).

Sistemes de recol·lecció i abocat de la fruita al palot

GALLEDA i trineu: l'ús de galledes de 16 L és el sistema tradicional per collir fruita a les nostres contrades. Tot i ser un sistema pràctic i barat, pot suposar alguns inconvenients. El principal són els cops que pot rebre la fruita si el operari no és especialment curós. Un altre inconvenient és la necessitat de 'patinets' o 'trineus' per transportar les galledes i evitar que el recol·lector tingui que d'ajupir-se per deixar la fruita (Figura 3).

CISTELLA recol·lectora: són cistelles robustes i confortables que ajuden a recol·lectar la fruita, especialment la més delicada. Disposen d'una robusta però lleugera carcassa en alumini protegit amb recobriment de PVC. Estan internament enfundats en goma escuma que impedeix els danys als fruits més delicats. Son

de fàcil buidat en palots o caixes. El llarg sac per la part inferior frena la rotació dels fruits reduint els danys en els mateixos. Segons els models, el sac pot ser en PVC o bé tela molt robusta. Porten una cinta que disminueix la pressió sobre l'esquena. La capacitat de la cistella es pot triar de 16 o 12 kg segons l'envergadura de l'operari (Figura 4).

DIRECTE a palot: en espècies o varietats especialment sensibles als cops, recol·lectar la fruita de l'arbre directament al palot, sense utilitzar galledes o cistelles, pot ajudar a reduir els danys per cops. Aquest sistema es pot implantar fàcilment amb un sistema de remolc de palots amb trenet, marcs de plantació estrets i sistemes de formació poc voluminosos (Figura 5).



Figura 3. Recol·lecció de préssecs amb galledes i trineu.



Figura 4. Recol·lecció i buidatge de la fruita al palot amb cistella recol·lectora.



Figura 4. Recol·lecció de pomes directe a palot.

Paràmetres avaluats

Rendiments i moviments durant la recol·lecció

Durant un torn de treball continu es va quantificar el rendiment de recol·lecció de cada un dels tractaments. Cada tractament es va avaluar sobre una superfície aproximada de 900 m². Es va disposar de dos colles de quatre operaris més un tractorista. En un mateix torn de treball es provaven, simultàniament, dos sistemes de manipulació de palots combinats amb un dels sistemes de recol·lecció. Els operaris van dur ficat un podòmetre a la cintura i un altre al canell per caracteritzar el grau de moviment que feien en cada sistema de recol·lecció (Figura 6).

Cada hora, aproximadament, es va anotar una estimació de la producció recol·lectada per cada sistema (volum del palot omplert) per tal de registrar l'evolució del rendiment en funció del moment del dia. Al final de la jornada es pesava tota la producció recol·lectada per cada sistema. Es va anotar per cada cas la maquinària i equips utilitzats (tractors, toros, patinets,...) per dur a terme la collita i les hores de treball de la maquinària (tractors, toros,...).

Incidència de cops

Paral·lelament, es va fer una prova per avaluar la incidència de cops segons el contenidor utilitzat per portar la fruita al palot (cistella, galleda, directe a palot). La prova es va realitzar en la varietat de préssec groc '58-GC-76' al considerar aquest tipus de préssec més sensible als cops. Una mostra de fruita de 200 fruits recol·lectada amb cada contenidor es va conservar en

frigoconservació. Després de una setmana i 24 hores en condicions de 'shelf life' es va fer una avaluació visual de l'aspecte del fruit (presència de cops, podridures, etc).

Estudi econòmic

Finalment, es va realitzar un estudi econòmic dels cost de la recol·lecció on es va contemplar el rendiment de recol·lecció de cada sistema (kg/h), el cost de la mà d'obra (10 €/h) i el lloguer dels trenets (3,5 €/trenet i dia). La despesa per les galledes, trineus i cistelles es va depreciar pel seu baix cost respecte el temps d'amortització.

RESULTATS I DISCUSIÓ

Rendiments de recol·lecció

Entre els sistemes de repartiment i transport de palots, el TRENET va incrementar un 11% el rendiment de la recol·lecció de préssecs respecte a la distribució TRADICIONAL (239 vs. 216 kg/h). Entre els sistemes de recol·lecció i buidatge de la fruita, el sistema amb CISTELLA va obtenir el rendiment més alt (264 kg/h), seguit del sistema GALLEDA (216 kg/ha) i, per últim, la recol·lecció DIRECTE a palot (187 kg/h) (Figura 7).

Al comparar les combinacions possibles entre els sistemes de repartiment i transport de palots i els sistemes de recol·lecció i buidatge de la fruita, el sistema TRENET-CISTELLA va registrar el rendiment de recol·lecció més alt (297 kg/h), seguit del TRENET-GALLEDA i TRADICIONAL-CISTELLA, els dos gairebé



Figura 6. Detall del podòmetre a la cintura, per comptar passos, i al canell, per comptar moviment del braç, en un dels operaris.

sense diferències (232–230 kg/h) (Figura 8). El sistema de recol·lecció DIRECTA a palot (únicament provat per al TRENET) va registrar els valors de rendiment més baixos (187 kg/h).

Avaluació dels moviments

Segons les dades enregistrades pels podòmetres, el sistema amb TRENET va reduir en un 26% el moviment en passos necessaris per recol·lectar un kg de fruita (Figura 9). La reducció de desplaçament per al buidatge al palot i, en definitiva, la reducció de moviments improductius, ens explicaria el major rendiment dels TRENETS respecte al sistema TRADICIONAL.

Entre els sistemes de recol·lecció i buidatge de la fruita, la CISTELLA va ser la opció que va requerir la realització d'un major nombre de passos per

kg de fruita recol·lectada, independentment del sistema de repartiment i distribució de palots. Una de les causes de les diferències en el desplaçament entre la CISTELLA i la GALLEDA es deguda a la fet que, tot i que el volum de la CISTELLA es 1,3 vegades superior a la GALLEDA, amb la GALLEDA es va utilitzar un trineu que permetia omplir dos galledes simultàniament, reduint els desplaçaments per buidar-les al palot. El sistema DIRECTE a palot va requerir un número de passos similar a la GALLEDA però amb un rendiment de recol·lecció inferior.

Aquestes diferències entre contenidors també es van observar en l'assaig realitzat en pomera (Torres & Faro, 2021). Aquets resultats suggereixen que la distància entre el palot i l'arbre no sembla ser el principal motiu que determina el rendiment de recol·lecció del contenidor

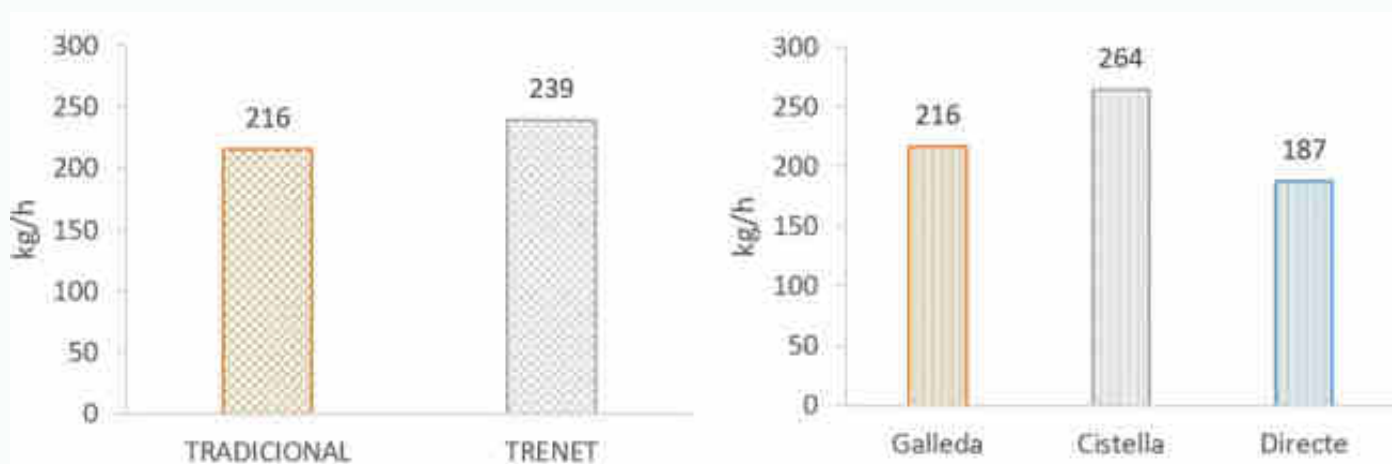


Figura 7. Rendiments segons el sistema de repartiment i transport de palots (esquerra) i segons el sistema de recol·lecció i buidatge de la fruita al palot (dreta).

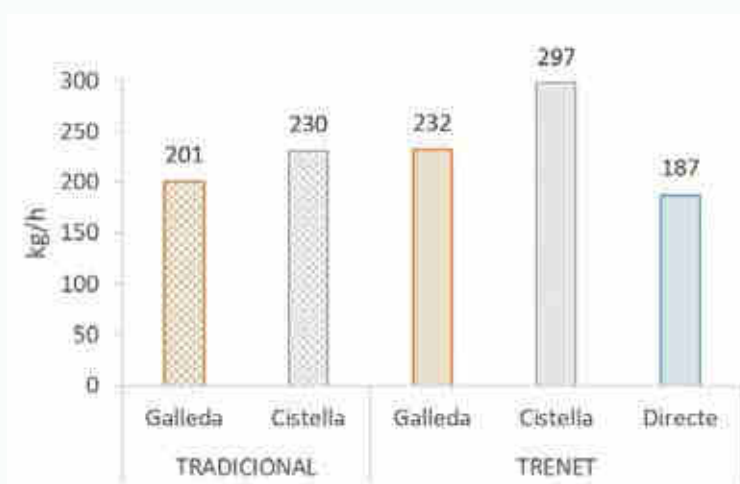


Figura 8. Rendiments segons les diferents combinacions de sistemes de repartiment i distribució de palots i de recol·lecció i buidatge de la fruita al palot.

utilitzat per portar la fruita al palot. Per lo tant, la eficiència en el rendiment de recol·lecció depèn més de la durada dels moviments que es realitzen per collir la fruita a l'arbre i depositar-la al contenidor utilitzat (cistella o galleda i palot) que de la distància entre l'operari i el palot. En aquest sentit, la recol·lecció DIRECTE a palot requereix una sèrie de moviments de major durada per depositar la fruita de l'arbre al palot que no es quantifiquen amb passos i que fan reduir el rendiment de recol·lecció.

Per una altra banda, La CISTELLA va ser el contenidor que va requerir la realització d'un major nombre de passos per kg de fruita recol·lectada, independentment del sistema de repartiment i distribució de palots (Figura 9). Però va ser el sistema de recol·lecció més eficient, tant per la recol·lecció de préssecs com de pomes. Aquest fet s'explicaria per l'ergonomia de les cistelles que permeten ser més eficients

en la recol·lecció de la fruita de l'arbre, reduint la distància entre el fruita a l'arbre i el contenidor on depositar-la i, en conseqüència, els moviments estàtics i improductius que es produeixen amb els altres sistemes. Aquesta major eficiència en la recol·lecció del fruit de l'arbre compensa el temps de desplaçament per buidar les cistelles al palot, convertint-lo en el contenidor més eficient per la recol·lecció.

Incidència de cops

La prova d'incidència de cops es va realitzar en la varietat de préssec groc '58-GC-76', al considerar aquest tipus de préssec més sensible. Es van avaluar els tres sistemes per portar la fruita de l'arbre al palot (GALLEDA, CISTELLA, DIRECTE). La fruita es va guardar set dies en càmera i un dia a temperatura ambient. Es van valorar els enfosquiments epidèrmics que es veia que havien afectats a la polpa (degut o

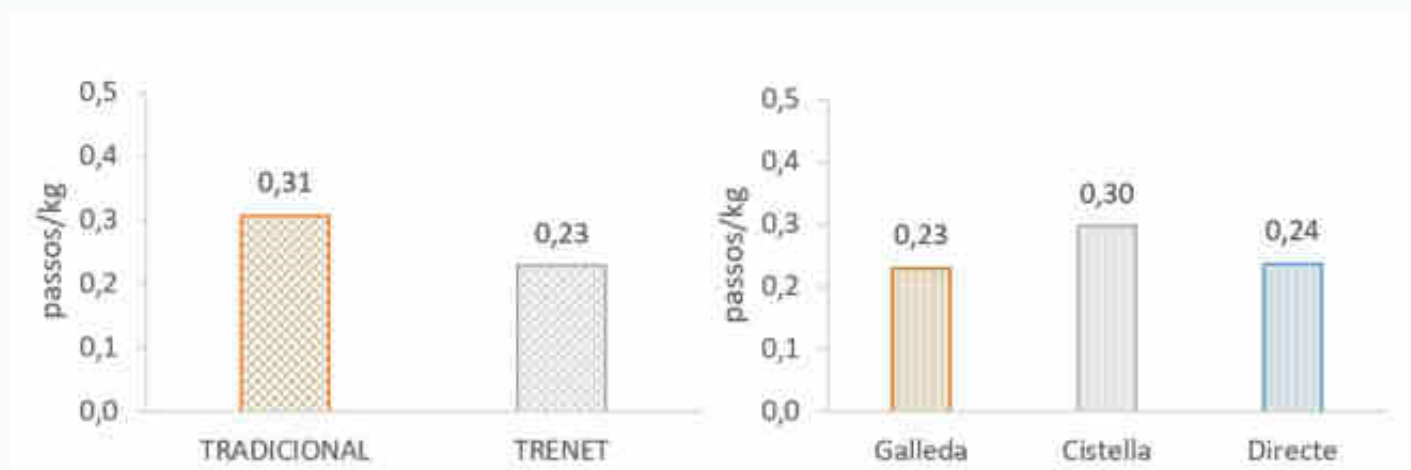


Figura 9. Moviments mesurats amb podòmetre per kg de fruita recol·lectada segons el sistema de repartiment i distribució de palots (esquerra) i el sistema de recol·lecció i buidatge de la fruita al palot (dreta).

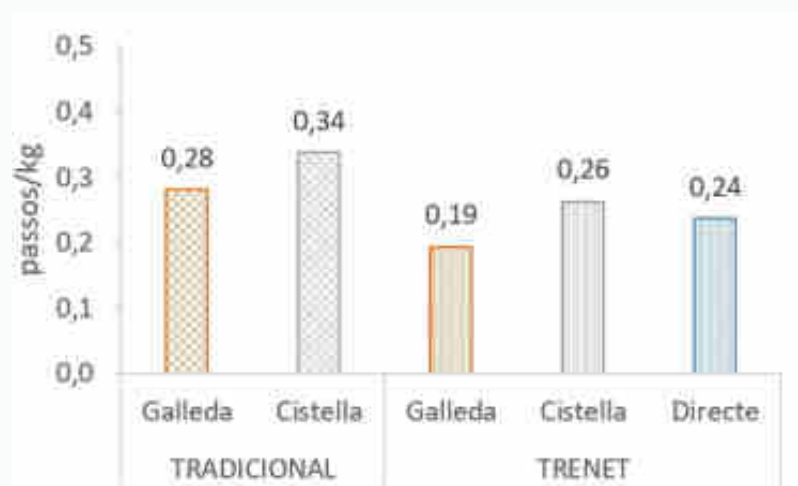


Figura 10. Moviments mesurats amb podòmetre per kg de fruita recol·lectada segons el sistema de repartiment i transport de palots (esquerra) i segons el sistema de recol·lecció i buidatge de la fruita al palot (dreta).

bé a cops al buidar, o bé a pressions al collir o transportar-los dins els recipient de collita). La incidència d'afectació va ser en el conjunt de l'assaig inferior al 5% i sense diferències significatives entre els diferents sistemes. No obstant, cal dir que el sistema amb menys cops va ser la recol·lecció directe a palot, confirmant la tendència ja observada a l'assaig amb poma (Figura 12).

Estudi econòmic

La simulació dels cost de recol·lecció es va fer per una varietat de préssec amb un potencial de producció de 30 t/ha i el lloguer (3,5 €/trenet i dia) de vuit trenets (4 trenets per recol·lectar i 4 trenets de substitució). Altres factors com el temps de preparació, repartiment i/o canvis de palots plens per buits, no s'han considerat al estar estretament relacionats amb les característiques de la plantació (superfície, distància entre magatzem i plantació, etc.).

La recol·lecció DIRECTE a palot va suposar el cost de recol·lecció més elevat (2166 €/ha), mentre que la recol·lecció amb CISTELLA va ser la més econòmica, amb molt poques diferències entre els sistemes de repartiment de palots (1364–1304 €/ha). Per una altra banda, el cost de recol·lectar amb TRENET i GALLEDA va ser més elevat que utilitzant el repartiment TRADICIONAL estàtic de palots i la GALLEDA (1746 vs. 1493 €/ha).

Cal remarcar que el trenet, a part de reduir el temps de recol·lecció, pot aportar altres avantatges relacionades amb la logística de repartiment dels palots, especialment en plantacions de gran superfície. A més a més, les diferències entre els trenets i repartiment estàtic possiblement s'escurçarien, o inclús s'intercanviarien, en el cas d'estimar el cost d'adquisició dels trenets i el temps d'amortització enlloc del lloguer tal com s'ha considerat en aquest supòsit. Tot i així, considerem que els resultats obtinguts són un



Figura 11. Exemple de cops avaluats en préssec groc '58-GC-76'.

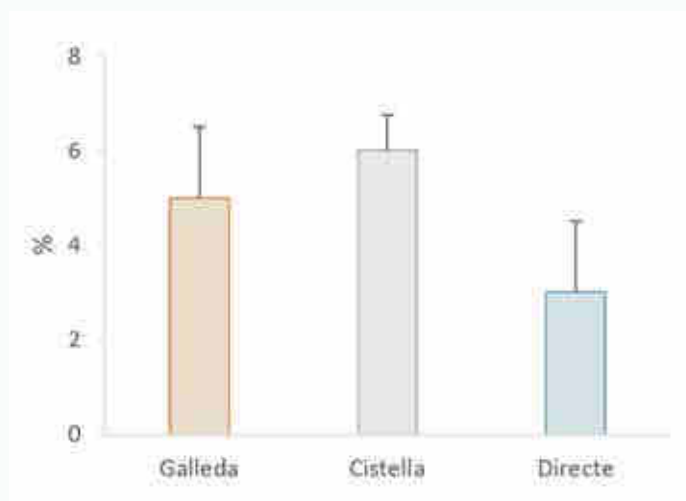


Figura 12. Percentatge de fruits amb cops en préssec groc '58-GC-76'.

Taula 3. Estudi econòmic per a una varietat de préssec amb potencial productiu de 30 t/ha.

	TRENET			TRADICIONAL (estàtic)	
	DIRECTE	CISTELLA	GALLEDA	CISTELLA	GALLEDA
COST TRENETS (€/h)	3,5	3,5	3,5	-	-
COST MÀ D'OBRA (€/h)	10	10	10	10	10
RENDIMENT (kg/h)	187	297	232	230	201
RENDIMENT (h/ha)	160	101	129	130	149
COST (€/ha)	2166	1364	1746	1304	1493

bon punt de partida per la presa de decisió del sistema més eficient per la nostra plantació.

CONCLUSIONS

Els resultats obtinguts en préssec al 2022 han anat en la línia amb els obtinguts en poma al 2021. A continuació es fa un repàs de les conclusions obtingues.

- El TRENET permet assolir rendiments de collites (kg collits/hora) superiors al repartiment TRADICIONAL estàtic de palots amb tractor i elevador. Aquesta major eficiència es pot explicar per una reducció dels desplaçament que ha de realitzar l'operari per buidar al palot.
- Els millors rendiments es van obtenir amb la CISTELLA tipus motxilla, tot i que va requerir un major nombre de desplaçament per anar a buidar al palot. Aquestes diferències podrien ser degudes a l'ergonomia que la CISTELLA proporciona al treballador, reduint la distància entre la fruita a l'arbre i el contenidor, el que permet reduir la realització de moviments improductius i escurçar el temps per depositar la fruita recol·lectada al contenidor. La recol·lecció DIRECTE a palot no va suposa una millora en el rendiment de la recol·lecció respecte la utilització de CISTELLES o GALLEDES amb trineu, degut a que requereix de moviments de més durada per depositar la fruita de l'arbre al palot.
- Amb el sistema DIRECTE a palot es va reduir el percentatge de fruits amb cops, tot i que amb diferències no significatives entre els diferents sistemes.
- La utilització de CISTELLES va suposar un estalvi econòmic en el cost de la recol·lecció, independentment del mètode de repartiment de

palots, mentre que la recol·lecció DIRECTE a palot amb TRENETS va ser el sistema amb el cost de recol·lecció més elevat.

AGRAIMENTS

Els autors volem agrair a Joan Pijoan, director tècnic de Nutriconsell SL, a l'Eduard Argiles, de l'empresa Argilés Disseny i Fabricació SL, al David Solans, soci de la Cooperativa Fruitera de Corbins, i a Xavier Maimó de l'empresa Maimó Fruits SL, per la seva col·laboració en la realització d'aquest treball.

Aquesta activitat forma part del projecte demostratiu "Millora del rendiment de la recol·lecció de fruits (RECFRUIT)", finançat a través de l'Operació 01.02.01 de Transferència Tecnològica del Programa de desenvolupament rural de Catalunya 2014-2020.



REFERÈNCIES

- Torres, E. & Faro, C. (2021). Com podem millorar l'eficiència i qualitat a la recol·lecció?. IRTA Setmana Fructícola 2021, p. 151-155. <https://www.irta.cat/wp-content/uploads/2022/06/ARTICLE-com-podem-millorar-eficacia-i-qualitat-recolleccio.pdf>
- Torres, E. & Faro, C. (2022). Projecte RECFRUIT: Com millorar el rendiment en recol·lecció i Guia de Bones Pràctiques per a fructicultors. XXVI Exposició del Préssec i la Nectarina, p. 17-21. https://www.irta.cat/wp-content/uploads/2022/06/CAT_-RECFRUIT-exposicio-pressec-nectarina-2022-2.pdf



ASF Edition

by A&L Maillard

Variedades aromáticas de gran sabor,
atractivas, muy productivas, de larga vida
comercial y disponibles durante todo
el calendario de producción.

regalin
Le virtuose du goût

Candine
Tu te souviens?

ondine
Le snack sain & gourmand !

Nectarinas | Melocotones | Albaricoques
Paraguayos | Nectarinas planas
Cerezas | Manzanas



Viveros autorizados

Frutaria
Life

QUALITYPLANT
ROBERTY'S HAILNEY SYSTEM

Exposició comentada de varietats de préssec i nectarina

Gemma Reig, IRTA - Programa fructicultura

CONDICIONS CLIMATOLÒGIQUES DE L'ANY 2022

Des de ja uns anys s'observa que els hiverns (des de 1 de desembre al 28 de febrer) estan essent més càlids. De fet, aquest és el quart hivern més càlid des de que es té registre de dades, i el tercer més càlid del segle XXI, per darrera dels hiverns 2019-2020 i 2015-2016.

El mes de gener ha estat bastant càlid, sobretot durant la segona setmana arribant a valors màxims de 18°C (Figura 1) i mínims de 7°C (Figura 2) el dia de 10 gener. Per altra banda, a partir de la segona quinzena, tant els valors

màxims (Figura 1) com mínims (Figura 2) s'han situat per sota de la mitjana del període 2007-2022, principalment les temperatures mínimes, ocasionant una onada de fred entre els dies 14 i 18 de gener. Aquest situació és el que ha causat que aquest 2022 s'hagi registrat una anomalia tèrmica negativa de -1°C a les zones internes de la Vall de l'Ebre.

El mes de Febrer també ha estat càlid, amb valors superiors a 16°C la majoria dels dies (Figura 1). En quant als valors mínims, principalment els registrats durant la primera quinzena, han variat entre 2-4°C per sota si es compara amb dades registrades al 2021 pel mateix període (Figura 2).

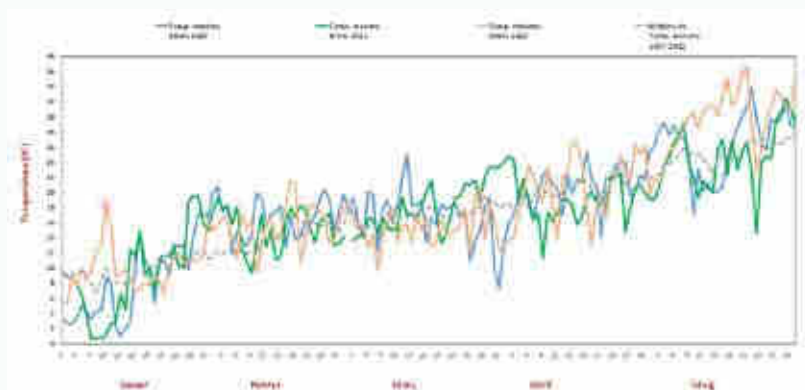


Figura 1. Temperatures màximes diàries dels mesos de gener, febrer, març, abril i maig de 2020, 2021 i 2022, i la mitjana del període 2007-2022 registrades a la Finca de Gimennells de l'IRTA-Programa Fructicultura. Font dades climàtiques: DACC



Figura 2. Temperatures mínimes diàries dels mesos de gener, febrer, març, abril i maig de 2020, 2021 i 2022, i la mitjana del període 2007-2022 registrades a la Finca de Gimennells de l'IRTA-Programa Fructicultura. Font dades climàtiques: DACC.

El període total de floració de les varietats avaluades aquest 2022 a la Finca de Gimènells ha començat a mitjans de febrer i ha acabat a la primera setmana d'abril. Pel mateix nombre de varietats avaluades tant en el 2021 com en el 2022, la data d'inici de floració s'ha endarrerit 10 dies respecte al 2021. En el present document s'indica tan sols la data de plena floració corresponent a 2022.

El mes de març ha estat un mes bastant fred, on la nuvolositat ha fet que l'oscil·lació tèrmica diària fos baixa, amb temperatures màximes (Figura 1) i mínimes (Figura 2) relativament baixes i altes respectivament. Aquesta tònica ha continuat durant la primera setmana del mes d'abril. De fet, és en aquesta setmana, i concretament els dies 2, 3 i 4 d'abril, quan s'han enregistrat les temperatures mínimes més baixes d'un mes d'abril, durant els darrers 30 anys. Els valors més extrems s'han observat en dies diferents, depenent de la zona. A la nit del 2 al 3 d'abril es va arribar a valors inferiors a -5°C , en algunes estacions meteorològiques de l'interior de Catalunya. A Gimènells, les varietats de presseguer van estar sotmeses durant 6 hores a temperatures per sota de 0°C durant dos nits consecutives, les del 3 i 4 d'abril concretament. En aquest dies, les varietats es trobaven en diferents estadis fenològics, però la majoria ja estaven en la fase de caiguda del collar o inici del quallat del fruit, ambdós estadis molt sensibles a temperatures per sota de 0°C .

En contra, el mes de maig ha estat un mes molt càlid. En concret, ha estat el mes càlid registrat al segle XXI i el segon des de mitjans del segle XX. A Gimènells s'ha registrat temperatures superiors a 30°C a partir del 9 de maig (Figura 1) en la majoria dels dies, mentre que les mínimes quasi no han baixat de 10°C durant el mateix període de temps (Figura 2).

Les temperatures diàries (màximes i mínimes) registrades a l'Estació Meteorològica de Gimènells per als mesos de juny i juliol s'exposen a les Figures 3 i 4. Aquests dos mesos destaquen per haver estat molt calorosos i haver registrat una onada de calor en cadascun d'ells, on s'han registrat tres dies seguits amb valors superiors a 40°C . Tot i això, durant aquest dos mesos també s'han registrat molts dies amb temperatures

superiors a 36°C . Destaca sobretot el mes de juliol, amb un període de 14 dies seguits (des del 9 al 22 de juliol) amb valors màxims iguals o superiors a 36°C , mentre que al juny va ser un període més curt, 8 dies (del 11 al 18 de juny). La primera quinzena de juny ha sigut la més càlida a l'Estat Espanyol des del 1950. A tot això, s'hi ha afegit que cada cop més tenim nits tropicals, amb temperatures superiors als 20°C .

El mes d'agost també ha sigut un mes càlid (Figures 5 i 6). De fet, és el segon mes d'agost més càlid del que portem de segle XXI. Destaca principalment l'onada de calor registrada les dues primeres setmanes d'agost, amb valors superiors als 36°C tots els dies, i pròxims als 40°C els dies 3 i 12 d'agost. El mes de setembre ha continuat amb la tònica de calor, principalment els 12 primers dies del mes, amb valors màxims entre 1 i 4°C per sobre de la mitja de temperatura màxima registrada entre el 2007 i el 2022. A partir d'aquí, les temperatures s'han normalitzant per l'època de l'any, a excepció de 2 dies a finals de mes on les temperatures mínimes van estar 2°C per sota la mitjana.

Respecte a la pluviometria, aquest 2022, principalment des de gener fins a juliol, s'ha caracteritzat per ser un any sec, tot i que ha tingut mesos amb bastanta pluja acumulada (Figura 7). Durant els mesos de gener i febrer tan sols s'han registrat 8 litres a la finca de Gimènells. En contra, els mesos de març i abril han destacat per ser molt plujosos, amb una pluviometria acumulada de 39,2 i 52,8 litres respectivament, mentre que el mes de maig tan sols ha acumulat 9 litres. Malgrat que la primavera ha estat plujosa, les pluges no han estat suficients per revertir la sequera meteorològica amb la que va acabar l'hivern.

La precipitació acumulada durant els mesos de juny i juliol ha estat també baixa (Figures 8), principalment l'acumulada durant el mes de juny, amb valors acumulats de 13,9 i 32,8 litres respectivament. Tan sols ha destacat el 6 juliol on s'ha registrat 24,2 litres.

El mes d'agost ha acumulat 30 litres en tan sols dos dies, on el 82% s'ha registrat tan sols en un dia (24,6 litres el 29 d'agost) (Figura 9). El mes de setembre no ha sigut molt diferent, en

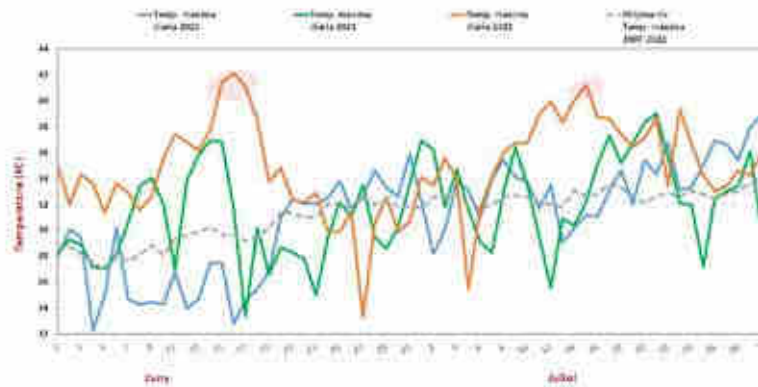


Figura 3. Temperatura màxima diària dels mesos de juny i juliol de 2020, 2021 i 2022 i la mitjana del període 2007-2022 corresponents a la finca de Gimènells de l'IRTA-Programa Fructicultura. Font de les dades climàtiques: DACC.

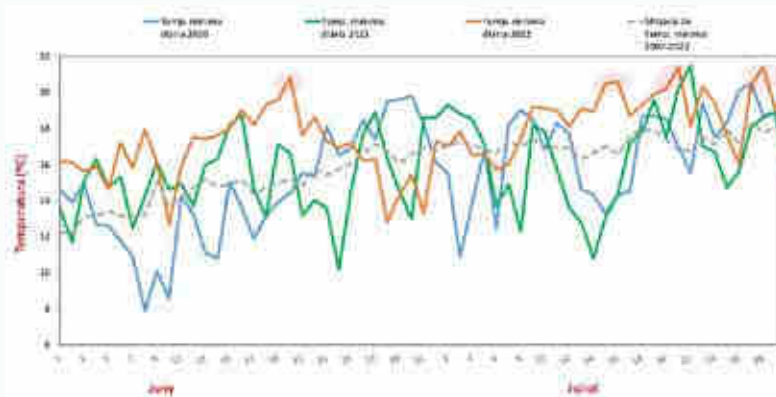


Figura 4. Temperatura mínima diària dels mesos de juny i juliol de 2020, 2021 i 2022 i la mitjana del període 2007-2022 corresponents a la finca de Gimènells de l'IRTA-Programa Fructicultura. Font de les dades climàtiques: DACC.

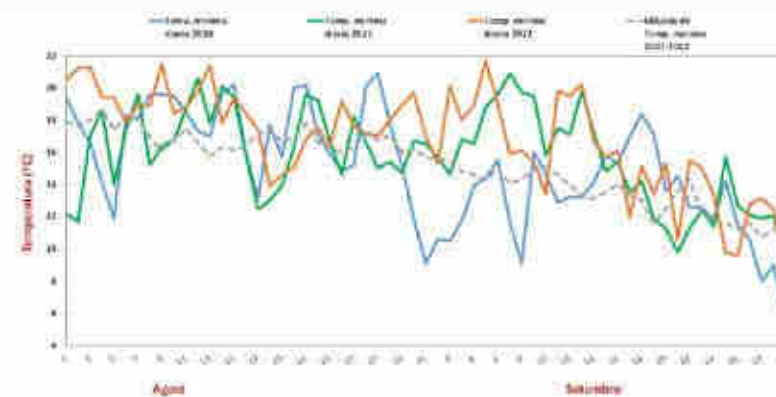


Figura 5. Temperatura mínima diària dels mesos d'agost i setembre de 2020, 2021 i 2022 i la mitjana del període 2007-2022 corresponents a la finca de Gimènells de l'IRTA-Programa Fructicultura. Font de les dades climàtiques: DACC



Figura 6. Temperatura màxima diària dels mesos d'agost i setembre de 2020, 2021 i 2022 i la mitjana del període 2007-2022 corresponents a la finca de Gimènells de l'IRTA-Programa Fructicultura. Font de les dades climàtiques: DACC.

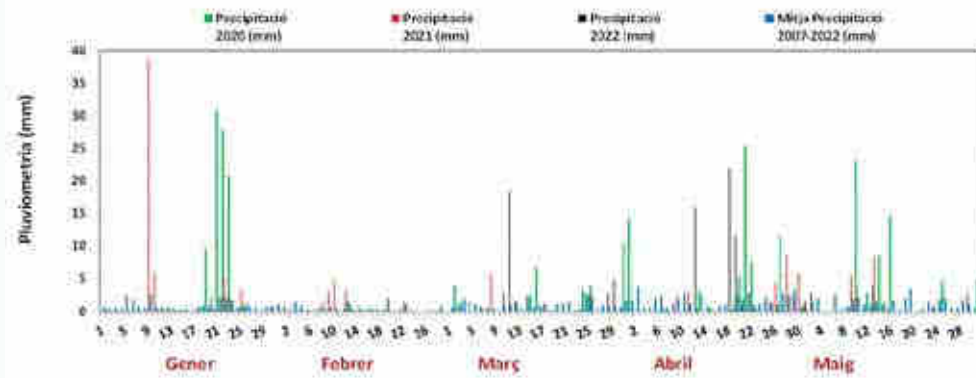


Figura 7. Pluviometria diària dels mesos de gener, febrer, març, abril i maig de 2020, 2021 i 2022, i la mitjana del període 2007-2022 corresponents a la finca de Gimènells de l'IRTA-Programa Fructicultura. Font de les dades climàtiques: DACC.

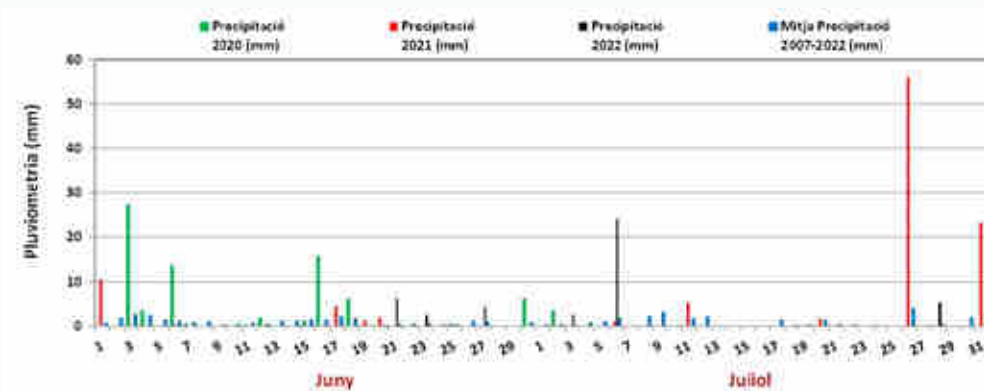


Figura 8. Pluviometria diària dels mesos de juny i juliol de 2020, 2021 i 2022 i la mitjana del període 2007-2022 corresponents a la finca de Gimènells de l'IRTA-Programa Fructicultura. Font de les dades climàtiques: DACC.

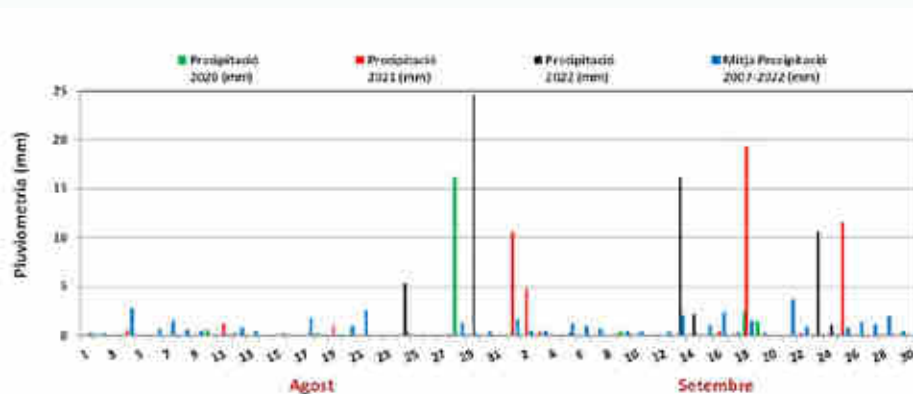


Figura 9. Pluviometria diària dels mesos d'agost i setembre de 2020, 2021 i 2022 i la mitjana del període 2007-2022 corresponents a la finca de Gimènells de l'IRTA-Programa Fructicultura. Font de les dades climàtiques: DACC.

quant a pluja acumulada (30,3 litres), però si en freqüència (nº dies que ha plogut). Ha plogut 5 dies enfront dels 2 del mes d'agost. Des de l'1 de gener fins al 30 de setembre ha plogut 107 litres, 50 litres menys si es compara amb dades del 2021 pel mateix període.

Finalment, cal mencionar les pedregades produïdes durant el mes d'agost, principalment les dels dies 3, 5 i 8 d'agost, moment de plena producció de préssec en la nostra zona productora. Les hectàrees afectades en els municipis d'Albesa, Alcarràs i Lleida van superar les 50 hectàrees, amb una afectació de la producció entre el 40 i el 50% (Font: AFRUCAT).

Les condicions meteorològiques que s'han donat des del gener fins al setembre a la finca de Gimenells s'han traduït en:

- Retard inici floració respecte a 2021.
- Poca o gens necessitat d'aclarida de fruits en la majoria de les varietats, degut a les gelades produïdes durant el mes d'abril.
- Retard en la recol·lecció de 5-10 dies respecte a 2021, depenent de les varietats.
- Afectació per lenticel·la en algunes varietats en particular de nectarina i nectarina plana.
- Fruits que no han expressat el seu màxim potencial de creixement i s'han quedat petits.
- Maduració accelerada i irregular en els fruits anteriorment mencionats.
- Sabors estranys en alguns fruits.
- Maduració ràpida en postcollita.
- Tancament pistil·lar del préssec i nectarina plana afectat en algunes varietats, degut en bona part a l'afectació del fruit per les gelades consecutives i a la pluja acumulada durant el mes d'abril.
- Percentatge de fruits amb pinyols oberts semblant o inferior a la mitjana dels anys anteriors avaluats.
- Poca afectació per Monilinia des de finals d'agost fins a finals de setembre, si es compara amb altres anys.

PRODUCCIÓ EUROPEA, ESPANYOLA I CATALANA

A nivell europeu, la producció de préssec (totes les tipologies de fruit incloses) aquest 2022 trenca la tendència dels dos últims anys. La producció és major a la registrada l'any anterior, però inferior a la mitja dels últims 5 anys. De fet, la previsió diu que la producció s'ha incrementat un 8% respecte al 2021, però encara és un 20% inferior respecte a la mitja 2016-2020 (Figura 10).

Entre els països productors de préssec, tots han incrementat la seva producció a excepció de l'Estat Espanyol. Aquesta reducció de la producció és deguda principalment a les gelades produïdes, anteriorment descrites, a les zones productores de l'Estat Espanyol, però amb intensitat i longitud variable depenent la zona. Si es compara amb les produccions de l'any passat, que també van ser baixes, s'estima que aquest 2022 es produirà un 31% menys de tones de préssec.

Segons les dades estimades de producció per aquest 2022, les gelades produïdes durant el mes d'abril han provocat que l'Estat Espanyol deixi de ser el primer productor de préssec a nivell Europeu des de 2016. Itàlia el podria

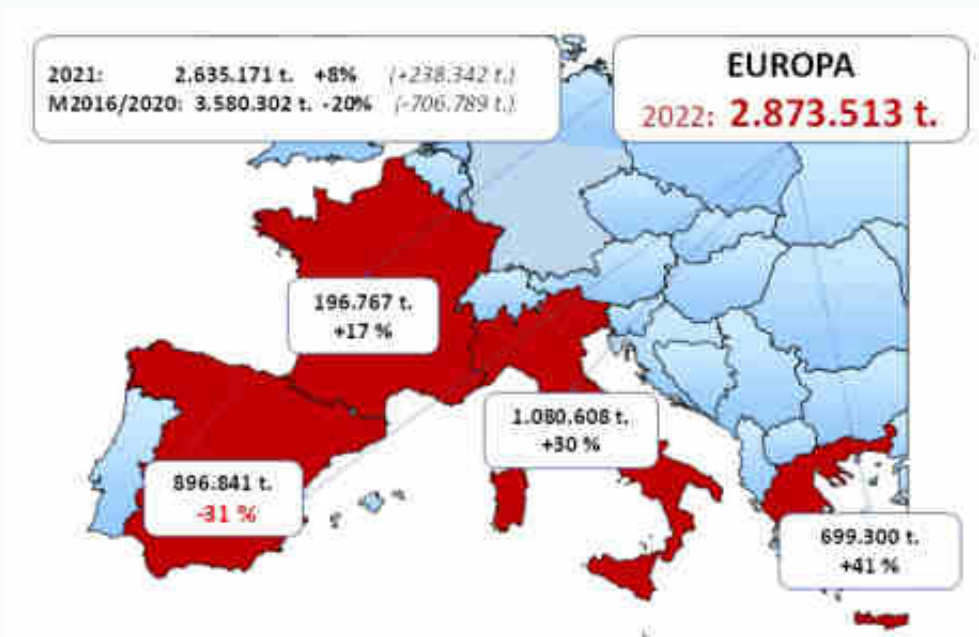


Figura 10. Previsions de collita de préssec (totes les tipologies de fruit) per al 2021 als diferents països d'Europa. Font: EUROPECH'2022 i AFRUCAT.

superar en uns 100.000 tones, aproximadament. Respecte a les diferents tipologies de fruit a nivell de l'Estat Espanyol, es preveu una reducció de la producció de préssec d'un 26%, d'un 19% per la de préssec pla, d'un 28% per la de nectarina i d'un 45% per la de pavia.

L'evolució de les produccions a Espanya al llarg del període 1991-2022 s'exposen en la Figura 11. S'observa clarament que la nectarina continua essent la tipologia de fruit més cultivada en els últims 10 anys, seguida del préssec, préssec pla i pavia.

S'estima que aquest 2022 Murcia serà la comunitat autònoma amb més producció de préssec (328.000 t.), seguida de Catalunya (165.550 t.), Aragó (152.539 t.), Extremadura (121.400 t.), Andalusia (63.442 t.) i País Valencià (12.720 t.).

METODOLOGIA D'AVALUACIÓ DE VARIETATS DE PRÉSSEC I NECTARINA

La parcel·la d'avaluació de noves varietats de préssec i nectarina es troba situada a la finca de Gimennells de l'IRTA-Programa de Fructicultura. Inicialment, i fins al 2007, les varietats en avalució estaven plantades a la Finca de Mollerussa de l'IRTA-Programa de Fructicultura i a Mas Badia (Girona) en el marc del Programa d'Introducció i Avalució de Material Vegetal que l'IRTA desenvolupa a Catalunya des de 1994.

A principis del 2007 es va iniciar la plantació d'una nova parcel·la a la finca de Gimennells, que és on actualment ja s'avaluen totes les varietats, al ser una zona més representativa que Mollerussa per a la producció de préssec.

A la primavera de 2014 i donat l'elevat risc de pedregades, es va procedir a la cobertura amb xarxes antipendra de la parcel·la d'avalució de les noves varietats de préssec a l'IRTA de Gimennells.

Cada varietat plantada a la parcel·la d'avalució consta de 3 arbres per varietat, empeltada generalment sobre INRA®GF-677, encara que en alguns casos sobre Garnem® o Cadaman®, i en un marc de plantació de 5 x 3 m (667 arbres / ha) amb vas català com a sistema de formació. La metodologia que s'ha utilitzat per a l'avalució de cada varietat aquest 2022 és:

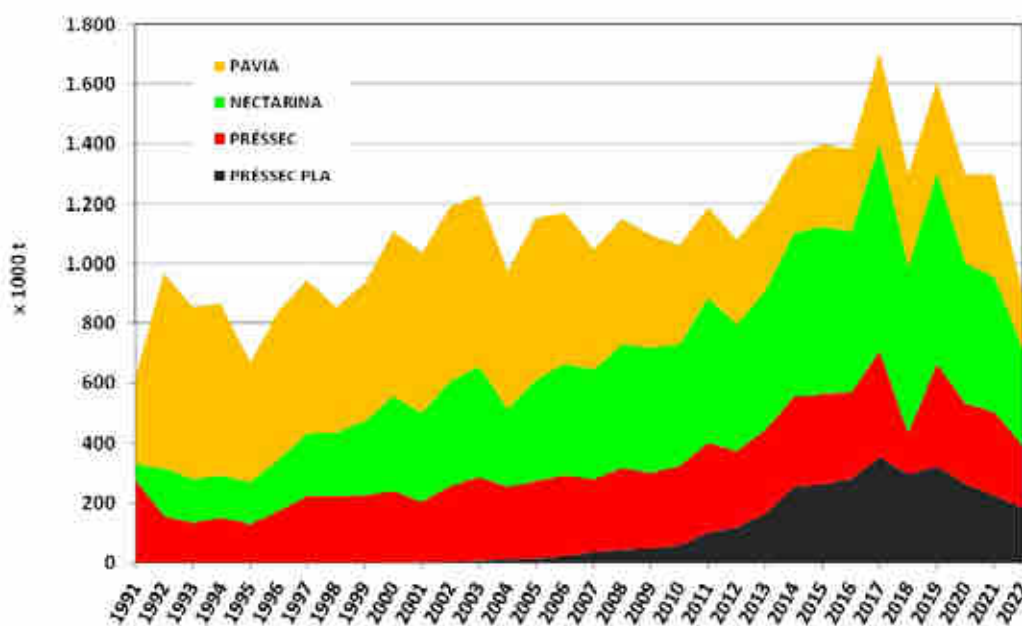


Figura 11. Producció total acumulada i evolució de la producció de les principals tipologies de préssec a Espanya al llarg del període 1991-2022. Font: EUROPECH'2022 i AFRUCAT

Paràmetres pre-collita

Data de floració:

- Inici: 5 % de les flors totals estan obertes.
- Plena: 80 % de les flors totals estan obertes.
- Final: 100 % del pètals caiguts.

Susceptibilitat a gelades primaverals:

En algunes varietats, s'ha avaluat més de 100 flors o fruitets (depenent de l'estadi fenològic de la varietat) després de les gelades produïdes les nits del 3 i 4 d'abril.

Floribunditat:

- Baixa (↓): menys de 20 flors/metre lineal de rama mixta.
- Mitja (≈): 20-40 flors/metre lineal de rama mixta.
- Alta (↑): més de 40 flors/metre lineal de rama mixta.

Paràmetres collita

Producció (Kg/arbre) i calibre dels fruits

Qualitat del fruit

Avaluació de la fermesa, el contingut de sòlids solubles (sucres, IR), i l'acidesa.

Paràmetres postcollita (30 dies a 0,5°C + 2 dies a 20°C)

Qualitat del fruit

Avaluació de la fermesa, el contingut de sòlids solubles (sucres, IR) i l'acidesa.

Capacitat/Potencial de conservació:

Avaluació de danys per fred (farinositat i enfosquiment de la polpa). A partir dels resultats obtinguts, es considera que una varietat té una ALTA capacitat de conservació si el percentatge de fruits afectats per farinositat i/o enfosquiment de la polpa és inferior al 25%; MODERADA si el percentatge de fruits afectats per farinositat i/o enfosquiment de la polpa està entre el 25% i el 50%; i BAIXA si el percentatge de fruits afectats per farinositat i/o enfosquiment de la polpa és superior al 50%.

A continuació s'exposen les dades més destacables de les varietats en avaluació a la Finca de Gimenells de l'IRTA-Programa de Fructicultura, amb un període de recol·lecció comprès entre principis d'agost i finals de setembre de 2022.

Recordar que els resultats exposats corresponen a un indret concret de plantació i a una tecnologia específica de producció (sistema de formació, poda, època d'aclarida, fertilització, reg, etc.). El comportament d'una mateixa varietat es veu sovint afectat tant per l'indret de plantació com per la tecnologia de producció o productor. Poques varietats es comporten igual en totes les zones de producció i per a tots els productors.

PRÉSSEC DE CARN GROGA

VARIETAT	Data plena floració	Floribunditat	Requeriment d'aclarida	Data recol·lecció	Verd	Producció (Kg arbre ⁻¹)	Calibre dominant (mm)	Fermesa (kg)	Sucres (°Brix)	Acidesa (g/l)	Potencial de conservació
Crispdream ^{cov} (ASF 11-44)	07-març	Mitja-alta	Mig	08-agost	6è	48,9	75-80	3,9	10,4	5,9	Alt
	Varietat de Agro Selections Fruits (ASF) de maduració a l'època de 'Elegant Lady [®] ' i de 'Sweet Dream [™] '. Època difícil amb disponibilitat de diferents varietats molt productives i amb un volum elevat de producció en aquest època de l'any. Arbre de vigor mig-alt, de port semiobert i floració en època mitjana. Fructifica tant en rama vella com en mixtes de l'any, les quals són bastant llargues. Calibre correcte per l'època de recol·lecció. Coloració no molt intensa sobre la major part del fruit (70-90%). Fruit de forma rodona a lleugerament aplanada, amb la sutura una mica marcada i el mugró enfonsat. Polpa crocant, sucosa, de gust dolç, no molt aromàtic i d'una qualitat gustativa correcta. En el 2019 es va observar "corky" en alguns fruits. El pinyol està adherit i no és sensible a pinyol obert. De moment ni el calibre ni la seva homogeneïtat han estat destacables. Després de 30 dies en conservació a 0,5°C fred normal no s'observa una pèrdua de qualitat del fruit i presenta un percentatge baix de fruits amb símptomes de danys per fred.										
Crisplover ^{cov} (ASF 14-44)	10-març	Mitja	Mig	23-agost	3r	20,6	75-80	3,6	11,5	4,9	Alt
	Varietat de Agro Selections Fruits (ASF) de maduració a l'època de 'O'Henry [®] '. Arbre de vigor mig-alt, de port obert i floració en època tardana. Fructifica en tot tipus de rama. Primer any d'observació. Calibre bastant homogeni a l'arbre i correcte per l'època de recol·lecció. Coloració no molt intensa sobre la major part del fruit (60-80%). Fruit de forma rodona a lleugerament aplanada, amb la sutura una mica marcada i el mugró enfonsat. Pell molt fina i sense pel. Per ara no sensible a pinyol obert (0% al 2022). Polpa crocant, sucosa, de gust dolç i aromàtica, de bona qualitat gustativa. Després de 30 dies en conservació a 0,5°C fred normal no s'observa una pèrdua de qualitat del fruit i presenta un percentatge baix de fruits amb símptomes de danys per fred. A constatar en els pròxims anys la producció, i el calibre i coloració del fruit.										
Summer Flame [®] 34	15-març	Mitja	Mig	23-agost	5è	26,4	75-80	4,6	11,5	9,2	Moderat
	Varietat de Burchell Nurseries Inc. (USA) de la sèrie "Summer Flame [®] " en època de 'O'Henry [®] '. Arbre de vigor mig-alt, de port semiobert i de floració època molt tardana. Fructifica tant en rama vella com nova, però millor afavorir la producció en mixtes de l'any. Fruit de forma rodona i elevat calibre, de color morat intens sobre la major part del fruit (80-100%). Epidermis fina sense pèl. Mugró enfonsat i sutura poc visible. Gust dolç acidulat i de textura crocant, sucosa i aromàtica. Fins ara no és sensible a pinyol obert (0% al 2020, 2021 i 2022). Aquest 2022 degut a les altes temperatures alguns fruits han presentat cop de sol a la pell. Després de 30 dies en conservació a 0,5°C fred normal no s'observa una pèrdua de qualitat del fruit, però presenta un percentatge moderat de fruits amb símptomes de danys per fred.										
Crispsol ^{cov} (ASF 13-43)	14-març	Mitja-alta	Mig-alt	25-agost	6è	34,1	80-85	3,6	11,6	3,3	Alt
	Varietat de Agro Selections Fruits (ASF) de maduració en un època força interessant, madura en època de 'Sweet Henry [™] ' i uns dies després de 'Crisplover ^{cov} '. Arbre de vigor mig-alt, de port semiobert i de floració en època molt tardana. Fructifica en mixtes de l'any. Fruits de forma rodona a lleugerament aplanada i elevat calibre, de color intens en quasi la seva totalitat (80-100% del fruit), a excepció d'aquest 2022 on la coloració ha estat menys intensa (60-80% del fruit). Epidermis fina però amb pèl, mugró enfonsat i sutura poc visible. Sabor dolç i de textura crocant i sucosa, però poc o moderadament aromàtica. No és sensible a pinyol obert. Després de 30 dies en conservació a 0,5°C fred normal no s'observa una pèrdua de qualitat del fruit i presenta un percentatge baix de fruits amb símptomes de danys per fred.										
Autumn Flame [®] 38	10-març	Mitja-baixa	Baix	26-setembre	5è	68,1	80-85	4,6	9,3	2,3	-
	Varietat de Burchell Nurseries Inc. (USA) de maduració en una època amb ja molt poca disponibilitat de varietats. Arbre de vigor mig, de port obert i de floració en època tardana. Fructifica en mixtes de l'any. Fruits de forma rodona a lleugerament aplanada i elevat calibre, de color intens en la major part del fruit (40-60%). Epidermis fina i sense pèl, mugró enfonsat i sutura poc visible. Sabor dolç i de textura crocant i sucosa, però moderadament aromàtica. No és sensible a pinyol obert, i aquest no està adherit a la polpa.										

PRÉSSEC DE CARN BLANCA

VARIETAT	Data plena floració	Floribunditat	Requeriment d'aclarida	Data recol·lecció	Verd	Producció (Kg arbre ⁻¹)	Calibre dominant (mm)	Fermesa (kg)	Sucres (°Brix)	Acidesa (g/l)	Potencial de conservació
Ibiza ^{cov} (4094-16)	10-març	Mitja-alta	Mig-alt	11-agost	7è	50,3	80-85	3,6	9,4	5,2	Alt
	Varietat de PSB Producció Vegetal, de maduració 5-7 dies abans de 'SummerSweet [®] '. Arbre vigorós de port semiobert, que floreix en època tardana. Fructifica en tot tipus de rama, però es recomana afavorir la producció en mixtes de l'any. Fruit de forma rodona, però lleugerament aplanada, amb sutura molt marcada, mugró enfonsat, i d'elevada coloració (70-100% del fruit). Té el pinyol lliure, i per ara no és sensible a pinyol obert (0% al 2019, 2020, 2021 i 2022). Sabor dolç, crocant, sucós i moderadament aromàtic. Després de 30 dies en conservació a 0,5°C fred normal no s'observa una pèrdua de qualitat del fruit i presenta un percentatge baix de fruits amb símptomes de danys per fred.										
Melox ³⁴	16-març	Mitja-alta	Mig-alt	23-agost	6è	41,8	80-85	3,4	10,2	3,3	Alt
	Varietat de VIF Internacional en època interessant on es disposa de poques varietats de préssec blanc de bon comportament productiu, color, calibre i gust dolç. Arbre de vigor mig-alt, de port obert i de floració en època molt tardana. Producció sobre mixtes de l'any i rama vella. En general, els fruits presenten una alta coloració, sobre quasi la seva totalitat (90-100%), inclús en les parts internes de l'arbre. Aquest 2022 les condicions climàtiques han mermat una mica el color del fruit. Bon calibre per l'època, forma rodona i mugró enfonsat. Presenta una epidermis amb un contingut moderat de pèl. Polpa dolça, crocant, sucosa, de bona qualitat gustativa (la polpa es desfà ràpidament a la boca). Fins ara no mostra sensibilitat a pinyol obert (0% al 2020, 2021 i 2022). Després de 30 dies en conservació a 0,5°C fred normal no s'observa una pèrdua de qualitat del fruit i presenta un percentatge baix de fruits amb símptomes de danys per fred.										
Snow Flame [®] 36	09-març	Mitja	Mig	29-agost	5è	96,0	80-85	5,0	13,4	3,8	-
	Varietat de Burchell Nurseries Inc. (USA) de la sèrie 'Snow Flame [®] ' de recol·lecció en una època interessant, finals d'agost principis de setembre, i per tant, fa de pont amb diferents varietats amb un bon potencial de calibre i producció com són 'Gladys [®] ', 'Lucius [®] ' o 'Ivory Star ^{cov} '. Arbre de vigor mig i de port semiobert. Floració en època mitjana. Producció en tot tipus de fusta no envellida. En avaluació recent, però ja introduïda a escala comercial. Destaca per l'alta producció, pel calibre i la seva homogeneïtat en el conjunt de l'arbre i la bona coloració dels fruits per l'època de maduració (60-80%). Aconsellable la poda en verd a l'estiu per millorar el color del fruit a les parts internes de l'arbre. Polpa dolça, crocant, sucosa al madurar, aromàtica, i de molt bona qualitat gustativa. Pinyol lliure i fins ara no mostra sensibilitat a pinyol obert (0% al 2020, 2021 i 2022).										
Melox ³⁷ (C1-110)	16-març	Mitja	Mig	22-setembre	6è	65,8	75-80	5,2	10,6	5,1	-
	Varietat de VIF Internacional de recol·lecció molt tardana, després de 'Gladys [®] ', que quasi finalitza el calendari del préssec blanc. Arbre de vigor mig, de port semiobert i de floració en època molt tardana. Difosa a escala comercial en diferents indrets de la Vall de l'Ebre, on s'ha constatat la bona presentació del fruit amb color granatós sobre el 50-80% de la superfície, l'elevat potencial de calibre, el gust dolç amb una polpa consistent, crocant, sucosa al madurar i de bona qualitat gustativa. Les produccions són molt bones sobre tot tipus de fusta no envellida. La poda en verd és imprescindible (juny i setembre) i permet millorar/optimitzar la coloració dels fruits. Poc sensible a pinyol obert (0% al 2019, 2020 i 2022, i 8% al 2021).										

NECTARINA DE CARN GROGA

VARIETAT	Data plena floració	Floribunditat	Requeriment d'aclarida	Data recol·lecció	Verd	Producció (Kg arbre ⁻¹)	Calibre dominant (mm)	Fermesa (kg)	Sucres (°Brix)	Acidesa (g/l)	Potencial de conservació
BN 1118-51 ^{cov}	10-març	Alta	Alt	11-agost	3r	49,8	75-80	3,5	11,1	3,7	Baix
	Varietat de PSB Producció Vegetal, de maduració entre 'Honey Royale' i 'Kinolea'. Arbre de vigor mig, de port obert i de floració en època tardana. Per ara, fructifica en tot tipus de rama. Primer any d'observació. Calibre bastant homogeni a l'arbre i correcte per l'època de recol·lecció. Coloració intensa sobre la major part del fruit (70-90%). Poca o gens de presència de lenticel·les a la pell. Fruit de forma una mica ovalada, amb la sutura una mica marcada i el mugró enfonsat. Per ara no sensible a pinyol obert (0% al 2022). Polpa crocant, sucosa, de gust dolç i poc aromàtica, de qualitat gustativa moderada. Després de 30 dies en conservació 0,5°C fred normal no s'observa una pèrdua de qualitat del fruit, no obstant presenta un percentatge moderat a alt de fruits amb símptomes de danys per fred. A contrastar en els pròxims anys la producció, el calibre, la coloració del fruit i el seu potencial de conservació.										
BN 950-6 ^{cov}	07-març	Mitja	Mig-baix	11-agost	3r	44,3	75-80	2,8	11,9	4,8	Alt
	Varietat de PSB Producció Vegetal de maduració entre 'Honey Royale' i 'Kinolea'. Arbre de vigor mig, de port obert i de floració en època mitjana. Fructifica en mixtes de l'any. Primer any d'observació. Calibre bastant homogeni a l'arbre i correcte per l'època de recol·lecció. Coloració intensa sobre la major part del fruit (80-100%). Presència de lenticel·les a la pell en alguns fruits. Fruit de forma rodona, amb el mugró enfonsat. Per ara no sensible a pinyol obert (0% al 2022). Polpa crocant, sucosa, de gust dolç i molt aromàtica, de molta bona qualitat gustativa. Després de 30 dies en conservació 0,5°C fred normal no s'observa una pèrdua de qualitat del fruit i presenta un percentatge baix de fruits amb símptomes de danys per fred. A contrastar en els pròxims anys la producció, el calibre, la coloració del fruit i el seu potencial de conservació.										
Kinolea ^{cov} (4052-15)	07-març	Mitja	Mig-baix	23-agost	7è	77,2	80-85	3,8	9,9	3,9	Moderat
	Varietat de PSB Producció Vegetal de maduració en època 'Red Jim', de maduració solapada amb 'Nectagala ^{cov} ' i amb 'Nectavantop ^{cov} ' i que després enllaça amb 'Tardarina [®] '. Època molt interessant on fins ara no es disposa de cap varietat amb totes les característiques desitjables: presentació, color, qualitat i producció. Arbre de vigor mig-alt i port semiobert, de fàcil conducció. Fructifica en mixtes de l'any. Floració en mitjana. El fruit és molt atractiu, rodó amb el mugró enfonsat, a excepció del 2019 on alguns fruits han presentat una forma més allargada i el mugró visible. L'epidermis molt fina i atractiva, de color roig brillant sobre fons taronja, precoç, no molt intens sobre quasi la seva totalitat (70-90%), amb lenticel·les poc o gens visibles. Fruit de bon calibre. Pinyol adherit, de mida mitjana. Polpa de gust dolç, sucosa, bastant aromàtica i textura crocant. No sensible a pinyol obert (0% al 2020, 2021 i 2022). Aquest 2022, alguns fruits han presentat "corky". Després de 30 dies en conservació 0,5°C fred normal no s'observa una pèrdua de qualitat del fruit, però presenta un percentatge moderat de fruits amb símptomes de danys per fred.										
Nectana ^{cov} (ASF 13-11)	10-març	Mitja	Mig	25-agost	6è	27,0	75-80	5,0	12,5	3,5	Alt
	Varietat de Agro Selections Fruits (ASF) de maduració en època 'Red Jim', i uns dies després de 'Nectavantop ^{cov} '. Arbre de vigor mig-alt i de port semiobert. Floració en època tardana. Fructifica en tot tipus de fusta, però s'ha d'eliminar els òrgans afeblits. Varietat que destaca per la seva coloració (80-100% de la superfície del fruit) i el seu calibre, a excepció d'aquest 2022 on l'afectació per gelada ha disminuït la seva coloració (50-70%). Fruit de forma rodona, mugró enfonsat, i lenticel·les poc visibles, a excepció d'aquest 2022 degut a la poca producció. Polpa dolça, sucosa, poc aromàtica i crocant. Per ara no és sensible a pinyol obert (0% al 2020 i 2022). Aquest 2022, alguns fruits han presentat "corky". Després de 30 dies en conservació a 0,5°C fred normal no s'observa una pèrdua de la qualitat del fruit i presenta un percentatge baix de fruits amb símptomes de danys per fred.										
Netix [®] 22-57	14-març	Baixa	Mig-baixa	25-agost	6è	40,2	>85	5,3	11,7	5,0	Alt
	Varietat de VIF Internacional de maduració en època 'Red Jim'. Arbre de vigor mig, de port semiobert i de floració en època molt tardana. Varietat productiva, amb bon calibre, sobretot en mixtes de l'any. Epidermis de color roig intens atractiu en quasi la totalitat del fruit (90-100%) i brillant, a excepció d'aquest 2022 on els fruits els hi ha faltat color (50-70% de la totalitat del fruit). Fruits de forma rodona, amb sutura marcada i mugró no visible. Lenticel·les bastant visibles (20-30% de la superfície del fruit). Sensibilitat variable a pinyol obert (17% al 2020 i 0% al 2021 i 2022). Polpa dolça, crocant, sucosa i aromàtica, de bona qualitat gustativa. Bon manteniment de la fermesa a l'arbre, no avançar la data de collita. Després de 30 dies en conservació 0,5°C fred normal no s'observa una pèrdua de qualitat del fruit i presenta un percentatge baix de fruits amb símptomes de danys per fred.										
BN 1124-67 ^{cov}	10-març	Mitja	Mig	29-agost	3r	33,1	80-85	4,7	14,0	4,0	-
	Varietat de PSB Producció Vegetal de maduració uns dies després de 'Kinolea ^{cov} '. Arbre de vigor mig a alt i de port obert, de floració en època tardana. Primer any d'avaluació. Fructifica per ara en tot tipus de rama. Afavorir la poda en verd per millorar el color. Maduració i calibres molt homogenis a l'arbre. Epidermis de color roig intens atractiu en el 50-70% de la totalitat del fruit. Fruit de forma una mica ovalada, mugró enfonsat, i lenticel·les una mica visibles, però estèticament acceptables. Per ara no és sensible a pinyol obert (0% al 2022). Polpa dolça, crocant, sucosa i aromàtica, de bona qualitat gustativa. A contrastar en els pròxims anys.										
BN 1024-5 ^{cov}	10-març	Mitja	Mig	05-setembre	3r	11,1	75-80	4,7	14,6	4,2	-
	Varietat de PSB Producció Vegetal de maduració a mitjans de setembre, on la disponibilitat de varietats ja comença a disminuir. Però, degut a la gelada del 2022, la producció s'ha vist afectada i la fruita ha madurat 7-10 dies abans. Arbre de vigor mig i port semiobert, que floreix en època tardana. Primer any d'avaluació. Fructifica per ara en tot tipus de rama. Afavorir la poda en verd per millorar el color. Varietat de recol·lecció en època tardana, que aporta diversificació a les varietats ja disponibles al mercat des de fa anys, amb una coloració dels fruits amb un roig intens sobre el 50-70% de la totalitat del fruit. Fruit de forma una mica ovalada, mugró enfonsat, i lenticel·les una mica visibles, però estèticament acceptables. Per ara no és sensible a pinyol obert (0% al 2022). Polpa dolça, de textura una mica gomosa, sucosa i moderadament aromàtica, de moderada qualitat gustativa. A contrastar en els pròxims anys.										
BN 1026-1 ^{cov}	10-març	Mitja	Mig	08-setembre	3r	11,8	75-80	4,9	13,6	4,6	-
	Varietat de PSB Producció Vegetal de maduració la primera setmana de setembre. Arbre de vigor mig i port semiobert, que floreix en època tardana. Primer any d'avaluació. Fructifica per ara en tot tipus de rama. Afavorir la poda en verd per millorar el color. Varietat de recol·lecció en època tardana, que aporta diversificació a les varietats ja disponibles al mercat des de fa anys, amb una coloració dels fruits sobre el 60-80% de la superfície. Fruit rodó, mugró enfonsat, i lenticel·les poc visibles. Per ara no és sensible a pinyol obert (0% al 2022). Polpa dolça, de textura una mica gomosa, sucosa i aromàtica, de bona qualitat gustativa. A contrastar en els pròxims anys.										

NECTARINA DE CARN GROGA

VARIETAT	Data plena floració	Floribunditat	Requeriment d'aclarida	Data recol·lecció	Verd	Producció (Kg arbre ⁻¹)	Calibre dominant (mm)	Fermesa (kg)	Sucres (°Brix)	Acidesa (g/l)	Potencial de conservació
Esmeralda ^{cov} (NJ 1055-10)	09-març	Mitja	Mig	12-setembre	7è	57,0	75-80	4,3	8,9	9,8	-
	Varietat de PSB Producció Vegetal de maduració en època de 'Nectadiva ^{cov} ' i 7-10 dies després de 'Western Red [®] '. Arbre de vigor mig-alt, de port semiovert i de floració en època mitjana. Varietat de recol·lecció en època tardana, que aporta diversificació a les varietats disponibles al mercat des de fa anys, amb una coloració dels fruits sobre el 70-90% de la superfície, tant en les parts de l'arbre més exposades com les que menys, i molt bon calibre. Aquest 2022, la producció s'ha vist afectada una mica pel fred i els fruits han presentat una coloració menys intensa (50-70% de la totalitat del fruit). Fruit de forma ovalada amb la sutura bastant marcada, una epidermis fina i sense lenticel·la. No és sensible a pinyol obert (0% al 2019, 2020, 2021 i 2022). Polpa de bona qualitat amb gust equilibrat, crocant, sucosa i moderadament aromàtica.										
Summer Flare 36	09-març	Mitja-alta	Mig-alt	12-setembre	5è	90,1	75-80	5,1	11,0	9,5	-
	Varietat de Burchell Nurseries Inc. (USA) de la sèrie "Flare [®] " de mitjans de setembre, en època de 'Nectadiva ^{cov} ' i 7-10 dies després de 'Western Red [®] '. Arbre de vigor mig-alt, de port semiovert i de floració en època mitjana. Fructifica en mixtes de l'any. Varietat molt productiva amb fruits de bon calibre. Realitzar poda d'estiu per no penalitzar el color dels fruits en les parts internes de l'arbre. El fruit és atractiu per l'època, de forma una mica ovalada amb el mugró enfonsat. L'epidermis és de color vermell no molt intens, sobre el 50-70% de la totalitat del fruit. Per ara no és sensible a pinyol obert (0% al 2022). Polpa de gust equilibrat a àcid, sucosa, aromàtica i de textura una mica gomosa.										
Extreme [®] 618	10-març	Mitja	Mig	19-setembre	7è	58,1	80-85	5,7	11,3	3,2	-
	Varietat de Provedo de maduració 3-5 dies després de 'Nectadiva ^{cov} ' i similar a 'Netix [®] 37'. Arbre de vigor mig i de port semiovert i de floració en època tardana. Fructifica en tot tipus de rama. Bona producció i bon calibre. El fruit és atractiu per l'època amb un 50-70% de coloració i amb poca presència de lenticel·les en l'epidermis. Realitzar poda d'estiu per no penalitzar el color dels fruits en les parts internes de l'arbre. Sensible a pinyol obert depenent de l'any (0% al 2019, 2020 i 2022 i 17% al 2021). Polpa dolça, crocant, sucosa i moderadament aromàtica, amb bona qualitat gustativa.										

NECTARINA DE CARN BLANCA

VARIETAT	Data plena floració	Floribunditat	Requeriment d'aclarida	Data recol·lecció	Verd	Producció (Kg arbre ⁻¹)	Calibre dominant (mm)	Fermesa (kg)	Sucres (°Brix)	Acidesa (g/l)	Potencial de conservació
Nectarbuzz ^{cov} (ASF 13-30)	09-març	Mitja	Mig	11-agost	3r	18,0	75-80	4,7	11,5	-	-
	Varietat de Agro Selections Fruits (ASF) de maduració 15 dies després de 'Nectarow ^{cov} '. Arbre de vigor mig-alt i de port semiovert. Floració en època mitjana. Per ara fructifica en tot tipus de fusta. Primer any de producció i molt tocada per les gelades produïdes. Varietat que destaca per la seva coloració (80-100% de la superfície del fruit) i el seu calibre. Fruit de forma una mica ovalada, mugró enfonsat, i lenticel·les poc visibles. Per ara no és sensible a pinyol obert (0% al 2022). Polpa dolça, sucosa, poc aromàtica i de textura una mica gomosa. Alguns fruits han presentat "corky". A contrastar en els pròxims anys.										
Opera ^{cov}	10-març	Mitja	Mig	16-agost	5è	47,3	75-80	5,3	11,1	2,9	Baix
	Varietat de PSB Producció Vegetal de recol·lecció uns dies després de 'Tifany ^{cov} '. Arbre de vigor alt i de port semiovert, que floreix en època tardana. Producció tant en mixtes de l'any com en rama envellida. Fruit de forma rodona una mica aplanada, amb el mugró enfonsat i la sutura poc marcada. Coloració precoç i intensa (roig-morat) sobre quasi la totalitat del fruit. Calibre molt homogeni a l'arbre, el fruit presenta poca lenticel·la i aguanta molt la fermesa a l'arbre. Polpa dolça, crocant, sucosa, aromàtica i de bona qualitat gustativa. Sensibilitat variable a pinyol obert (0% al 2020 i 2022 i 25% al 2021). Després de 30 dies en conservació 0,5°C fred normal no s'observa una pèrdua de qualitat del fruit, però presenta un percentatge alt de fruits amb símptomes de danys per fred.										
BN 1118-68 ^{cov}	11-març	Mitja	Mig	25-agost	3r	52,0	80-85	4,7	13,4	3,7	Alt
	Varietat de PSB Producció Vegetal de maduració uns 5-7 dies abans de 'Nectaper ^{cov} '. Arbre de vigor mig i de port obert, que floreix en època molt tardana. Fructifica en tot tipus de rama, per ara. Primer any de producció. Fruit de forma una mica ovalada, sense quasi lenticel·la, amb el mugró enfonsat i la sutura poc marcada. Coloració intensa (roig-morat) sobre quasi la totalitat del fruit. Fruit de calibre molt homogeni en tot l'arbre i molt gran, i aguanta molt la fermesa a l'arbre. Polpa dolça, sucosa, moderadament aromàtica i de textura una mica gomosa. Per ara no és sensible a pinyol obert (0% al 2022). Després de 30 dies en conservació 0,5°C fred normal no s'observa una pèrdua de qualitat del fruit i presenta un percentatge baix de fruits amb símptomes de danys per fred. A contrastar en els pròxims anys.										
Nectarmoon ^{cov} (ASF 10-33)	14-març	Mitja-alta	Mig-alt	19-setembre	3r	54,2	80-85	5,5	12,2	5,1	-
	Varietat de Agro Selections Fruits (ASF) de maduració 5-10 dies després de 'Nectaper ^{cov} '. Arbre de vigor alt i de port semiovert, que floreix en època molt tardana. Fructifica en tot tipus de rama. Primer any de producció, la qual ha sigut molt homogènia i agrupada a l'arbre, tant en tamany com en el color del fruit. Parts internes amb molt color també. El fruit presenta bastant color per l'època (60-80%) i poc o gens de lenticel·la a la pell. Polpa dolça amb un toc àcid, de textura una mica gomosa, sucosa i aromàtica. Per ara no és sensible a pinyol obert (0% al 2022). A contrastar en els pròxims anys.										
Sidonia ^{cov} (BN944-4)	07-març	Mitja	Mig	23-setembre	3r	53,1	80-85	4,3	13,9	3,6	-
	Varietat de PSB Producció Vegetal de maduració 5-10 dies després de 'Nectaper ^{cov} '. Arbre de vigor mig-alt i de port obert, que floreix en època mitjana. Fructifica en tot tipus de rama. Primer any de producció, la qual ha sigut molt homogènia i agrupada a l'arbre, tant en tamany com en el color del fruit. Parts internes amb molt color també. Varietat molt productiva on el fruit madura de dins cap a fora i té un color de fons blanc verd per aquest motiu, i un 50-70% de color vermell a la pell. No obstant, li ha tocat el fred, on alguns fruits presenten bastanta lenticel·la i cràqing. Polpa dolça, sucosa, de textura una mica gomosa, sucosa i aromàtica. Per ara no és sensible a pinyol obert (0% al 2022). A contrastar en els pròxims anys.										
Nectarelse ^{cov} (ASF 13-40)	14-març	Mitja	Mig	26-setembre	6è	51,6	80-85	6,4	11,3	2,5	-
	Varietat de Agro Selections Fruits (ASF) de maduració molt tardana, a finals de setembre, entre 7-10 dies després de 'Nectaper ^{cov} '. Arbre de vigor mig, port semiovert i de floració molt tardana. Producció tant en mixtes de l'any com en rama envellida. Bon potencial productiu i calibre. Fruit de forma rodona tirant a ovalada amb el mugró enfonsat. Epidermis colorejada sobre el 60-80% de la superfície del fruit, inclús a les parts internes de l'arbre. El fruit manté molt bé la fermesa a l'arbre. Polpa dolça, de textura crocant, sucosa i moderadament aromàtica. Per ara no és sensible a pinyol obert (0% al 2022).										

NECTARINA DE CARN VERMELLA

VARIETAT	Data plena floració	Floribunditat	Requeriment d'aclarida	Data recol·lecció	Verd	Producció (Kg arbre ⁻¹)	Calibre dominant (mm)	Fermesa (kg)	Sucres (°Brix)	Acidesa (g/l)	Potencial de conservació
Diablotina ^{COV}	14-març	Mitja-alta	Mig	08-agost	5è	43,1	65-70	4,5	10,9	9,6	Alt
	<p>Varietat de PSB Producción Vegetal de recol·lecció en època de "Tourmaline". Arbre de vigor mig-alt, de port semiobert i de floribunditat elevada. Floració en època mitja-tardana. Producció tant en mixtes de l'any com en rama envellida, amb un calibre i distribució dels fruits molt homogeni a l'arbre. Fruit rodó, mugró enfonsat i sutura poc marcada. Color precoç i intens (morat) sobre la totalitat de la pell i la polpa, per tant, el color de fons és molt difícil de percebre. Polpa equilibrada a àcida, però amb un elevat contingut de sucres. Al madurar, el contingut d'acidesa disminueix ràpidament. Textura crocant tirant a gomosa, sucosa, aromàtica i de bona qualitat gustativa. Poca sensibilitat a pinyol obert (0% al 2020 i 2022, i 8% al 2021). Després de 30 dies en conservació 0,5°C fred normal no s'observa una pèrdua de qualitat del fruit i presenta un percentatge baix de fruits amb símptomes de danys per fred. Varietat també a considerar per a l'elaboració de productes transformats innovadors.</p>										

PAVIA

VARIETAT	Data plena floració	Floribunditat	Requeriment d'aclarida	Data recol·lecció	Verd	Producció (Kg arbre ⁻¹)	Calibre dominant (mm)	Fermesa (kg)	Sucres (°Brix)	Acidesa (g/l)	Potencial de conservació
Fercluse ^{COV}	14-març	Alta	Alt	01-agost	6è	54,0	70-75	3,8	9,5	7,4	Baix
	<p>Varietat de INRAE de maduració entre 'Baby Gold-5' i 'Baby Gold-6'. Arbre de vigor mig-alt, de port semiobert, rústic, de produccions regulars i amb bon calibre dels fruits. Donada l'alta floribunditat i la rusticitat és imprescindible realitzar una aclarida molt estricta per no penalitzar el calibre. Fructifica en tot tipus de rama. Evitar la producció sobre òrgans afeblits. Epidermis fina amb una mica de pel però atractiva, de color completament groc, sense clapa rosada. Fruits de bona qualitat gustativa, sabor lleugerament acidulat i molt aromàtic. Poc sensible a la caiguda de precollita i al pinyol obert (8% al 2019 i 0% al 2020, 2021 i 2022). Interessant a la seva època. Després de 30 dies en conservació a 0,5°C fred normal no s'observa una pèrdua de qualitat del fruit, però presenta un percentatge elevat de fruits amb símptomes de danys per fred.</p>										
Ferlot ^{COV}	14-març	Mitja-alta	Mig-alt	18-agost	6è	52,5	80-85	4,8	10,1	5,0	Alt
	<p>Varietat de INRAE de maduració en època anterior a 'Baby Gold 9' i a '58-Gc-76', amb característiques similars a 'Ferpeo'. Arbre de vigor mig, de port erecte i floració en època molt tardana. Presenta una bona rusticitat i una bona producció, però requereix una aclarida adient per optimitzar el calibre. Fructifica molt bé en mixtes de l'any. Fruit de forma rodona a lleugerament aplanada amb mugró enfonsat i sutura visible. Lleugera presència de clapa vermella en els fruits més exposats a la llum. Pinyol groc. Polpa sucosa, de sabor lleugerament acidulat i molt aromàtica. Fruit de bona qualitat gustativa. No és sensible a pinyol obert. Després de 30 dies en conservació a 0,5°C fred normal no s'observa una pèrdua de qualitat del fruit i presenta un percentatge baix de fruits amb símptomes de danys per fred.</p>										
Ferlate ^{COV}	16-març	Mitja-alta	Mig-alt	08-setembre	6è	61,6	75-80	4,2	10,7	5,9	-
	<p>Varietat de INRAE de maduració a finals d'Agost principis de setembre. Arbre de vigor mig, port semiobert, i de floració molt tardana. Fructifica en tot tipus de rama. Bon potencial productiu i calibre. Fruit de forma rodona a lleugerament aplanada amb el mugró enfonsat. Epidermis vellutada amb poca presència de pèl i sense clapa. Sensible a la caiguda pre-collita. Bona qualitat gustativa, sabor lleugerament acidulat i molt aromàtic. No és sensible a pinyol obert.</p>										
Tietar [®]	15-març	Mitja-alta	Mig-alt	29-setembre	7è	80,4	75-80	4,8	9,7	3,3	-
	<p>Varietat de Provedo de maduració a finals de setembre. Arbre de vigor mig-alt, de port semiobert, i de floració molt tardana. Bona fructificació en mixtes de qualitat i en rama de dos anys. Bon potencial productiu i calibre. Fruit de forma rodona a lleugerament aplanada amb el mugró enfonsat i la sutura marcada. Epidermis vellutada amb poca presència de pèl i amb clapa. Sensible a la caiguda del fruit, però poc sensible a la <i>Monilinia</i>. Fruit amb bona qualitat gustativa, de sabor molt poc acidulat i aromàtic. No és sensible a pinyol obert.</p>										

PRÉSSEC PLA

VARIETAT	Data plena floració	Floribunditat	Requeriment d'aclarida	Data recol·lecció	Verd	Producció (Kg arbre ⁻¹)	Calibre dominant (mm)	Fermesa (kg)	Sucres (°Brix)	Acidesa (g/l)	Potencial de conservació
Filoe ^{cov} (5927-3)	14-març	Alt	Alt	11-agost	6è	59,8	75-80	4,7	12,6	4,3	Moderat
	<p>Varietat de PSB Producció Vegetal de maduració 5-7 dies després de 'Sweet Cap®' i 'Flatstar®'. Arbre vigorós, de port semiobert, de floració en època molt tardana. Fructifica en mixtes de qualitat. Bon comportament productiu i bon potencial de calibre. Entrada ràpida en producció. Presenta un tancament pistilar perfecte i una alta coloració en la totalitat del fruit. Forma regular i atractiva, amb una epidermis fina i gairebé sense pèl. Molt poc sensible a pinyol obert (3% al 2020 i 0% al 2022). Aguanta molt bé la fermesa a l'arbre, el fruit no s'espelta al collir i no madura per la sutura. Fruit dolç, aromàtic i sucós, de textura crocant. Després de 30 dies en conservació 0,5°C fred normal no s'observa una pèrdua de qualitat del fruit, però presenta un percentatge moderat de fruits amb símptomes de danys per fred.</p>										
Flatrumba ^{cov} (ASF 15245)	10-març	Mig	Mig	29-agost	3r	n.s.	n.s.	-	-	-	-
	<p>Varietat de Agro Selection Fruits, que pertany al club Ondine, i que madura 5-10 dies abans que 'Flatdiva'. Arbre de vigor mig-alt i port semiobert, que floreix en època tardana. Per ara, fructifica en tot tipus de rama, però principalment en mixtes de l'any, les quals s'n molt llargues. Primer any de producció, no obstant, aquesta s'ha vist molt afectada per les gelades produïdes. Coloració roja no molt intensa sobre el 60-80% de la totalitat del fruit, el qual és dolç, sucós, crocant i aromàtic. A contrastar en els pròxims anys la producció, el calibre i el tancament pistilar.</p>										
Guayox [®] 36 (145)	14-març	Mitja-baixa	Mig-baix	29-agost	6è	n.s.	n.s.	-	-	-	-
	<p>Varietat de VIF Internacional de maduració a finals d'agost, on ja es disposa de molt poques varietats amb les característiques desitjables, tant pel que fa al color, com al tancament pistilar o al calibre dels fruits. Arbre de vigor mig, de port semiobert, de floració en època tardana, de floribunditat mitja-baixa, per tant amb no molta necessitat d'aclarida. Produeix sobre tot tipus de rama. Cargar molt l'arbre no penalitza el calibre del fruit. Destaca per la coloració del fruit i el seu calibre, però no presenta un tancament pistilar perfecte. Aquest 2022, la producció s'ha vist molt afectada per les gelades produïdes. Fruit dolç, sucós, crocant i moderadament aromàtic. Sensibilitat a pinyol obert dependent de l'any (18% al 2020 i 0% al 2021 i 2022).</p>										

¡EL AMOR CON AMOR SE PAGA!

Cuide sus cultivos con **Fructiferous®**, la gama de soluciones innovadoras, eficaces y flexibles para la adecuada fisioactivación y protección fitosanitaria de frutales de hueso y pepita con la garantía de UPL.

Nos avanzamos a las futuras necesidades del agricultor y del medio ambiente, mediante la estrategia Pronutiva, logrando un mayor impulso al rendimiento, protección y rentabilidad de sus cosechas.

Fisioactivadores • Insecticidas • Herbicidas • Fungicidas • Coadyuvantes



Nous sistemes de formació en pomera, més densitat amb menys arbres

Joaquim Carbó i Jaume Lordan, IRTA - Programa fructicultura

Introducció

L'augment de la densitat de plantació gràcies a l'ús de portaempelts enanitzants ha estat un dels canvis més importants en la producció de poma dels darrers 60 anys. Arreu del món, els productors de poma continuen plantant altes densitats, tot i això, hi ha una gran diversitat d'opinions sobre quina densitat o sistema de formació és el més rendible. Per exemple, alguns productors estan plantant ja densitats superiors a 5000 arbres/ha, mentre que d'altres utilitzen densitats inferiors a 1000 arbres/ha (Figura 1).

La densitat òptima de plantació depèn de la interacció de nombroses variables biològiques i econòmiques al llarg de la vida de la parcel·la, inclosos el clima, els recursos del sòl, la taxa de creixement dels arbres, la floració i fructificació, el vigor dels arbres, el preu de la fruita, el preu dels arbres, l'impacte de la qualitat dels fruits en el preu, i costos laborals entre d'altres.

La producció de les parcel·les està molt relacionada amb la intercepció de llum (Palmer, 2011). La separació dels arbres, la seva forma i l'alçada són els principals determinants de



Figura 1. Imatges de diferents parcel·les de pomera, amb alta densitat a la part superior i baixa densitat a la part inferior.

la intercepció de llum per part de la canòpia. Com a tal, aquestes variables geomètriques sovint estableixen el límit superior del rendiment biològic, però els factors fisiològics també poden tenir un gran impacte.

Les principals variables fisiològiques dels sistemes de formació són els portaempelts, l'estructura de la capçada, la càrrega de cultiu i els nivells de nutrients del sòl. Aquestes variables s'han de mantenir durant la vida de l'explotació, ja que afecten l'equilibri entre el creixement vegetatiu i la fructificació (Palmer, 1988). La poda i gestió de la càrrega, juntament amb la fertilització i el reg són doncs les eines principals de gestió que s'utilitzen per aconseguir un equilibri entre el creixement vegetatiu i el cultiu al llarg de la vida de la parcel·la (Ferree i Warrington, 2003; Robinson, 2007).

Aquestes variables de gestió es poden veure afectades per la densitat de plantació, la qualitat dels arbres, el portaempelts i el sistema de formació dels arbres. El sistema de formació juga un paper clau en la gestió de la part aèria dels arbres per tal d'aprofitar la intercepció de la llum al màxim. Densitats més altes de plantació poden interceptar nivells elevats de llum, cosa que es pot traduir en un augment de la productivitat (Lakso i Robinson, 1997; Lakso i Robinson, 2014; Palmer, 2011).

No obstant això, augmentar la intercepció de llum no sempre comporta guanys en productivitat i en alguns casos, fins i tot pot ser contraproduent, per exemple si el vigor vegetatiu esdevé excessiu, afectant així l'equilibri entre el creixement vegetatiu i la fructificació. A més, cada cultivar té el seu propi hàbit de fructificació, el qual determinarà la seva idoneïtat per a diferents sistemes de formació (Lespinasse i Lauri, 1996). Cal tenir clar que cap sistema és òptim per a totes les condicions (Barritt, 1987) i la determinació del sistema òptim per a cada situació particular tenint en compte el cultivar, la densitat de plantació, el clima i les condicions econòmiques es fa sovint mitjançant assajos i errors sense dades sòlides de recerca.

En estudis previs, l'augment de la densitat de plantació en general ha millorat els rendiments acumulats, sobretot durant els primers deu anys.

No obstant això, la llei de rendiments decreixents, que resulta en un menor guany de rendiment acumulat a mesura que es planten més arbres per hectàrea, significa que densitats de plantació molt altes no són necessàriament més rendibles que densitats moderades. A majors densitats de plantació, majors costos d'inversió. Tot i així, a causa d'un major rendiment precoç i un major rendiment acumulat durant els primers deu anys, la rendibilitat en la primera dècada d'una vida de la parcel·la generalment s'incrementa amb l'augment de la densitat d'arbres.

Com que hi ha molts factors diferents que afecten la rendibilitat de les parcel·les (Balkhoven-Baart et al., 2000; Lordan et al., 2019) cal avaluar la seva rendibilitat per les diferents situacions de cultivar, clima, sistema de formació, portaempelt, densitat de plantació, ubicació i condició econòmica. L'objectiu d'aquest estudi és avaluar la productivitat a llarg termini, el creixement dels arbres, la qualitat dels fruits i l'eficiència de quatre sistemes de formació de poma, per tal d'ajudar els productors a prendre decisions de plantació adequades i que els proporcionin el millor rendiment de la inversió.

Materials i mètodes

El projecte en qüestió s'està desenvolupant en 2 parcel·les experimentals de l'IRTA (Mas Badia i Mollerussa), en les quals es va dur a terme un disseny experimental de blocs a l'atzar amb 4 repeticions i 3 files per repetició. L'assaig en concret va ser plantat l'any 2018 amb 'Gala Norgecov'/M.9, i 4 sistemes diferents de producció: mur eix, mur bieix, Tall Spindle i Planar Cordon (Figura 2 i Figura 3). Cadascun d'aquests sistemes té les seves particularitats, ja sigui en nombre d'arbres/ha com de maneig, que al final tenen repercussió en la fisiologia de l'arbre.

Per tal d'avaluar la rendibilitat de cada sistema, cada any s'avalua la seva producció i eficiència productiva, la qualitat del fruit i el cost de maneig en poda, aclarida i collita.



Mur eix – 3,3 m x 0,9 m
3.367 arbres/ha



Mur bieix – 3,3 m x 1,2 m
2.525 arbres/ha



Tall Spindle – 3,3 m x 0,9 m
3.367 arbres/ha



Planar Cordon – 2,5 m x 3 m
1.333 arbres/ha

Figura 2. Mostra dels sistemes de formació que estan sent avaluats a l'IRTA a l'Estació Experimental de Lleida (Mollerussa) i l'IRTA Mas Badia.



Mur eix – 3,3 m x 0,9 m
3.367 arbres/ha



Mur bieix – 3,3 m x 1,2 m
2.525 arbres/ha



Tall Spindle – 3,3 m x 0,9 m
3.367 arbres/ha



Planar Cordon – 2,5 m x 3 m
1.333 arbres/ha

Figura 3. Sistemes de formació que estan sent avaluats a l'IRTA a l'Estació Experimental de Lleida (Mollerussa) i l'IRTA Mas Badia.

Resultats

A Lleida, la producció més alta a 2a fulla va ser pel Tall Spindle (27 t/ha), seguida pel mur eix i mur bieix (25 t/ha) i ja significativament menor el Planar Cordon (13 t/ha) (Figura 4). A 3a fulla la producció més alta va ser pel Tall Spindle (27 t/ha), mur bieix (23 t/ha), Planar Cordon i mur eix (21 t/ha), sense diferències significatives entre sistemes.

A 4a fulla, el Tall Spindle va tenir una producció significativament superior a la resta de sistemes (46 t/ha), 36 t/ha pel mur bieix, 34 t/ha pel mur eix i 33 t/ha pel Planar Cordon. A 5a fulla el Planar Cordon va tenir una producció mitjana de 64 t/ha, el bieix 61 t/ha i el mur eix i Tall Spindle, ambdós amb 60 t/ha. Tot i així, no hi va haver diferències significatives entre sistemes.

Pel que fa a la mida i pes del fruit, no es van observar diferències significatives entre sistemes en cap dels anys, amb una mitjana de 76 mm i 189 g entre els diferents sistemes i anys (Figura 4).

Pel que fa la producció acumulada, fins a 4a fulla hi va haver diferències significatives entre sistemes, però enguany, ja a 5a fulla, aquestes diferències es van esvaïr. Tot i això, la producció acumulada durant els cinc primers anys va ser de 160 t/ha pel Tall Spindle, 145 t/ha pel mur bieix, 139 t/h pel mur eix i 131 t/ha pel Planar Cordon. Fins a 4a fulla, el Planar Cordon sempre va ser el sistema amb una producció acumulada significativament inferior a la resta (Figura 5).

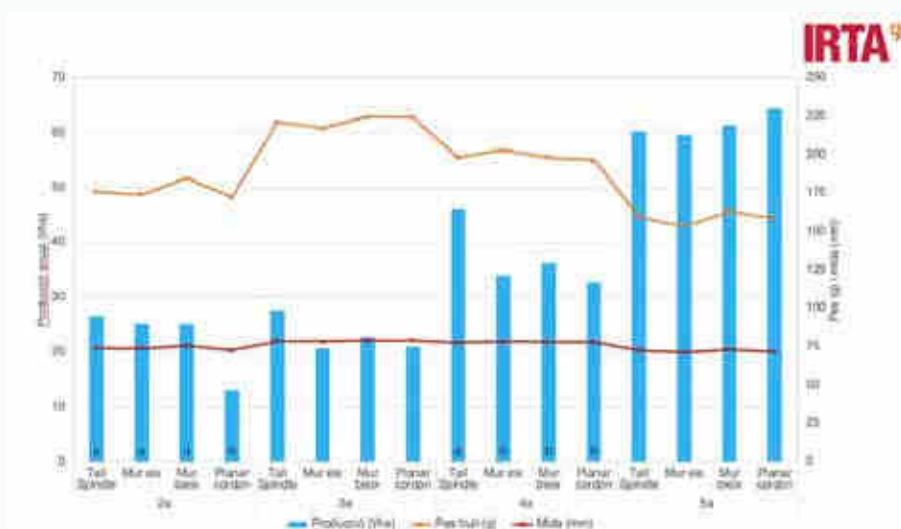


Figura 4. Producció (t/ha), mida del fruit (mm) i pes (g) per als diferents sistemes de formació i any de l'assaig plantat a l'Estació Experimental de Lleida (Mollerussa). Lletres diferents denoten diferències significatives entre sistemes de formació per a cada any en concret ($P \leq 0,05$).

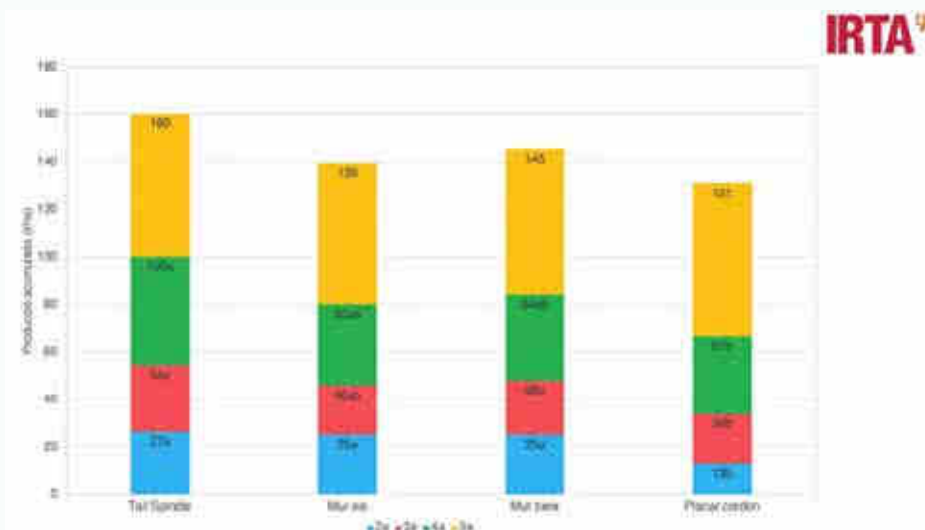


Figura 5. Producció acumulada (t/ha) fins a 2a, 3a, 4a i 5a fulla per als diferents sistemes de formació de l'assaig plantat a l'Estació Experimental de Lleida (Mollerussa). Lletres diferents denoten diferències significatives entre sistemes de formació i fulla ($P \leq 0,05$).

En relació a la distribució de calibres, a la Figura 6 es pot observar com els valors mitjos i la distribució van ser molt semblants entre els diferents sistemes. Mur bieix va tenir el major calibre mig (72.9 mm), seguit pel Tall Spindle (72.5 mm), Planar Cordon (71.6 mm) i mur eix (71.4 mm). En relació a les passades a collita, el 67% de la producció es va collir a la primera passada del Planar Cordon, un 54% pel cas del

Tall Spindle, un 50% pel mur bieix i un 43% pel mur eix.

Quant al color a 5a fulla, pel cas del Tall Spindle el 75% dels fruits van tenir un >79% de la superfície colorejada, pel mur eix el 75% dels fruits van tenir >77% de la superfície colorejada, pel mur bieix >78% i pel Planar Cordon >75% (Figura 7).



Figura 6. Distribució de calibres a 5a fulla per als diferents sistemes de formació de l'assaig plantat a l'Estació Experimental de Lleida (Mollerussa). Els valors representats inclouen la primera i segona passada juntes.



Figura 7. Distribució del percentatge de fruits segons la seva superfície acolorida a 5a fulla per als diferents sistemes de formació de l'assaig plantat a l'Estació Experimental de Lleida (Mollerussa).

Es va observar una tendència a tenir més fruits afectats per cop de sol al mur eix, seguit pel Tall Spindle, mur bieix i per últim el Planar Cordon (Figura 8). Tot i així, no hi va haver diferències significatives entre sistemes, ni per la primera o segona passada. En termes generals, el cop de sol es va situar entre el 0,6-1,8% dels fruits afectats.

El cost de formació a l'any 1 va estar per sota les 50 hores/ha en el mur eix, mur bieix i Tall Spindle, mentre que el Planar Cordon va requerir més de 250 hores/ha (Figura 9). A partir de l'any 2 i 3, el cost de formació es redueix per tots els sistemes, i pel Planar Cordon aquesta reducció és encara més gran.

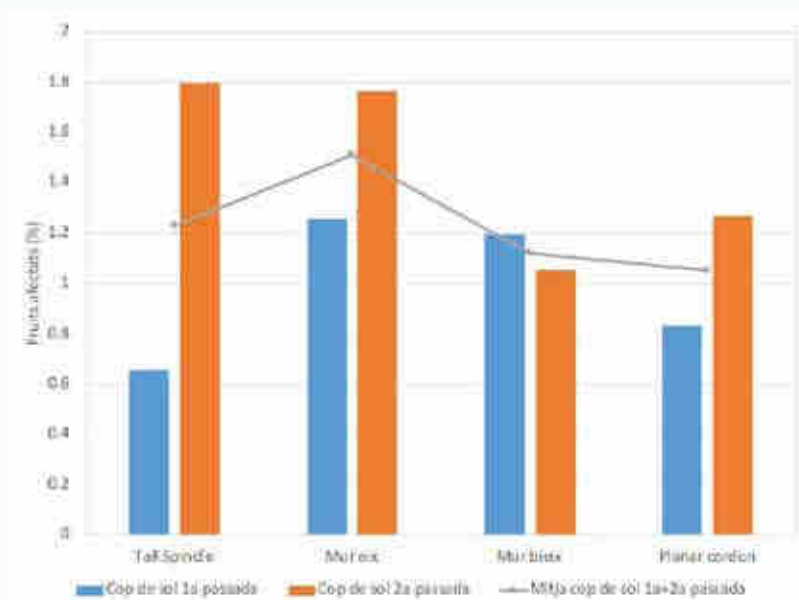


Figura 8. Percentatge de fruits afectats per cop de sol a 5a fulla per als diferents sistemes de formació de l'assaig plantat a l'Estació Experimental de Lleida (Mollerussa).

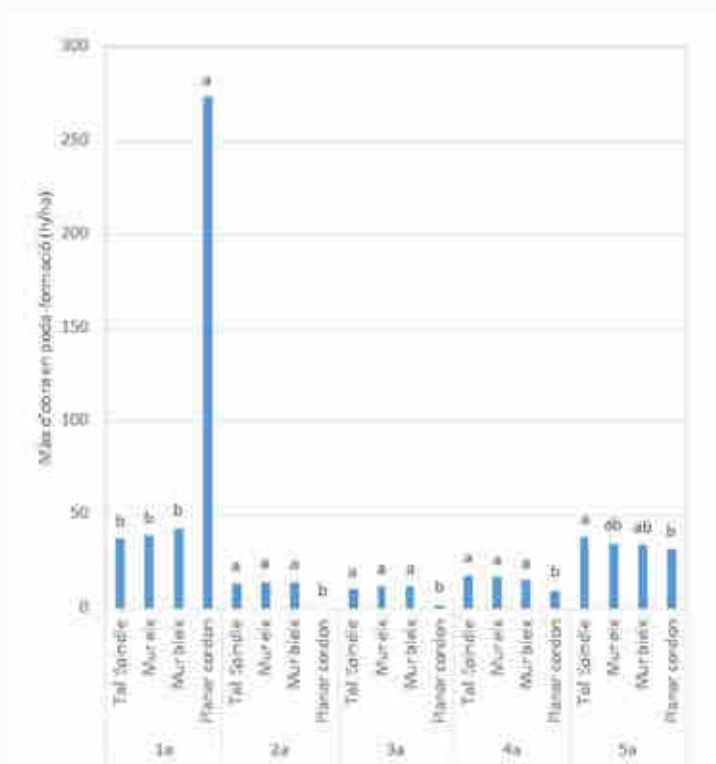


Figura 9. Hores per hectàrea per a la formació i poda dels diferents sistemes de formació durant els cinc primers anys.

Fins a 5a fulla, les hores acumulades de formació i poda es situen al voltant de les 116 hores/ha pel mur eix, mur bieix i Tall Spindle; mentre que pel Planar Cordon està al voltant de les 316 hores/ha, degut sobretot a l'elevat cost de formació del primer any (Figura 10). Quant a la poda, Tall Spindle és el sistema que extreu més fusta (4664 kg/ha), seguit pel mur eix (3129 kg/ha), mur bieix (2469 kg/ha) i Planar Cordon on menys poda es duu a terme (1436 kg/ha) (Figura 10).

De moment no s'han observat diferències significatives entre els diferents sistemes de formació en relació als diferents paràmetres de qualitat del fruit. D'aquesta manera la fermesa es situa en un valor mig de 7.23 kg/cm², els sucres a 12,42° Brix, i l'acidesa a 3,2 g àcid màlic/L (Figura 11).

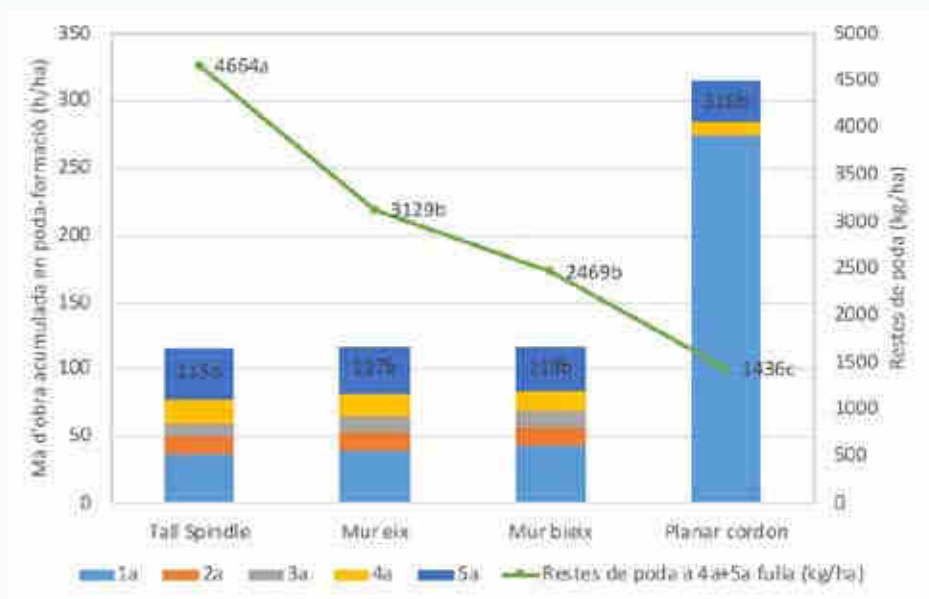


Figura 10. Hores per hectàrea acumulades fins a 5a fulla i restes de poda acumulades a 4a i 5a fulla (kg/ha) per a la formació i poda dels diferents sistemes de formació.

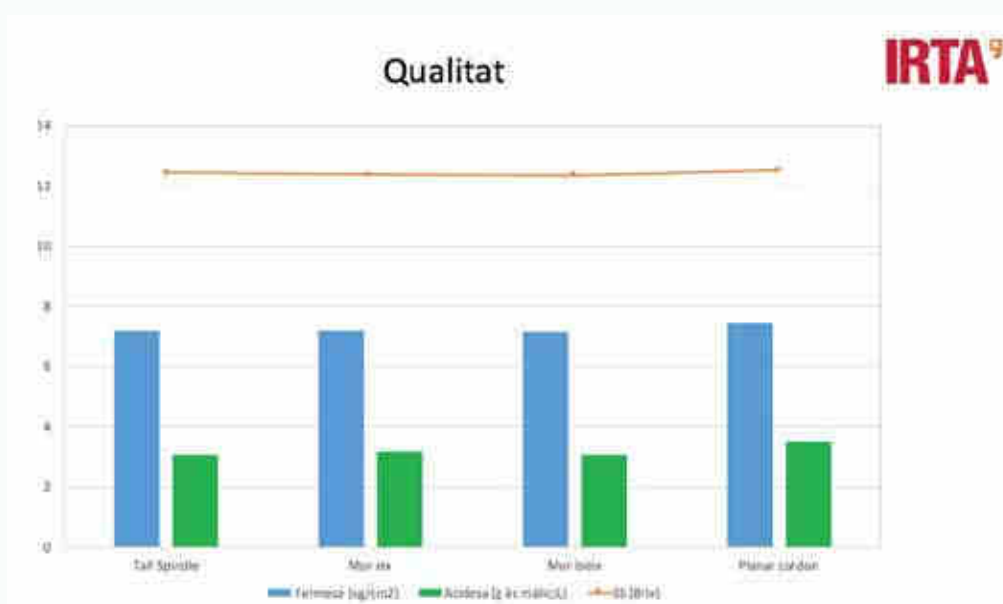


Figura 11. Paràmetres de qualitat del fruit dels diferents sistemes de formació durant els cinc primers anys.

Discussió dels resultats i conclusions

En aquest estudi es presenten les primeres dades referents a l'establiment de quatre sistemes de formació diferents. Quan els comparem entre ells, s'observa com a nivell productiu tant el mur eix, com el mur bieix i el Tall Spindle són molt similars, mentre que el Planar Cordon té més diferències amb la resta.

Aquestes diferències són encara més clares en situacions més limitants, com és el cas de Mas Badia, on l'assaig es va ubicar en una parcel·la amb unes condicions de replantació molt marcades. Aquest fet provoca que tant el creixement dels arbres com la seva producció sigui menor que l'observat a Mollerussa, on les condicions del sòl no són tant limitants. Aquest fet es veu agreujat encara més pels sistemes que tenen més d'un eix, com el mur bieix (2) i el Planar Cordon (10 eixos), on en situacions de replantació i un portaempelt com l'M.9, les limitacions queden encara més marcades.

Cal tenir present també el cost de plantació dels diferents sistemes. Per exemple, tant en el mur eix com en el Tall Spindle es planten 3.367 arbres/ha (= 3.367 eixos/ha), mentre que pel mur bieix són 2.525 arbres/ha (5.050 eixos/ha), i pel cas del Planar Cordon 1.333 arbres/ha (13.333 eixos/ha). Això també fa que peus enanitzants com l'M.9 dificultin més l'entrada en producció dels sistemes multi-eix.

En relació als paràmetres de color i calibre, de moment són bons pels 4 sistemes, i la producció acumulada fins a 5a fulla és bona, i més tenint en compte que els últims dos anys (4a i 5a fulla) hi va haver danys per gelada que van afectar els arbres de Mollerussa.

Cal seguir avaluant aquests sistemes i veure l'evolució que tenen a partir de la 5a fulla, on molt probablement tots els sistemes hauran ja omplert bona part de l'espai que tenen assignat. Serà en aquesta situació on probablement s'observaran més diferències entre ells pel que fa a calibres i color. A més, el cost de maneig dels diferents sistemes tindrà també un rol destacat en la seva rendibilitat.

En aquest sentit cal tenir present que el Tall Spindle és un sistema pensat perquè sigui productiu i molt fàcil de manejar, però més difícil de mecanitzar. D'altra banda tant el mur eix com el mur bieix estan pensats per poder dur a terme d'una manera el més mecanitzada possible tant la poda, com l'aclarida i fins i tot la collita. Quant al Planar Cordon és un sistema que potser requereix un major coneixement tècnic a l'inici, amb un alt cost de formació el primer any. Després però, el seu cost de formació baixa molt dràsticament, fet que pot tenir també un paper rellevant en la seva rendibilitat amb el pas dels anys.

A 5a fulla és encara molt aviat per poder concloure quin és el millor sistema de tots. De totes maneres, les dades que hem obtingut fins el moment fan pensar que no serà cosa d'un únic sistema vàlid, sinó que amb les seves particularitats tots els sistemes avaluats seran vàlids sempre i quan tinguem molt clar les diferents situacions de cultivar, clima, portaempelt, densitat de plantació, ubicació i condició econòmica a assumir.

Referències bibliogràfiques

Balkhoven-Baart J, Wagenmakers P, Bootsma J, Groot M, Wertheim S (2000). Developments in Dutch apple plantings. *Acta Horticulturae* 513:261-270.

Barritt BH (1987). Orchard systems research in deciduous trees: A brief introduction. *HortScience* 22:548-549.

Ferree DC, Warrington IJ (2003). *Apples: Botany, production and uses*. CABI publishing, Cambridge, MA.

Lakso AN, Robinson TL (2014). Sunlight, yield, and productivity of apples. *New York Fruit Quarterly* 22:5-7.

Lakso AN, Robinson TL (1997). Principles of orchard systems management optimizing supply, demand and partitioning in apple trees. *Acta Horticulturae* 451:405-415.

Lespinasse JM, Lauri PE (1996). Influence of fruiting habit on the pruning and training of apple trees. *Compact Fruit Tree* 29:75-82.

Lordan J, Gomez M, Francescatto P, Robinson TL (2019). Long-term effects of tree density and tree shape on apple orchard performance, a 20 year study - part 2, economic analysis. *Scientia Horticulturae* 244:435-444.

Palmer JW (2011). Changing concepts of efficiency in orchard systems. *Acta Horticulturae* 903:41-49.

Palmer J (1988). Annual dry matter production and partitioning over the first 5 years of a bed system of Crispin/M. 27 apple trees at four spacings. *Journal of Applied Ecology* 25:569-578.

Robinson TL (2007). Effects of tree density and tree shape on apple orchard performance. *Acta Horticulturae* 732:405-414.

VIMAR EQUIPOS



SOLUCIONES INTEGRALES PARA ALMENDRO Y OLIVAR



Síguenos en:



www.vimarequipos.com

Pol. Escodinas, 3 · 44621 Mazaleón (Teruel) · España
comercial@vimarequipos.com · (+34) 978 89 88 11

VIMAR
harvest solutions

Es pot produir fruita sota panells fotovoltaics?

Luis Asín i Miquel Peris, IRTA - Programa fructicultura

El concepte d'Agrifotovoltaisme (AgriPV) es basa en l'ús compartit del sòl per produir energia elèctrica mitjançant panells fotovoltaics i conrear el terreny agrícola, fet que suposa que la radiació solar incident és captada pels panells solars i pels cultius, buscant una optimització de tots dos sistemes (figura 1).

AgriPV no és un concepte nou, i es va plantejar per primera vegada per Goetzberger & Zastrow, 1981, aquesta experiència va proposar col·locar una estructura en altura i que la distància entre files de panells fos suficient perquè la radiació pogués arribar a terra, i que la maquinària agrícola pogués circular i treballar sota aquesta estructura.

També és possible compaginar la producció agrícola i energètica sense una estructura que col·loqui els panells damunt del cultiu, en aquest cas es tracta de panells situats a escassa alçada del sòl, encara que hi ha debat si aquesta

aproximació es pot considerar AgriPV, ja que, segons la disposició, la superfície no té un doble ús, sinó que es produeix una distribució del terreny entre producció agrícola i elèctrica.

En el cas dels cultius fruiters, en tenir una alçada en general superior als 2,5 metres, i fins i tot superior als 3 metres, normalment els panells fotovoltaics se situen damunt del cultiu, per tal d'optimitzar l'aprofitament de la radiació incident, sense que els panells siguin ombrejats.

Amb aquesta disposició la primera qüestió que es planteja és l'efecte de la reducció de la radiació sobre el rendiment productiu del cultiu. Cal tenir en compte que la reducció en la radiació està condicionada per diversos factors intrínsecs a la instal·lació fotovoltaica, com l'orientació, l'angle d'inclinació, la mida dels panells i la distància entre ells (Beck et al. 2012; Dupraz et 2011a) i factors estacionals, en variar la inclinació del sol i la durada del dia al llarg de l'any.

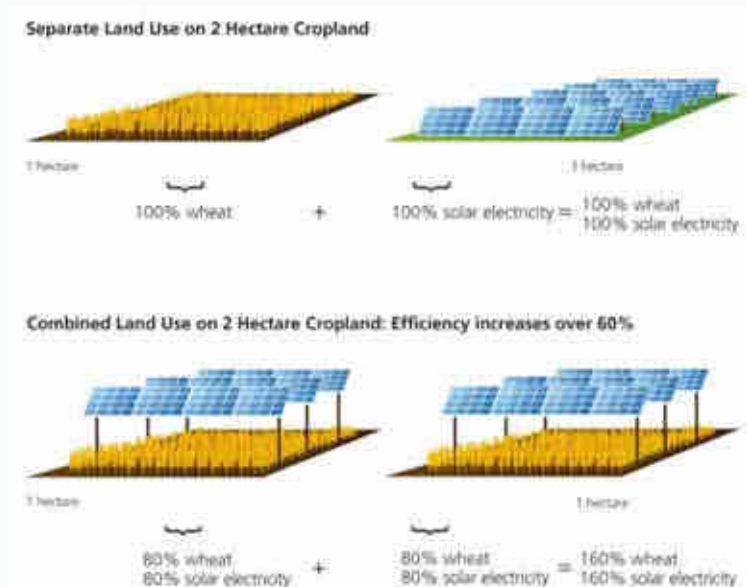


Figura 1. Beneficis en l'ús combinat del terreny en producció energètica i agrícola (Fuente. Fraunhofer).

Hi ha diversos estudis que relacionen la reducció de la radiació amb el rendiment productiu en diversos cultius. En aquest sentit, en enciam es va veure que una reducció del 27% de la radiació va suposar una pèrdua productiva de l'1-9% (Marrou et al. 2013c).

Un dels casos més extrems es va produir en arròs, en què amb reducció del 77% de la radiació, la producció també va disminuir fins a un 73% (Islam i Morison, 1992), encara que també s'indica que segons quins moments del desenvolupament de l'arròs, es van registrar rendiments productius semblants. Fins i tot hi ha estudis que indiquen que la producció pot ser més gran amb una reducció de la radiació en regions amb una alta irradiació solar, si es genera ombrejat durant el desenvolupament primerenc de la planta (Kurupparachchi 1990) o al voltant del migdia (Midmore et al. 1988).

En general, però, s'observa una certa disparitat de resultats segons cultius, condicions de cultiu i intensitat d'ombreig.

En el cas de la poma, en una finca experimental al Sud de França (Juillion et al, a la premsa), es va sotmetre a una reducció important en la radiació (50-55%) durant diversos anys, en què es va registrar una pèrdua productiva del 32 i 27% respectivament els dos primers anys. Aquesta experiència pot servir per indicar un valor de reducció de radiació que no hauria de ser superat. Però també és important destacar, que encara que la reducció mitjana anual de la radiació va ser del 50-55%, va variar entre el 5 i el 85%, cosa que es pot considerar un rang molt ampli.

L'efecte de l'ombreig de panells fotovoltaics sobre arbres fruiters és molt més complex que la reducció de la capacitat fotosintètica, i el seu efecte sobre la capacitat productiva. La instal·lació de panells fotovoltaics suposa, a més, un canvi al microclima que no és constant al llarg del dia. Aquest canvi al microclima pot afavorir o perjudicar els arbres en funció de l'estat fenològic, del procés fisiològic que s'estigui produint, l'estrès abiòtic provocat per temperatura i radiació extremes, etc.

Es poden establir certs paral·lelismes amb les malles antipetra, ja que aquests sistemes també modifiquen el microclima, especialment la temperatura (Do Amarante et al., 2011; Mupambi et al., 2018), i aquest canvi modifica processos fisiològics de l'arbre (Ebert i Casiera, 2000; Gregoriou et al., 2007), la morfologia de la fulla (Bjorkman, 1981; Evans i Poorter, 2001; Fellner et al., 2016), la producció i la qualitat de la producció (Iglesias & Alegre 2006) .

El llistat dels processos en què hi haurà canvis o alteracions és ampli, però se'n destaquen els següents.

1. Modificació de la fenologia de floració. L'ombreig a l'hivern provoca una reducció de la temperatura, aquest efecte pot ser especialment important a l'hora d'acumular hores de calor que afectarà a l'inici del desborre, cosa que pot comportar un retard en la floració i conseqüentment en les fases de desenvolupament del fruit fins a la recol·lecció. Tot i així, hi ha experiments en què no s'ha observat modificació en la fenologia.

2. Efecte sobre les gelades. Tal com s'ha indicat anteriorment, el retard a la floració suposaria una reducció en el risc de gelada, però també s'ha descrit que els panells poden provocar que la temperatura nocturna sigui superior per l'efecte pantalla al calor latent que desprèn el terra durant la nit i matinada. Tot i així, cal tenir present que la radiació incident durant el dia també serà inferior, per la qual cosa és probable que l'acumulació d'energia pugui ser un element amb comportament dispar.

3. Balanç de carbohidrats. La reducció de radiació suposa una disminució de la capacitat fotosintètica de la planta, aquesta circumstància pot ser crítica en cas que hi hagi un dèficit en el balanç de carbohidrats. Si aquest dèficit es produeix en el moment de desenvolupament inicial dels fruits, es produirà una caiguda superior d'aquests i afectarà a la producció final. Aquest punt és crític i altament dependent de l'espècie. En el cas de poma serà necessari modular l'estratègia d'aclarida química.

4. Estrès tèrmic. L'ombrejat, especialment a les hores centrals del dia, reduirà la temperatura de la planta. A la major part de cultius l'intercanvi de

gasos es redueix al mínim o fins i tot es paralitza al voltant dels 30°C. Aquesta circumstància fa pensar que, aquells cultius que són més sensibles a l'estrès tèrmic, mostraran un millor comportament agronòmic sota panells fotovoltaics en reduir-se l'estrès i/o optimitzar la capacitat fotosintètica.

5. Reducció de requeriment hídrics.

L'evapotranspiració del cultiu disminueix en reduir la radiació, cosa que s'haurà de traduir en un canvi en el càlcul de les necessitats hídriques. Hi ha un estudi en préssec amb malles negres antipetra (Girona et al., 2012), on una reducció de la radiació del 18% va suposar una disminució del 25% dels requeriments hídrics, mantenint-se l'estat hídric dels arbres.

6. Qualitat del fruit. En aquest àmbit hi pot haver efectes positius o negatius. En els primers destacarien la reducció dels danys per cop de sol, especialment en varietats de poma, en reduir la temperatura i la radiació incident en el moment de màxima insolació. I en el cas d'efectes negatius, es pot indicar la disminució del contingut en sucres i en la coloració dels fruits. En el primer cas, i per a les condicions de cultiu de la Vall de l'Ebre, el risc pot ser rellevant en varietats primerenques de préssec i nectarina, mentre que en el cas de la coloració, les varietats bicolors de poma podrien ser les més perjudicades, especialment els clons del grup Gala.

7. Altres processos crítics. Cada cultiu presenta alguns processos clau que poden estar afectats per la modificació del microclima. Dins d'aquests processos es pot citar, d'una banda la inducció floral, tots els cultius es poden veure afectats negativament si en aquest moment es produeix un augment de la temperatura, entre ells destaca el cirerer que pot generar fruits bessons a la campanya següent. D'altra banda, l'acumulació de reserves és un procés clau, que garanteix la disponibilitat de suficients hidrats de carboni per tal d'assegurar la viabilitat de les flors i el desenvolupament inicial dels fruits pol·linitzats.

8. Efecte sobre plagues, malalties i fauna auxiliar. Les alteracions al microclima afectaran el cicle biològic de qualsevol insecte o malaltia,

però és especialment evident que certes disposicions dels panells provoquen que els arbres no s'humectin, reduint d'aquesta manera la pressió de malalties fúngiques, com seria el cas del motejat en pomera. De la mateixa manera, podria haver efecte en el cicle d'insectes pol·linitzadors.

Tot i que el nombre d'articles en què s'aborda l'AgriPV en diferents cultius està augmentant els darrers anys, resulta difícil valorar l'impacte de l'ombregi en fruiters en les nostres condicions. Aquesta dificultat és deguda a quatre arguments, resposta i comportament diferent de cada cultiu, intensitat d'ombregi, condicions de microclima generat i maneig del cultiu, així com la interacció múltiple entre aquests factors. Això fa que els resultats de tots els estudis hagin de ser tractats amb cautela, i que no es puguin transferir directament a qualsevol sistema AgriPV.

La major part dels estudis conclouen que la restricció en la disponibilitat de llum provoca pèrdues de rendiment a la majoria dels cultius. L'abast de les pèrdues dependrà, en gran mesura, de les condicions climàtiques locals (especialment la radiació solar i la temperatura) i la implementació tècnica del sistema AgriPV. Dit això, a les regions àrides, caracteritzades per efectes negatius per l'alta radiació i pèrdues elevades d'aigua, l'ombregi pot ser avantatjós i conduir a l'estabilitat del rendiment (Amaducci et al. 2018).

És molt probable que els cultius que presenten una bona adaptació a nivells baixos de radiació puguin mantenir, o fins i tot augmentar, els rendiments productius, i també aquells que presentin pèrdues per una radiació o temperatura excessiva, que provoca estrès abiòtics.

Centrant-nos en cultius fruiters, sembla que la pomera és l'espècie més interessant a un sistema AgriPV en ser un cultiu adaptat originàriament a climes d'estius suaus i alta humitat (Bouhier de l'Ecluse, 1983). De fet, l'augment de períodes amb temperatures altes provocades pel canvi climàtic (Herring et al., 2016) redueixen el creixement del fruit a causa d'una disminució en l'activitat fotosintètica i també redueixen el nombre de fruits aptes per al consum per cop de sol (Wünsche et al., 2001; Manja i Aoun, 2019).

No obstant això hi ha altres cultius fruiters que poden ser també interessants sigui per algun problema específic del cultiu (assecat de fulles en pera Conference) o sigui per presentar un cicle curt (cirerer).

Instal·lacions AgriPV en cultius fruiters

A les instal·lacions AGRIPV, hi ha 3 elements que formen part del projecte. Es tracta de l'estructura de suport i subjecció de panells, disposició (fixa o dinàmica) i la tipologia de panells fotovoltaics. En el cas de cultius fruiters, la tecnologia AgriPV que s'està implementant consisteix en una estructura metàl·lica que situa els panells en altura per sobre de les plantacions. En concret els panells se situen damunt dels arbres, sigui en forma de capella o a un únic vessant segons l'orientació de la finca.

Es pot disposar de postes a totes les files o amb més separació (figura 2), en el primer cas els filferros de la plantació se subjecten als postes de l'estructura AgriPV, mentre que en el segon cas, es col·locaran postes de fusta o formigó a les files que no disposa dels postes metàl·lics. En tots dos casos es disposa de bigues transversalment per sustentar l'estructura de panells

A causa de les forces que suporta l'estructura es requereix que els postes siguin clavats al terreny, en els primers projectes s'emprava sabates de

formigó, però actualment hi ha estructures amb pals clavades directament a terra a profunditat entorn d'1,5 metres (figura 3).

S'observa una evolució ràpida de les estructures metàl·liques, ja que les primeres estaven sobredimensionades.

Com la major part dels panells fotovoltaics tenen unes dimensions properes a 2*1 metre, es col·loquen dos panells longitudinalment damunt dels arbres, amb certa inclinació. De manera que, en el cas de plantacions amb separació de files de 4 metres, al mig de les files quedarà un espai d'uns 2 metres lliure de panells.

Normalment la disposició dels panells és a dues aigües o inclinacions, encara que pot ser a una única aigua si així la intercepció de radiació és major per l'orientació de les files, en aquest cas els panells poden col·locar-se transversalment als arbres, però no variarà l'espai que deixaran lliure entre les files d'arbres.

Pel que fa a la disposició dels panells, poden ser fixos o dinàmics (figura 4). En el cas dels fixos, la seva disposició i orientació és la que maximitza la intercepció de llum, mentre que, en el cas de dinàmics, es col·loca un sistema de seguidors que permet regular l'orientació segons el moment del dia, condicions meteorològiques, etc.



Figura 2. Disposició de postes de la estructura en cada fila (esquerra) o cada 4 fileres (dreta).

En el cas de sistemes dinàmics, es permet modular la captació de radiació pels panells, i conseqüentment la radiació que arriba als arbres a cada moment del dia, buscant la màxima rendibilitat del sistema combinat agrícola i energètic.

Tot i que hi ha diverses propostes en fase comercial o en desenvolupament, se n'han identificat 4 amb presència a Europa com les més avançades.

<https://sunagri.fr/>
<https://remtec.energy/en>
<https://www.agri-light.com/>
<https://www.ombrea.fr/>

Totes tenen diferents sistemes de seguidors, sigui mitjançant un o dos eixos, o amb desplaçament horitzontal dels panells. En general aquests sistemes estan associats a estacions que registren valors de temperatura, humitat a terra, pluja i radiació, així com un algoritme que regula el moviment de les plaques. En la majoria dels casos, el mateix sistema serveix per automatitzar el reg localitzat.

El tercer element de la instal·lació és la tipologia de panells. Dins aquest apartat hi ha fonamentalment dues eleccions, en primer lloc, si els panells són mono o bifacials, i en segon lloc si són opacs o transparents.



Figura 3. Detall dels postes amb sabata de formigó (esquerra) o clavats directament al terra (dreta).



Figura 4. Detall de sistema dinàmic amb seguidors (esquerra) o fixes sense sistema d'orientació (dreta).

Pel que fa a si disposen de cèl·lules a les dues cares (bifacials) o en només una de les cares (monofacials), la decisió dependrà de l'estimació de l'albedo de la plantació. En general, són poques les instal·lacions que són bifacials, encara que la reducció dels costos dels panells i l'augment del preu de l'electricitat podria provocar canvis.

El debat que sembla interessant és el de l'ús de panells transparents o semitransparents, en aquest cas les cèl·lules s'instal·len en panells de vidre de manera que la radiació pot passar

entre l'espai intercel·lular, permetent així que no hi hagi una ombra contínua i uniforme (figura 5). Aquesta disposició permet que part de la radiació que arriba a la plantació sigui difusa, cosa que podria afavorir el comportament productiu.

Al mercat hi ha diferents opcions de panells transparents amb diferent disposició i densitat de les cèl·lules, cosa que permet variar el percentatge de radiació que passarà a través dels panells, i així evitar els possibles problemes relacionats amb un ombreig excessiu.



Figura 5. Aspecte de panells transparents que permeten el pas de la llum.

Projecte DACC-IRTA

Des del Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural i en col·laboració amb IRTA es farà un projecte sobre AgriVoltaisme, per avaluar la combinació de producció agrícola i energètica. En concret es construirà una instal·lació AgriPV a la Finca IRTA-Mollerussa sobre una parcel·la de poma adulta de les varietats Golden Reinders y Gala DeCarli.

L'inici de la instal·lació serà els propers mesos, i estarà activa abans d'iniciar la campanya 2023.

Aquest projecte ocuparà una superfície de 3.000 m², i es disposarà d'un sistema fixe amb panells transparents, un sistema dinàmic Sun-Agri (<https://sunagri.fr/>) i una zona sense panells que servirà com a referència o testimoni.

El projecte avaluarà durant 3 anys per una banda l'efecte dels sistemes sobre el comportament agronòmic i fisiològic en poma Golden i Gala, i per altra banda la productivitat energètica amb diferents sistemes, així com els requeriments de manteniment i maneig del sistema fotovoltaic.

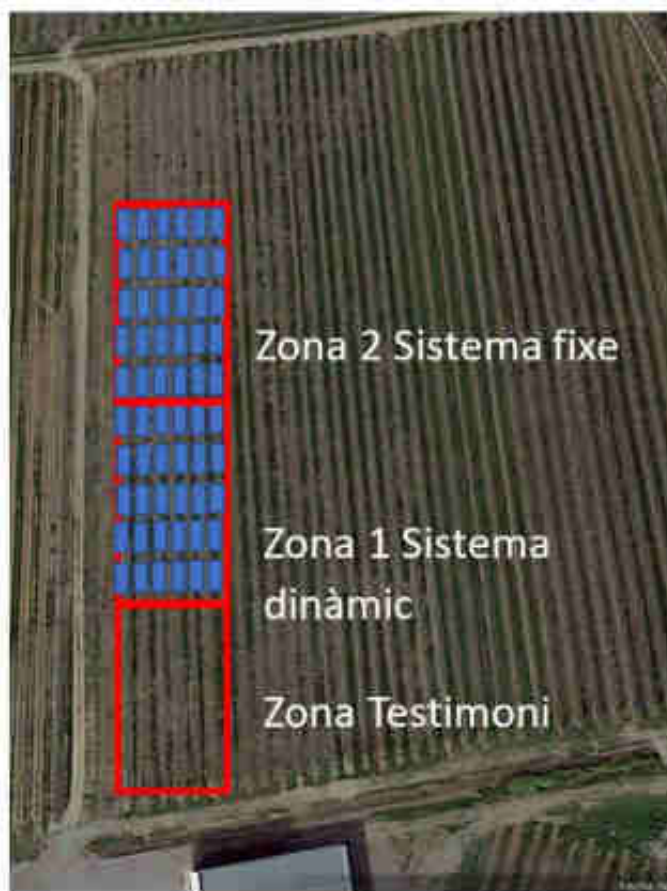


Figura 6. Esquema del projecte AgriPV de DACC-IRTA en finca Mollerussa.

Agraïments:

Aquesta activitat té suport de la línia de Projectes de Fons Climàtic del Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural.

Referències

- Amaducci S, Yin X, Colauzzi M. 2018. Agrivoltaic systems to optimise land use for electric energy production. *Appl Energy* 220:545–561.
- Beck M, Bopp G, Goetzberger A, Obergfell T, Reise C, Schindele S. 2012. Combining PV and food crops to agrophotovoltaic – optimization of orientation and harvest. 5 pages / 27th European photovoltaic. Solar Energy conference and exhibition; 4096-4100.
- Edited by Bjorkman, O. 1981. Responses to different quantum flux densities. In: Lange, O.L., Nobel, P.S., Osmond, C.B., Ziegler, H. (Eds.), *Physiological Plant Ecology I*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 57–107.
- Bouhier de l'Ecluse, R., 1983. The apple. Cultivation and outlets. *Apple Cultiv. Outlets* 1–361.
- Do Amarante, C., Steffens, C.A., Argenta, L.C., 2011. Yield and fruit quality of 'Gala' and 'Fuji' apple trees protected by white anti-hail net. *Sci. Hortic.* 129 (1), 79–85.
- Dupraz C, Marrou H, Talbot G, Dufour L, Nogier A, Ferard Y. 2011. Combining solar photovoltaic panels and food crops for optimising land use: towards new agrivoltaic schemes. *Renew Energy* 36: 2725–2732
- Ebert, G., Casierra, F., 2000. "Does netting always reduce the assimilation of apple trees? (Verringert die Einnetzung grundsätzlich die assimilationsleistung von Apfelbäumen?)". *Erwerbs Obstbau* 42, 12–14.
- Evans, J.R., Poorter, H., 2001. Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. *Plant Cell Environ.* 24 (8), 755–767.
- Fellner, H., Dirnberger, G.F., Sterba, H., 2016. Specific leaf area of european larch (*Larix decidua* Mill. *Trees* 30 (4), 1237–1244.
- Girona, J., Behboudian, M.H., Mata, M., Del Campo, J., Marsal, J., 2012. Effect of hail nets on the microclimate, irrigation requirements, tree growth, and fruit yield of peach orchards in catalonia (Spain). *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 87 (6), 545–550.
- Goetzberger A, Zastrow A. 1982. On the coexistence of solar-energy conversion and plant cultivation. *Int J Solar Energy* 1:55–69.
- Gregoriou, K., Pontikis, K., Vemmos, S., 2007. Effects of reduced irradiance on leaf morphology, photosynthetic capacity, and fruit yield in olive (*Olea europaea* L. *Photosynthetica* 45 (2), 172–181.
- Herring, S.C., Hoell, A., Hoerling, M.P., Kossin, J.P., Schreck III, C.J., Stott, P.A., 2016. Explaining extreme events of 2015 from a climate perspective. *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 97 (12), S1–145.
- Iglesias, I & Alegre, S. 2006. The effect of anti-hail nets on fruit protection, radiation, temperature, quality and profitability of 'Mondial Gala' apples. 2006. *Journal of Applied Horticulture* 8(2):91-100.
- Islam MS, Morison JIL. 1992. Influence of solar radiation and temperature on irrigated rice grain yield in Bangladesh. *Field Crop Res* 30: 13–28
- Juillion, P., López, G., Fumey, D., Lesniak, V., Génard, M., Vercambre, G. 2022. Shading apple trees with an agrivoltaic system: Impact on water relations, leaf morphophysiological characteristics and yield determinants. *Scientia Horticulturae*. En prensa.
- Kurupparachchi DSP. 1990. Intercropped potato (*Solanum spp.*)" effect of shade on growth and tuber yield in the northwestern regosol belt of Sri Lanka. *Field Crop Res* 25, 61–72.
- Marrou H, Wery J, Dufour L, Dupraz C. 2013. Productivity and radiation use efficiency of lettuces grown in the partial shade of photovoltaic panels. *Eur J Agron* 44:54–66.

Manja, K., Aoun, M., 2019. The use of nets for tree fruit crops and their impact on the production: a review. *Sci. Hortic.* 246, 110–122.

Midmore DJ, Berrios D, Roca J. 1988. Potato (*Solanum spp.*) in the hot tropics V. intercropping with maize and the influence of shade on tuber yields. *Field Crop Res* 18:159–176.

Mupambi, G., Anthony, B.M., Layne, D.R., Musacchi, S., Serra, S., Schmidt, T., Kalcsits, L. A., 2018. The influence of protective netting on tree physiology and fruit quality of apple: a review. *Sci. Hortic.* 236, 60–72.

Wünsche, J.N., Greer, D.H., Palmer, J.W., Lang, A., McGhie, T., 2001. Sunburn – the cost of a high light environment. *Acta Hortic.* 557, 349–356.



Creative Hybrid Chemistry
For a Better Tomorrow

Juvinal[®] 10 EC

INSECTICIDA

**Control de Piojo
de San José
y Cochinillas en frutales**
La eficacia del original.



Y su filial
KENOGARD
CULTIVAMOS LA INVESTIGACION • 研究深耕
www.kenogard.es

Lluita química contra les gelades

Estanis Torres, IRTA - Programa fructicultura

Introducció

Les gelades primaverals és un dels estrès abiòtics més importants al que s'han d'enfrontar el cultius fructícoles. L'estrès per gelades depèn de molts factors, com l'espècie, la varietat, el microclima, la tecnologia de conreu o edat dels arbres. El canvi climàtic està fent créixer el risc de gelades de finals de primavera al nord de la península ibèrica (Figura 1). A aquest fet hem d'afegir un augment de la vulnerabilitat dels cultius degut a un avançament de la sortida de respòs per l'increment general de les temperatures. No obstant, els danys provocats per les gelades primaverals ha sigut de sempre un gran problema per al sector fructícola, per lo que al llarg de la història s'han desenvolupat diferents mecanismes per protegir els cultius.

Els mètodes de protecció contra les gelades per als cultius es poden dividir en mètodes passius i actius. Els mètodes passius són aquells que s'apliquen abans de que es produeixi la gelada; per exemple, la selecció de la varietat, la tria del lloc de plantació, el maneig de la cobertura

vegetal i/o l'aplicació de productes químics. D'altra banda, els mètodes actius són aquells que s'apliquen durant el moment en el que es produeix la gelada amb l'objectiu d'evitar que la temperatura caigui per sota del punt de congelació, com molins de vent, escalfadors, cremadors o reg per aspersió.

En general, els mètodes actius són mètodes de protecció amb un elevat cost energètic i la tecnologia actual no permet poder utilitzar simultàniament més d'un d'aquest mètodes de protecció a la vegada, a diferència dels mètodes passius que es poden combinar amb una protecció activa.

Dins la protecció passiva, trobem l'ús de productes químics per protegir els cultius de les gelades. La protecció química contra les gelades inclou l'ús de diferents productes que es poden classificar com a: fertilitzants minerals convencionals (com el nitrogen, el potassi, el bor), productes hormonals (reguladors de creixement), productes antitranspirants i bioestimulants. De fet, l'ús de productes químics per protegir els

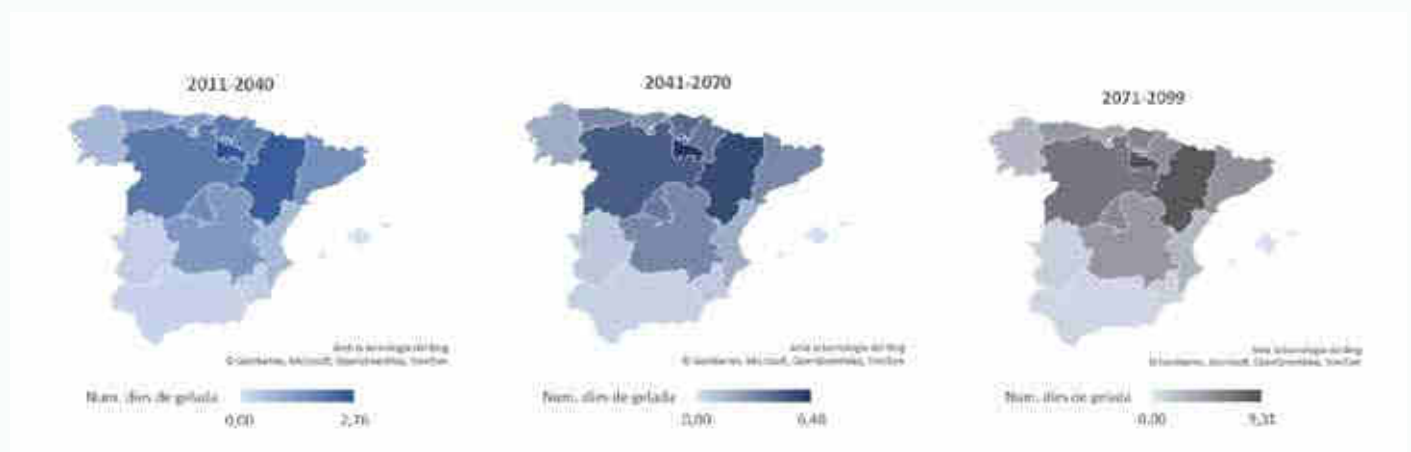


Figura 1. Evolució de la previsió del número de dies anuals amb gelades a la primavera (març – maig) en una simulació d'altas emissions de CO2 (RCP8.5). Font: Statistical Office of the European Union (Eurostat).

cultius contra les gelades s'estudia des dels anys seixanta. Els primers productes utilitzats per protegir als cultius de les gelades van ser reguladors del creixement amb la capacitat per retardar el desenvolupament de la brotació i/o augmentar la tolerància al fred (Rieger, 1989). A dia d'avui, a més a més, existeix al mercat una oferta de productes fertilitzants i bioestimulants específics per a la protecció dels cultius contra gelades amb capacitat osmòtica, crioprotectora i/o antioxidant.

Tot i els grans esforços que realitzen les empreses del sector de la fertilització i bioestimulació vegetal investigant contínuament amb l'objectiu de descobrir nous productes més efectius als productes existents, hi ha poca informació científica disponible sobre el seu mode d'acció i la seva eficàcia. En aquest article, es fa una revisió de tots els tipus de productes (nutrients minerals, fitoreguladors, antitranspirants i bioestimulants) que son o han estat utilitzats per a la protecció dels cultius contra les gelades.

Mecanismes de defensa de les plantes contra les gelades

Les temperatures de glaçada per sota zero poden danyar els teixits de les plantes i, fins i tot, matar els seus òrgans, a causa de la formació de gel extracel·lular que deshidrata les cèl·lules i danya les membranes. Per evitar danys durant l'hivern, els arbres caducifolis entren en un estat de latència a la tardor, quan comencen a escurçar

els dies, que els hi permet respondre a les baixes temperatures induint mecanismes fisiològics per reduir la temperatura de congelació intra i extracel·lular i/o per augmentar la tolerància a la congelació. No obstant, a la primavera, un cop les plantes surten d'aquest estat de latència i es troben en creixement actiu, es quan són més vulnerables a les gelades. No obstant, encara mantenen alguns d'aquests mecanismes de defensa intrínsecs per evitar la formació de gel intra i extracel·lular i/o fer-se resistents al fred (Figura 2).

Els danys per fred comencen a nivell cel·lular. Quan hi ha risc de congelació, es poden formar cristalls de gel als espais extracel·lulars; aquesta congelació de la solució extracel·lular crea un gradient de potencial hídric a la cèl·lula que comporta una sortida d'aigua des del citoplasma a l'exterior (Figura 3).

En altres paraules, hi ha una deshidratació cel·lular perquè els cristalls de gel de fora la cèl·lula fan que hi hagi una solució més concentrada a l'exterior que la de dins la cèl·lula, augmentant el potencial osmòtic i la conseqüent fuga d'aigua de l'interior de la cèl·lula. En general, les plantes no es moren de fred en si, sinó per la deshidratació que aquesta fuga d'aigua provoca, bàsicament per la manca de soluts per retenir l'aigua.

A més a més, si s'arriba a formar gel dins de la cèl·lula, els cristalls de gel poden danyar-



Figura 2. Mecanismes de protecció de les plantes contra l'estrès per gelades (adaptació de Román-Figueroa et al., 2020).

la físicament, trencant les membranes dels orgànuls, el que resultarà letal produint una necrosi cel·lular. Les plantes han desenvolupat diferents mecanismes per evitar que això succeeixi, des de l'acimatació al fred per mitjà de diferents canvis fisiològics que permeten que les plantes millorin la seva resistència en un entorn de gelades, fins a mecanismes intrínsecs dins les cèl·lules per fer-les tolerants a la formació de gel o per evitar directament la formació de cristalls.

La tolerància a la congelació és el mecanisme que permet tolerar la formació de gel a l'apoplast i, per tant, la supervivència a la temperatura de congelació. Mitjançant aquest mecanisme, la planta pot suportar la formació de gel als seus espais extracel·lulars. Això s'aconsegueix, amb l'acumulació a l'interior de les cèl·lules de soluts de baixa massa molecular, com sucres solubles, poliols, aminoàcids i altres agents crioprotectors, que ajuden a reduir la deshidratació a causa de la migració de l'aigua als espais extracel·lulars (Ouellet i Charron, 2013).

Aquests soluts eviten la pèrdua d'aigua de les cèl·lules quan hi ha una situació de gelada. La seva acumulació al citoplasma cel·lular actua per osmosi, creant una major concentració de soluts a l'interior de la cèl·lula respecte a l'exterior malgrat la formació de cristalls de gel. D'aquesta manera la direcció de l'aigua s'inverteix i l'aigua queda retinguda a la cèl·lula evitant-ne la deshidratació.

La tolerància a la congelació també es pot aconseguir mitjançant la modificació en l'estructura d'alguns lípids i proteïnes de les membranes de les cèl·lules per augmentar la seva estabilitat i integritat (Ouellet i Charron, 2013). Se sap que aminoàcids com la prolina ajuden a estabilitzar les membranes cel·lulars interactuant amb els fosfolípids de membrana. Aquests aminoàcids eviten que el gel es propagui sobre les membranes i les mantenen funcionals.

L'evitació de la congelació permet retardar la formació de gel intercel·lular i/o evitar la propagació del gel que ja està format. El mecanisme més important per evitar la propagació del gel a l'interior de la planta són les proteïnes que s'uneixen al gel com un anticongelant. Aquestes proteïnes són absorbides pels cristalls de gel i eviten la migració de les molècules d'aigua d'espais intracel·lulars a extracel·lulars, col·laborant a mantenir l'equilibri osmòtic.

A més, aquestes proteïnes poden tenir una activitat inhibidora de la recristal·lització del gel, evitant que petits cristalls de gel s'agreguin per formar d'altres més grans (Bredow i Walker, 2017).

En general, qualsevol estrès abiòtic, com un augment de la temperatura, la falta d'aigua, la radiació solar o les gelades, indueixen la formació d'espècies reactives d'oxigen, conegudes pel seu acrònim en anglès ROS, i radicals lliures en el teixit vegetal. Els ROS (H₂O₂, O₂⁻,...)

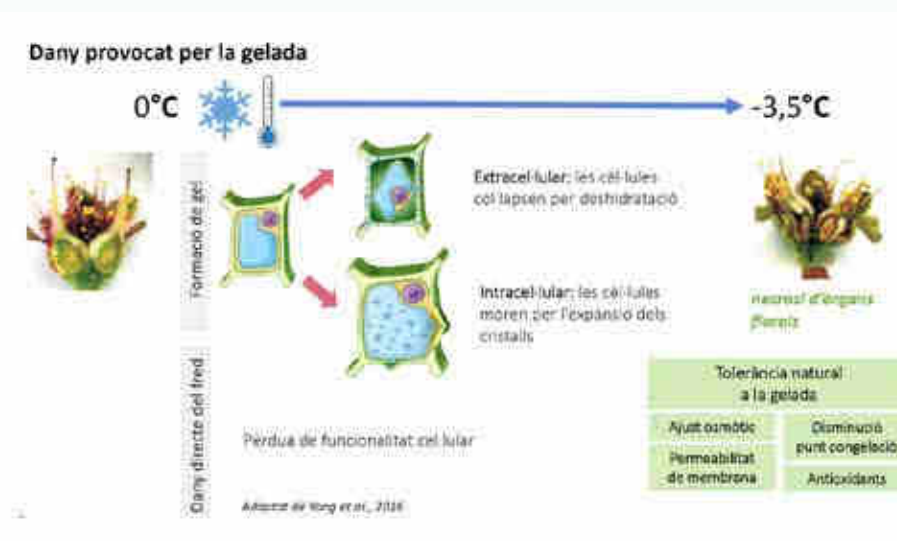


Figura 3. Danys provocats per les gelades i tolerància natural a la gelada (Font: Olivo & Gonzalez, 2021).

provoquen l'oxidació de les membranes cel·lulars en una reacció en cadena provocant la mort cel·lular (Bartosz, 1997). Les plantes responen a l'estrès oxidatiu amb la formació d'antioxidants, que són capaços d'eliminar els ROS i els radicals lliures per evitar que les membranes cel·lulars es desintegren. Els antioxidants més destacats de les plantes són l' α -tocoferol (vitamina E), l'àcid ascòrbic (vitamina C), els carotenoides i els compostos fenòlics. A partir de l'estudi de tots aquest mecanismes de defensa, les empreses investiguen i desenvolupen els productes per protegir els cultius dels danys per fred.

Nutrients minerals

Les capacitats d'alguns nutrients minerals per protegir els cultius contra l'estrès de la baixada de les temperatures i reduir els danys de les gelades ha estat avaluada per diferents autors. No obstant, a partir dels resultats que podem trobar a la literatura científica, observem que l'eficàcia dels nutrients minerals és variable i depenen del tipus de nutrient i cultiu.

Potassi

Ja hem vist que una opció perquè les plantes augmentin la seva resistència a les gelades és reduir el punt de congelació mitjançant la formació de sòlids solubles com ara sucres, aminoàcids i/o ions osmòticament actius, d'aquesta manera es retarda la formació interna de cristalls de gel. Un dels ions amb major presència en els teixits de les plantes és el potassi.

El potassi es dissol a l'interior de la cèl·lula i/o als espais intracel·lulars ajudant a disminuir el punt de congelació a l'augmentar la quantitat de solut i, conseqüentment, ajudant a mantenir l'ajust osmòtic. És un fet que borrons amb alts continguts de sucres i potassi tenen més possibilitats de sobreviure als hiverns extrems (Sarikhani et al., 2014). A més, el potassi és un nutrient essencial per a les plantes per lo que la seva deficiència pot afectar el rendiment dels cultius en condicions d'estrès de diferents maneres.

En aquest sentit, el potassi és un component important del mecanisme de tancament hidrodinàmic estomàtic, per tant, es requereix

un nivell adequat de potassi per regular la conductància estomàtica i la fixació del CO₂, entre altres processos cel·lulars; una deficiència de potassi pot limitar el tancament estomàtic i afavorir la pèrdua d'aigua per transpiració, el que afavorirà a la deshidratació cel·lular (Wang et al., 2013).

Calci

El calci també té un paper important a l'hora de proporcionar a les plantes una tolerància a les baixes temperatures, tot i que el seu mecanisme d'acció encara no està del tot clar (Román-Figueroa et al., 2020). El calci es un element clau en la composició de les membranes cel·lulars, millorant la seva fluïdesa i estabilitat.

D'aquesta manera, el calci també millora la qualitat i conservació postcollita dels fruits (Torres, 2020). Segons alguns estudis, un augment de les aplicacions foliars de calci pot induir el tancament estomàtic i evita la deshidratació de les fulles (Waraich et al., 2012; Wilkinson et al., 2001), a més de reforçar les membranes cel·lulars ja que el calci s'uneix amb lípids i proteïnes a les membranes evitant la fuga de soluts.

Bor

El bor és un altre dels minerals relacionats amb una major tolerància al fred. Entre les funcions del bor en la nutrició de les plantes, les més importants són el seu paper en la formació de la paret cel·lular i promoure el creixement i desenvolupament del pol·len, procés molt important en la formació de llavors i la producció de fruita.

El bor ha demostrat ser eficaç per millorar la tolerància a les gelades de les plantes estabilitzant la paret cel·lular i la seva funció, a més del seu paper en la regulació de la permeabilitat de les membranes cel·lulars (Brown et al., 2002). Estudis realitzats en avets han mostrat que després de tractaments amb bor els brots joves dels arbres presenten una millor tolerància a les gelades (Räisänen et al., 2009).

Aquest resultat podria estar associat amb un efecte beneficiós del bor sobre l'estabilitat dels teixits sota l'estrès. A més del seu paper en el manteniment i regulació de les parets i membranes cel·lulars, les aplicacions de bor han mostrat tenir un efecte sobre la data de floració en ametller. Un estudi realitzat per l'IRTA en ametller en condicions de secà va mostrar que aplicacions foliars de bor a la tardor, a més a més d'incrementar el quallat, podien retardar la floració durant 4-6 dies, el que pot ajudar a les flors d'evitar períodes de major risc de gelades de finals d'hivern o principis de primavera (Figura 4, Rufat & Arbonés, 2006).

Antagonismes a la protecció contra gelades

És evident que una correcta nutrició mineral és essencial per al desenvolupament de les plantes i que variacions en les dosis o els temps d'aplicació d'alguns nutrients poden crear desequilibris nutricionals i afectar negativament al cultiu i la seva protecció contra les gelades.

Com a exemple, alguns estudis han mostrat que un excés de nitrogen pot perjudicar la protecció dels cultius contra les baixes temperatures, probablement atribuït a un augment del creixement vegetatiu i, en conseqüència, una major susceptibilitat dels teixits a l'estrès disminuint la seva tolerància (Scagel et al., 2010).

Per tant, caldrà ajustar el programa de fertilització amb l'objectiu de que la planta disposi durant el període de risc de gelades d'aquells nutrients que li seran beneficiosos i evitar desequilibris nutricionals que puguin ficar en perill la seva tolerància al fred.

Reguladors del creixement

Els reguladors del creixement són compostos hormonals associats a diferents processos del creixement de les plantes. El retard de la floració és el principal mecanisme d'aquest tipus de productes en la protecció contra les gelades. Els retardants del creixement dels brots, com el paclobutrazol i l'àcid abscísic, han demostrat ser efectius per evitar danys als brots deguts a la baixada de les temperatures (Dwyer et al., 1995).

Aquests compostos actuen disminuint el creixement de les plantes i afavorir la latència dels brots. A més, el paclobutrazol es pot comportar com un antitranspirant, disminuint la longitud dels estomes i augmentant la densitat estomàtica. Cal a dir que el paclobutrazol és un inhibidor de la biosíntesi de l'àcid gibberèl·lic i, en conseqüència, aquests dos components actius actuen de manera oposada, per lo tant, l'àcid gibberèl·lic pot augmentar la susceptibilitat de les plantes al fred a l'estimular el seu creixement.

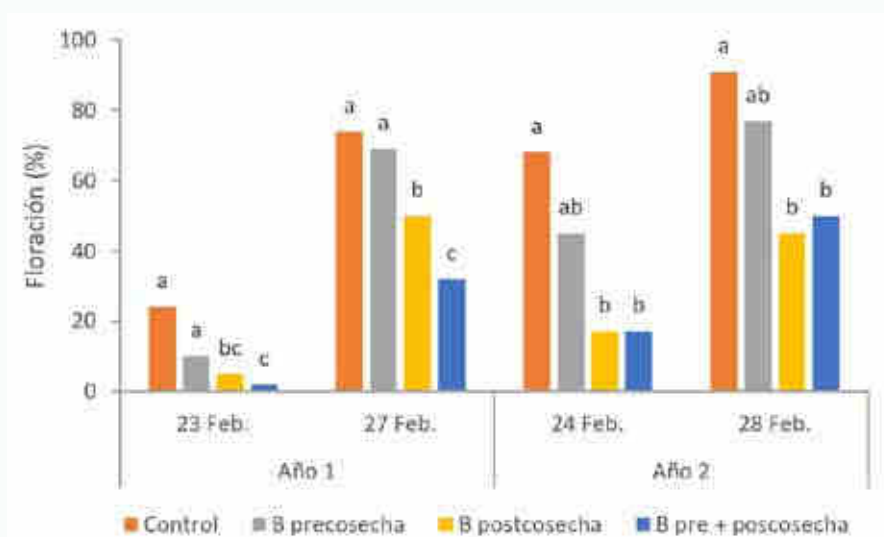


Figura 4. Percentatge de flors obertes per tractament en ametller cv. Desmayo Largueta. Dades corresponents a dos assajos en dos anys consecutius (any 1 i any 2). Control: tractament sense aplicacions; B precollita: aplicació foliar de bor a la primavera; B postcollita: aplicació foliar de bor després de la collita; B pre + postcollita: dos aplicacions foliars de bor a la primavera i després de collita. Font: Rufat & Arbonés, 2006.

Altres reguladors del creixement, com l'etefó, s'han utilitzat o s'utilitzen en diferents països per retardar el moment de la floració i, en conseqüència, reduir el risc d'exposició de les flors a les baixes temperatures.

A dia d'avui l'etefó té registre a Espanya només per a la vinya, pomera i olivera en aplicació precollita, a més del caqui com a ús excepcional. L'etefó és un regulador del creixement que al degradar-se allibera etilè. Molts estudis han mostrat que l'aplicació a la tardor d'etefó pot retardar de manera efectiva el temps de floració a la primavera següent en diferents espècies, especialment en fruita de pinyol. El retard de la floració induït per l'etefó pot oscil·lar entre 3 i 18 dies, depenent del cultiu, concentracions i temps d'aplicació.

En general, aplicacions primerenques a la tardor a altes concentracions són més efectives. Per exemple, l'aplicació d'etefó en pruneres amb un

10% de caiguda de fulles a 250 i 500 ppm va retardar la floració 13 i 16 dies, respectivament, i 5 i 7 dies quan es va aplicar en una fase més avançada de caiguda de fulles del 50% (Taula 1; Crisosto et al., 1990).

En un assaig realitzat per l'IRTA en ametller de la varietat 'Vairo' es van obtenir retards de la floració de 4 a 7 dies amb una resposta positiva al increment de la dosis de 50 a 200 ppm, no obstant, un major retard es va associar a una pèrdua del rendiment productiu (Taula 2). En tots els casos, l'eficàcia de l'etefó sembla estar limitada a l'etapa pre-dormant, amb poc o cap efecte quan s'aplica en estat de latència i amb un alt risc d'abscisió de gemmes florals si no s'aplica a la dosis i moment adequat. Cal remarcar que la possible aparició d'efectes nocius deguts a l'aplicació de l'etefó, com ara gomosi, abscisió de gemmes i flors, mort terminal, falta de brotació de les gemmes florals i reducció del rendiment productiu.

Taula 1. Efecte del moment i concentració de l'aplicació d'etefó en el retard de la floració i producció en prunera de la varietat 'Italian' (Crisosto et al., 1990).

Ethephon (mg·liter ⁻¹)	Bloom delay (days)		Yield (kg/tree)	
	Time of application (1985)			
	10% Leaf drop (25 Oct.)	Complete leaf drop (14 Nov.)	10% Leaf drop (25 Oct.)	Complete leaf drop (14 Nov.)
0	0	0	38	38
300	6.7	2.4	31	36
600	9.5	3.6	22	41
Linear	*	*	*	NS
Quadratic	*	*	*	*
Ethephon × application time	**		**	

NS,*,**Nonsignificant or significant at $P = 0.05$ or 0.01 , respectively. Each mean represents an average of 10 trees.

Taula 2. Efecte de la concentració de l'aplicació d'etefó en el retard de la floració i producció en ametller de la varietat 'Vairo' (Miarnau et al., 2017).

Ethephon (mg·liter ⁻¹)	Application time	Full bloom	Bloom delay (days)	Yield (kg/ha)
0		24-mar	0	1169
50	20% leaf drop (9 nov.)	28-mar	4	796
100		04-abr	7	670
200		04-abr	7	566

Antitranspirants i bioestimulants

Dins dels productes per la protecció contra gelades existeixen formulacions d'aplicació foliar antitranspirants amb efecte protector contra gelades, segons els fabricants, i productes bioestimulants creats específicament com a tractaments preventius contra les gelades.

L'oferta d'aquest tipus de productes pot variar en funció del país. Els primers són elaborats a base de resines i extractes d'algues marines que actuen com a protector biològic de les plantes; el segon, contenen en la seva formulació nutrients minerals, aminoàcids antioxidants (alfa-tocoferol) i/o altres crioprotectors que, per una banda, retarden el punt de congelació en l'interior de la cèl·lula i, per altra banda, protegeixen els teixits dels danys produïts per la gelada.

Productes antitranspirants

Aquest tipus de productes actuen mitjançant la formació d'una membrana semi-permeable a base de polímers orgànics que impedeix la pèrdua d'aigua, frenant la congelació i evitant la deshidratació de les plantes.

A nivell internacional podem trobar diferents formulacions d'aquest tipus de productes, tot i així, la informació científica que recolza la seva eficàcia és limitada (Román-Figueroa et al., 2020). El polímer beta-pinè (di-1-p-menteno) és un dels ingredients més utilitzats en aquest tipus de formulacions. Aquest polímer orgànic, que s'obté a partir de la resina de pi, s'utilitza en agricultura com a surfactant i antitranspirant. Quan s'aplica sobre les plantes, l'aigua s'evapora i deixa a la superfície exterior una pel·lícula flexible i suau sobre els teixits que es polimeritza ràpidament formant una cadena més llarga i de major pes molecular que resisteix la penetració de la humitat, mentre que a la superfície interior roman suau i enganxosa, amb menor pes molecular, adherint-se als teixits de la planta.

Codifrost-plus® de Codiagro (<https://www.codiagro.com/productos-de-accion-especial/codifrost-plus/>) i Scudor® d'Arvensis (<https://www.arvensis.com/es/productos/scudor/>) són dos formulacions a base de resines acríliques que es comercialitzen a Espanya amb la funció

específica de protegir les plantes de les gelades, però podem trobar altres productes amb aquest principi actiu que es comercialitzen com a coadjuvants o antitranspirants per situacions d'estrès en general. Aquest mecanisme es pot utilitzar per protegir o mitigar la transpiració de les plantes en qualsevol tipus d'estrès abiòtic (estrès tèrmic, hídric, radiació,...).

No obstant, la seva eficàcia i el seu mode d'acció com a protectors contra les gelades no és a dia d'avui conclouent. Probablement, la protecció contra la congelació d'aquest tipus de productes antitranspirants vingui per la barrera física que la membrana lipòfila forma a la superfície dels teixits i per evitació de la formació extrínseca de gel a causa de la reducció de la humectabilitat (Román-Figueroa et al., 2020).

Bioestimulants amb triple acció

Alguns agents anticongelants o crioprotectors com el polietilè de glicol han demostrat una eficàcia en reduir el punt de congelació impedit la formació extracel·lular de gel i augmentant la resistència dels òrgans tractats al fred.

Aquest tipus de components els podem trobar com a ingredients actius en la formulació de bioestimulants específics per la protecció contra gelades, juntament amb altres components que confereixen al producte final la capacitat de protegir els cultius de les gelades mitjançant diferents mode d'acció.

Entre aquestes altres components s'inclouen sals minerals a base de bor i/o potassi —el mecanisme d'acció d'aquestes ja s'ha discutit anteriorment—, productes antioxidants d'origen natural que actuen neutralitzant els radicals lliures que es formen a les membranes de les cèl·lules, i fosfolípids, hidrats de carboni i altres compostos orgànics que actuen com a crioprotectors i per mantenir l'equilibri osmòtic.

Tal com ja s'ha comentat, l'estrès per congelació altera principalment les membranes cel·lulars, la qual cosa afecta la seva integritat i permeabilitat, provocant la fuga de soluts i finalment la mort cel·lular. Els fosfolípids, especialment els fosfolípids insaturats, es troben entre els components més importants en la membrana

cel·lular i augmenten de concentració quan les plantes s'exposen a temperatures baixes. S'ha observat que l'aplicació exògena de fosfolípids insaturats pot replicar els efectes dels fosfolípids endògens sota aclimatació al fred i ajudar a mantenir la integritat de les membranes (Krahn, 2020).

Altres ingredients en la formulació d'aquest tipus de bioestimulants són components antioxidants que ajuden a que les plantes siguin més tolerants front situacions d'estrès. Entre aquests compostos, l' α -tocoferol és l'antioxidant natural que ha demostrat major eficàcia contra els danys per fred. Els efectes de l' α -tocoferol i el glicerol s'han avaluat per separat i en combinació amb resultats favorables contra els danys per fred en pomera i tomata (Wolfel i Noga, 1998). A més,

l'aplicació de l' α -tocoferol de manera exògena pot col·laborar a mantenir l'estabilitat i la integritat de les membranes cel·lulars sota estrès abiòtic (Sadiq et al., 2019).

Un dels primers productes comercials en combinar aquestes tres accions (sals minerals, crioprotectors i antioxidants) va ser Basfoliar® Frost Protect o Compo® Frost Protect de Compo, actualment descatalogat a Espanya. Aquest producte estava format per bor, α -tocoferol i polietilè de glicol. L'IRTA va realitzar diferents estudis en presseguer i ametller arribant a la conclusió que el producte podia reduir la mortalitat de flors d'un 50% a un 10% en gelades de fins a $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, reduint entre $1,5$ i $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ les temperatures corresponents a un 10, 50 i 90 % de mortalitat (Torres et al., 2017).

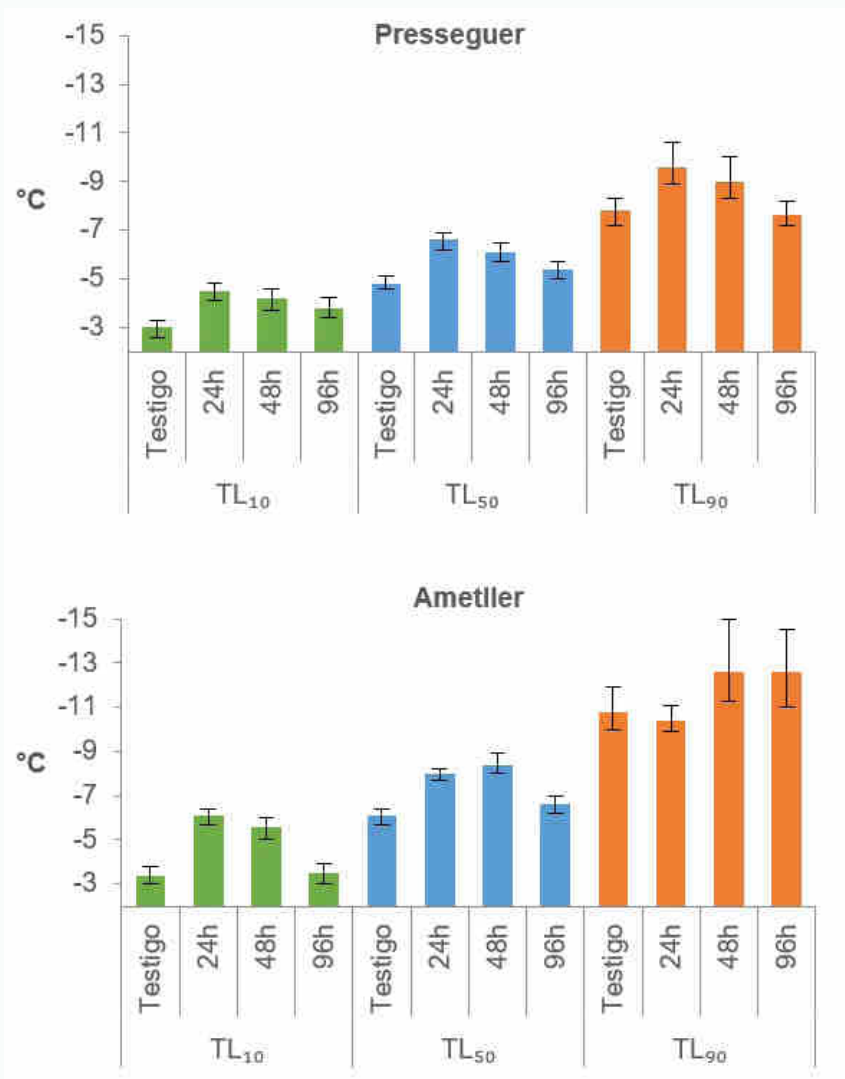


Figura 5. Temperatures letals (TL) per a flors de presseguer i ametller tractades amb Basfoliar® Frost Protect 24, 48 i 96 hores abans de les gelades. TL10: temperatures corresponents a un 10% de mortalitat; TL50: temperatures corresponents a un 50% de mortalitat; TL90: temperatures corresponents a un 90% de mortalitat (Torres et al., 2017).

Actualment trobem al mercat el producte Kryoss de l'empresa Sustainable Agro Solutions (<https://www.sas-agri.com/ca/productes/kryoss/>). Segons el seu fabricant, Kryoss és un bioestimulant amb osmolits i altres compostos osmoprotectors, crioprotectors i antioxidants que confereixen tolerància i prevenen el dany per gelades.

La seva formulació permet disminuir el punt de congelació, evitar la formació de cristall intracel·lulars, la pèrdua de la integritat de les membranes i la mort cel·lular. A partir de diferents estudis, s'ha arribat a la conclusió que Kryoss pot reduir els efectes dels danys en gelades de fins a -3,5 °C, incrementant la supervivència de les flors i disminuint el risc de pèrdues en la producció i la qualitat dels fruits.

Com a exemple, en un estudi realitzat per l'IRTA en condicions controlades en pera 'Conference', l'aplicació de Kryoss va mostrar un augment del 20 % del percentatge de flors viables (sense danys per fred) després d'una gelada simulada de -3,5 °C (Figura 6). En un assaig realitzat en 2022 en condicions de camp en presseguer de la varietat 'Nectaperf', el tractament de Kryoss aplicat 48 hores abans de un període de 3 dies amb temperatures mínimes sota zero de fins a -3,7 °C, va suposar una reducció de flors afectades per danys per fred del 14%, el que es va traduir en un increment significatiu de la producció de 4 a 8 t/ha (Figura 7).

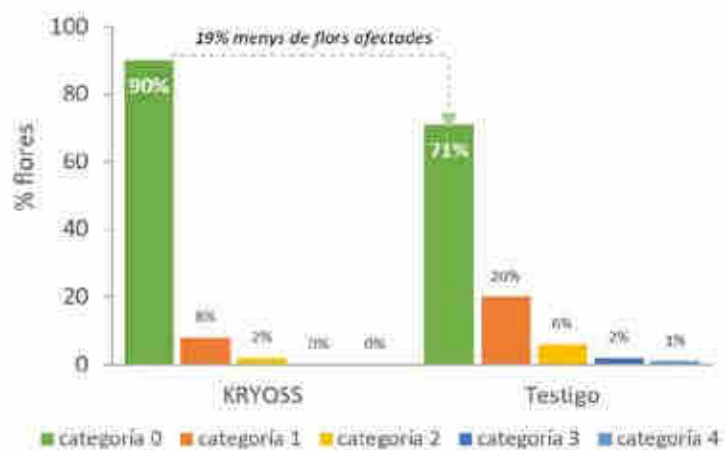


Figura 6. Percentatge de flors de pera 'Conference' segons la categoria de dany per gelada (categoria 0, 1, 2, 3 i 4) en brots tractats amb KRYOSS 36 hores abans d'una gelada de -3,5 °C simulada en condicions de laboratori i en comparació a flors sense tractar (Testigo). Categoria 0: sense dany; categoria 1: necrosi a la part apical de l'ovari; categoria 2: enfosquiment del pistil i necrosi en les parets de l'ovari; categoria 3: necrosi a la base del pistil, parets i a l'interior de l'ovari; categoria 4: necrosi del pistil i de l'ovari.

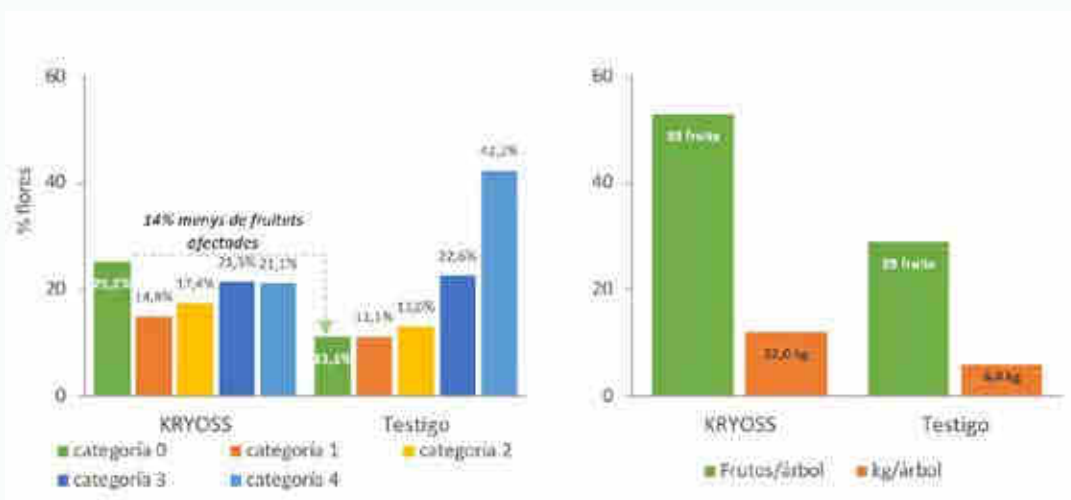


Figura 7. Percentatge de fruitets de presseguer 'Nectaperf' segons la categoria de dany per gelada (categoria 0, 1, 2, 3 i 4) en arbres tractats amb KRYOSS 48 hores abans de tres dies consecutius amb temperatures sota zero amb mínimes de -3,7 °C, -2,7 °C i -1,2 °C, i en comparació a arbres sense tractar (Testigo). Categoria 0: sense dany; categoria 1: necrosi a la part apical de l'ovari; categoria 2: enfosquiment del pistil i necrosi en les parets de l'ovari; categoria 3: necrosi a la base del pistil, parets i a l'interior de l'ovari; categoria 4: necrosi del pistil i de l'ovari.

Conclusions

Al mercat internacional podem trobar una ampla oferta de productes per combatre els danys per gelades. El mode d'acció d'aquest productes varia en funció del tipus de producte i la seva formulació. Tradicionalment s'havia utilitzat l'etefó per retardar la data de floració i escapar del període de risc de gelades, no obstant, l'ús d'aquest fitorregulador no està autoritzat i la seva aplicació pot suposar un risc en la disminució del rendiment productiu.

A dia d'avui, podem trobar una ampla oferta de productes antitranspirants disponibles contra les gelades però sense resultats concloents i poca informació científica sobre el seu mode d'acció. Un altre tipus de productes són els bioestimulants que combinen l'acció de diferents ingredients amb una eficàcia demostrada. Actualment a Espanya trobem el producte Kryoss amb triple acció contra els danys per fred (regulador osmòtic, crioprotector i antioxidant).

Aquest tipus de productes han mostrat una eficàcia amb resultats satisfactoris per a gelades fins a $-3,5^{\circ}\text{C}$ en diferents cultius, reduint entorn a un 10–20 % el percentatge de flors afectades, no obstant, el seu efecte es variable i pot dependre tant de la durada de la gelada com del cultiu. Tots aquest productes presenten l'avantatge que es poden combinar amb mètodes actius contra les gelades com ventiladors, cremadors o aspersió, per augmentar la protecció dels cultius a les baixes temperatures.

Referències

Bartosz, G. (1997). Oxidative stress in plants. *Acta physiologiae plantarum*, 19(1), 47-64. <https://doi.org/10.1007/s11738-997-0022-9>

Bredow, M., Tomalty, H. E., Smith, L., & Walker, V. K. (2017). Ice and anti-nucleating activities of an ice-binding protein from the annual grass, *Brachypodium distachyon*. *Plant, Cell and Environment*, 41, 983–992. <https://doi.org/10.1111/pce.12889>

Brown, P. H., Bellaloui, N., Wimmer, M. A., Bassil, E. S., Ruiz, J., Hu, H., ... Pfeffer H., Dannel, F., & Römheld, V. (2002). Boron in plant biology. *Plant biology*, 4(02), 205-223. <https://doi.org/10.1055/s-2002-25740>

Crisosto, C. H., Miller, A. N., Lombard, P. B., & Robbins, S. (1990). Effect of fall ethephon applications on bloom delay, flowering, and fruiting of peach and prune. *HortScience*, 25(4), 426-428. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.25.4.426>

Dwyer, P. J., Bannister, P., & Jameson, P. E. (1995). Effects of three plant growth regulators on growth, morphology, water relations, and frost resistance in lemon wood (*Pittosporum eugenioides* A. Cunn). *New Zealand Journal of Botany*, 33, 415–424. <https://doi.org/10.1080/0028825X.1995.10412968>

Krahn, M. P. (2020). Phospholipids of the Plasma Membrane—Regulators or Consequence of Cell Polarity?. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 8, 277. <https://doi.org/10.3389/fcell.2020.00277>

Ouellet, F., & Charron, J.-B. (2013). Cold acclimation and freezing tolerance in plants. In eLS, John Wiley & Sons, Ltd (Ed.). eLS, 7, 93. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0020093.pub2>

Räisänen, M., Repo, T., & Lehto, T. (2009). Cold acclimation of Norway spruce roots and shoots after nitrogen and boron fertilization. <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2016101225074>

Rieger, M. (1989). Freeze protection for horticultural crops. *Horticultural Reviews*, 11, 45–109. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.8.1.10>

Román-Figueroa, C., Bravo, L., Paneque, M., Navia, R., & Cea, M. (2021). Chemical products for crop protection against freezing stress: A review. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 207(3), 391-403. <https://doi.org/10.1111/jac.12489>

- Rufat, J., & Arbonés, A. (2006). Foliar applications of boron to almond trees in dry land areas. *Acta Horticulturae*, 721, 219-226. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.721.29>
- Sadiq, M., Akram, N. A., Ashraf, M., Al-Qurainy, F., & Ahmad, P. (2019). Alpha-tocopherol-induced regulation of growth and metabolism in plants under non-stress and stress conditions. *Journal of Plant Growth Regulation*, 38(4), 1325-1340. <https://doi.org/10.1007/s00344-019-09936-7>
- Sarikhani, H., Haghi, H., Ershadi, A., Esna-Ashari, M., & Pouya, M. (2014). Foliar application of potassium sulphate enhances the cold-hardiness of grapevine (*Vitis vinifera* L.). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 89(2), 141-146. <https://doi.org/10.1080/14620316.2014.11513060>
- Scagel, C. F., Regan, R. P., Hummel, R., & Bi, G. (2010). Cold tolerance of container-grown green ash trees is influenced by nitrogen fertilizer type and rate. *Horttechnology*, 20, 292-303. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.20.2.292>
- Torres, E. (2020). Aplicaciones de calcio para la mitigación del bitter pit en manzana: Análisis de la eficacia de la aplicación por fertirrigación, aplicaciones foliares y baños poscosecha. *Vida Rural*, (487), 45-52.
- Torres, E., Alonso, D., & Miarnau, X. (2017). Basfoliar® Frost Protect, una nueva herramienta para reducir los daños por heladas en frutales. *Revista De Fruticultura*, 53, 44-53. <https://quatrecbcn.es/fruticultura-053>
- Wang, M., Zheng, Q., Shen, Q., & Guo, S. (2013). The critical role of Potassium in plant stress response. *International Journal of Molecular Science*, 14, 7370-7390. <https://doi.org/10.3390/ijms14047370>
- Waraich, E. A., Ahmad, R., Halim, A., & Aziz, T. (2012). Alleviation of temperature stress by nutrient management in crop plants: A review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 12, 221-244. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162012000200003>
- Wilkinson, S., Claphan, A. L., & Davies, W. J. (2001). Rapid low temperature-induced stomatal closure occurs in cold-tolerant *Commelina communis* leaves but not in cold-sensitive tobacco leaves, via a mechanism that involves apoplastic calcium but not abscisic acid. *Plant Physiology*, 126, 1566-1578. <https://doi.org/10.1104/pp.126.4.1566>
- Wölfel, D., & Noga, G. (1998). The effect of α -tocopherol and glycerol on preventing blossom freezing injury. *Acta Horticulturae* 466, 95-102. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1998.466.16>

Sistemes de protecció contra gelades primaverals en fruiters

Miquel Peris i Carlos Faro, IRTA - Programa fructicultura

INTRODUCCIÓ

Els fruiters constitueixen una de les principals produccions agràries de Catalunya pel seu pes econòmic, per la superfície de conreu, per la seva importància relativa en la producció tant d'Europa com de l'Estat espanyol, i per la seva orientació exportadora.

Catalunya és l'àrea més important de producció de fruita dolça d'Espanya i, alhora, és el novè productor mundial de préssec i nectarina, el divuitè productor mundial de pera i el trenta-setè de poma.

Segons les darreres dades (2020) a Catalunya hi ha unes 44 mil hectàrees dedicades a la fruita dolça on s'hi produeixen anualment al voltant de 750.000 tones de préssec i nectarina, poma i pera, majoritàriament.

Pràcticament totes les espècies d'aquests grups de cultiu són, en major o menor mesura, sensibles als efectes de les gelades primaverals que es produeixen al llarg dels mesos de març i abril, coincidint amb el període de floració i quallat dels fruits.

En els darrers anys, com a conseqüència d'hiverns més càlids del que habitualment s'havia observat, la plena floració s'ha avançat en la majoria dels cultius arribant en alguns casos a fer-ho uns 5-10 dies abans de les dates mitjanes històriques. Aquest fet ha propiciat que les espècies es trobin en general, en estadis fenològics més avançats i més sensibles als efectes de les baixes temperatures (per sota de 0°C).

D'altra banda, experts del grup intergovernamental sobre el canvi climàtic han

catalogat la zona del Vall de l'Ebre com a molt susceptible a patir de manera més freqüent tot tipus de fenòmens climàtics extrems, i un d'aquests seran les gelades primaverals que, previsiblement, augmentaran la seva freqüència i intensitat i la de la gelada primaveral. Aquest fet s'ha observat en dos anys seguits (2021 i especialment, 2022).

A l'any 2022 s'ha produït un episodi de gelades primaverals intenses entre els dies 2 i 4 d'abril que ha provocat danys molt importants en la zona fruitera de la Vall de l'Ebre, en un ampli ventall d'espècies, fins i tot en algunes, com és el cas de la figuera, on habitualment no es produeixen.

Però més enllà de les pèrdues directes ocasionades es produeixen afectacions secundàries que afecta general en l'economia agroalimentària de la zona en forma de regulacions temporals d'ocupació (ERTO), disminució del consum d'insums productius, pèrdua de mercats per no poder cobrir la demanda existent, desequilibris productius en les plantacions o increments en les primes de contractació d'assegurances etc.

Per tot això, la protecció contra les gelades primaverals i els seus efectes s'ha convertit en una prioritat per assegurar la competitivitat i la sostenibilitat de les explotacions fructícoles en un context d'incertesa climàtica.

Per tant, davant d'aquestes inclemències climàtiques totalment incontrolables només es poden aplicar sistemes de protecció, passius i actius per fer-hi front i evitar en la mesura que sigui possible la seva incidència sobre l'activitat i l'economia de la zona.

En aquest article es farà un recull sintètic dels aspectes bàsics de les gelades i els diversos sistemes de protecció disponibles en l'actualitat amb les seves característiques principals i les seves avantatges i limitacions.

TIPUS DE GELADES

Les gelades, en general, es poden classificar en dos tipus principals en funció de com es produeix la transmissió de calor: per advecció i per radiació.

En el cas de gelades d'advecció es produeixen pel moviment de grans masses d'aire d'origen polar que envaeixen zones extenses provocant un renovació de l'aire present per un altre amb una temperatura més baixa. Son gelades en que el descens de la temperatura és molt ràpid, hi ha presència de vent i la humitats relativa és més baixa. Amb aquestes condicions son molt complicades de predir i de lluitar contra elles. Son les que s'anomenen "gelades negres" perquè no hi ha presència de rosada ni gelbre.

Les gelades per radiació es donen quan en l'intercanvi de radiació entre les plantes i l'atmosfera hi ha un balanç negatiu, es a dir que les plantes (i el terra) emeten més radiació de la que reben. Aquesta pèrdua de calor per irradiació comporta un descens de la seva temperatura que si cau per sota de la temperatura critica provocarà danys en els cultius.

En aquestes condicions, normalment es crea

una estratificació de l'aire de forma que la aire més fred (i per tant més dens) es situa a les zones més baixes en contacte amb el sol i les plantes i l'aire calent ascendeix a cotes més altes fins a una alçada en que tornarà a ser més fred. Això és el que es coneix com a capa d'inversió tèrmica (Figura 1).

Si hi ha núvols, s'atenua la pèrdua de calor perquè impedeixen el pas de la radiació cap a l'atmosfera i si hi ha vent es barregen les capes d'aire de diferents temperatures trencant l'estratificació i mantenint les temperatures més altes. Per tant, aquests tipus de gelades es donaran normalment en nits clares i sense vent. A part del calor i la seva transferència, un aspecte crucial en el desenvolupament de les gelades i en la seva defensa és la humitat relativa de l'aire i el comportament termodinàmic.

La quantitat de vapor d'aigua que pot contenir l'aire depèn de la seva temperatura. Quan més alta és aquesta temperatura més vapor d'aigua pot contenir. Quan la temperatura d'una massa d'aire amb un determinat contingut de vapor d'aigua, baixa, arriba un moment en que no pot contenir tanta humitat i es produeix la condensació d'aigua en forma de rosada alliberant 540 calories /gram d'aigua. La temperatura a la que es produeix aquesta condensació es coneix com el punt de rosada i en aquest moment l'aire es troba al 100% d'humitat relativa. Si la temperatura baixa fins al 0°C aquesta rosada es gela, formant gelbre sobre les plantes i alliberant 80 cal/g. Si la baixada de temperatures és

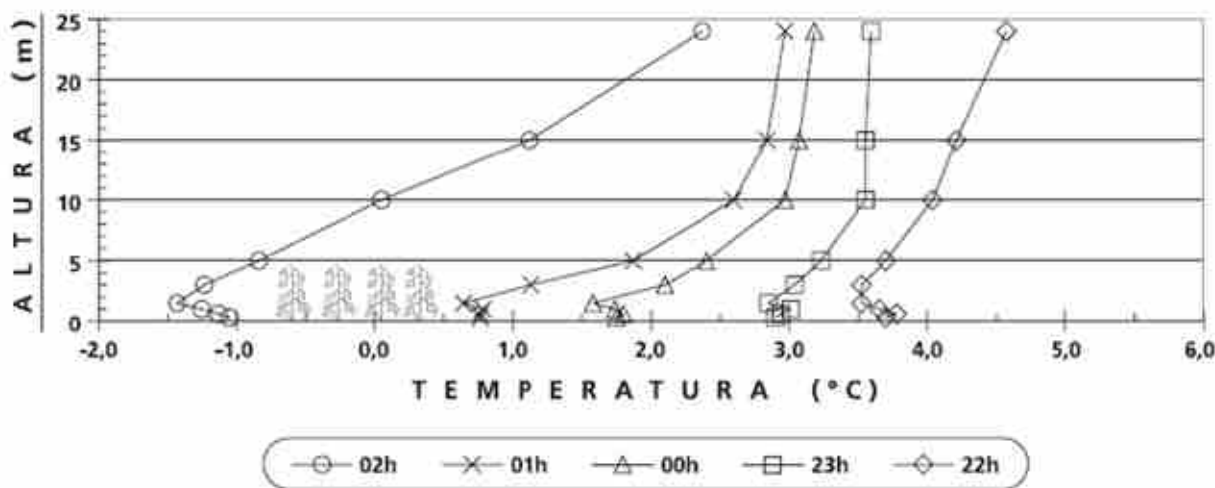


Figura 1. Desenvolupament de les condicions d'inversió tèrmica a diferents hores de la nit en una parcel·la de pomeres a Portugal. Font: (Snyder & de Melo-Andreu,2005, 2010).

molt ràpida es pot gelar directament el vapor d'aigua (sublimació regressiva o deposició) creant cristalls transparents en forma d'agulla i alliberant també 620 cal/g d'aigua (Figura 2).

Aquests processos, es donen en situacions on l'aire conté una elevada quantitat de vapor d'aigua i en gelades de radiació donant lloc al que s'anomenen "gelades blanques".

Es poden produir també gelades per evaporació quan es donen condicions en que la humitat relativa es baixa i les plantes estan molles per rosada o per reg a aspersió. Quan es produeix aquesta evaporació l'aigua pren de l'ambient i de les plantes que cobreix, 540 calories per gram d'aigua que s'evapora, ocasionant un descens de la temperatura de la planta per sota de la temperatura de l'aire que l'envolta.

Sensibilitat dels cultius

El dany produït per les gelades depèn de la sensibilitat del cultiu a la congelació en el moment en que es produeix. En el cas dels fruiters de zones temperades els danys més importants es produeixen en les gelades primaverals que afecten els òrgans de fructificació (borrons, flors i fruits petits).

Les temperatures negatives no produeixen danys fins que arriben al llindar de la temperatura crítica per a cada estadi fenològic del cultiu. Quan la temperatura baixa per sota d'aquest llindar els danys augmenten progressivament

amb la durada del fred. També augmenten més quan més ràpidament baixa la temperatura i quan la temperatura persisteix més de 40 a 60 min. Els danys son més grans en períodes llargs a temperatures més altes (per sota de la temperatura crítica) que períodes curts (menys de mitja hora) i repetitius a temperatures més baixes.

Altres aspectes com l'"enduriment" de la planta produït per temperatures baixes en els dies previs a les gelades tenen també un cert efecte positiu sobre els danys.

La presència d'aigua o el tipus de gelada no modifica les temperatures crítiques.

Aquestes temperatures crítiques son determinades per a als diferents estadis fenològics i molts cops s'expressen com a LT_{10} o LT_{90} que son aquelles temperatures a les quals es danyen el 10% i el 90% del òrgans, respectivament.

Com a norma general des del desbarrament fins al quallat de fruits les temperatures crítiques son cada cop més altes, essent normalment el moment de màxima sensibilitat el de fruit quallat petit.

En la taula següent es fa un recull de temperatures crítiques(T_{10} i) determinades per a diverses especies (Taula 1. Temperatures crítiques (T_c), temperatures a les que s'observa el 10% de fruits afectats (T_{10}) Taula 1).

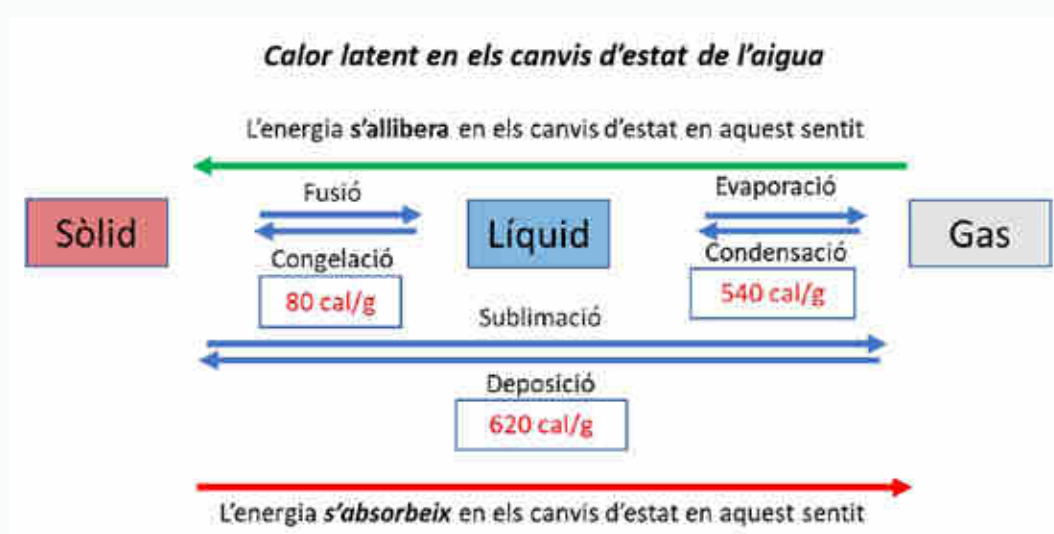








Figura 2. Esquema de les transferències de calor latent en els canvis d'estat de l'aigua.

Taula 1.- Temperatures crítiques (T_c), temperatures a les que s'observa el 10% de fruits afectats (T₁₀) i temperatures en que s'observa un 90% de fruits danyats.

Espècie/Estadi									
Pomera	T _c	-7	-4	-3,5	-2,2	-1,8	-1,6	-1,6	-1,6
	(Osaer et al., 1998)		-7,7	-2,8	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2	-2,2
	LT ₉₀		-12,2	-6,1	-4,4	-3,9	-3,9	-3,9	-3,9
	T _c		-3	-2,5	-2,2	-1,8	-1,8	-1,0	-1,0
	LT ₁₀		-4	-2,8	-2,5	-2,2	-2,2	-1,2	-1,2
	LT ₉₀		-9	-6	-4,8	-3,7	-3,7	-3	-3
Perer									
	T _c	-7,0	-6,0	-4,5	-2,8	-1,6	-1,6	-1,5	-1,0
	(Osaer et al., 1998)			-3,9	-3,9	-2,8	-2,8	-2,2	-1,1
	T ₁₀	-8,5	-7,3	-5,1	-4,3	-3,1	-3,1	-2,7	-2,7
	(Proebsting and Mills, 1978)			-12,6	-9,4	-6,4	-6,4	-6,9	-4,9
	T ₉₀	-17,7	-15,4	-12,6	-9,4	-6,4	-6,4	-4,9	-4
Presseguer									
	T _c	-4	-4	-3,3	-2,8	-2,2	-2,2	-1,8	-1
	(Osaer et al., 1998)				-3,9	-2,8	-2,8	-1,1	
	T ₁₀	-7,4	-6,1	-4,8	-4,1	-2,7	-2,7	-2,5	-2,5
	(Proebsting and Mills, 1978)				-9,2	-5,9	-4,9	-3,9	
	T ₉₀								

(Osaer et al., 1998)	Prunera										T _c	-5	-4	-3	-2,8	-2	-1,5	-1	-0,5
		T _c	-5,0	-7,0	-2,0	-3,9	-2,2	-1,5	-1,5	-1	-1,1								
		T ₁₀	-17,0	-16,0	-12,0	-7,0	-6,0	-6,0	-7,0	-3,5	-2,3								
		T ₉₀																	
(Laquidain et al., 2003). Prunera japonesa	Albercoquer										T _c	-4	-4	-3,5	-3	-2,2	-0,8	-0,5	-0,5
		T _c					-2,2	-2,2			-1,1								
		T ₁₀	-6,2	-4,9	-4,3	-4,3	-2,9	-2,6			-2,3								
		T ₉₀	-13,8	-10,3	-10,1	-6,4	-4,7				-3,3								
(Osaer et al., 1998)	Cirerer										T _c	-5	-4,5	-3,5	-2,2	-1,7	-1,1		-1
		T _c					-2,2	-2,2			-1,1								
		T ₁₀	-5,8	-3,7	-3,1	-2,7	-2,7	-2,8			-2,1								
		T ₉₀	-13,4	-10,3	-6,2	-4,9	-4,1	-3,9			-3,6								
(Proebsting and Mills, 1978)	Cirerer										T _c	-5	-4,5	-3,5	-2,2	-1,7	-1,1		-1
		T _c					-2,2	-2,2			-1,1								
		T ₁₀	-5,8	-3,7	-3,1	-2,7	-2,7	-2,8			-2,1								
		T ₉₀	-13,4	-10,3	-6,2	-4,9	-4,1	-3,9			-3,6								

SISTEMES DE PROTECCIÓ

Dintre dels sistemes de protecció podem diferenciar-los entre sistemes passius i actius.

Protecció passiva

Son aquells sistemes, activitats i pràctiques que podríem anomenar també “preventius” i que aplicaríem abans de que es produís la gelada per intentar minimitzar els seus efectes si s’arriba a produir.

En aquest apartat s’inclourien les accions abans de plantar, com poden ser l’estudi de la idoneïtat de l’emplaçament i la selecció de les espècies i varietats a plantar o la modificació del paisatge i el microclima per actuar sobre la dinàmica de les corrents de l’aire fred.

Selecció de l’emplaçament, espècies i varietats

La prevenció de les gelades comença en el moment en que es realitza el projecte de plantació de una determinada espècie i varietat.

La presència i intensitat de les gelades primaverals és un dels condicionants més determinants en la viabilitat econòmica de les produccions fruiteres en les nostres condicions. És ben sabut que els episodis de fred primaverals no tenen un patró continuïtat i que apareixen periòdicament després de diversos anys. Alguns cops es donen períodes relativament llargs sense que apareguin grans gelades que causin afectacions rellevants en la producció i qualitat de les produccions fruiteres.

Per totes les implicacions de tipus econòmic i de maneig que té una plantació de cultius arboris que hauria de tenir un vida útil de diverses dècades, caldria sempre fer un estudi previ dels riscos de gelada de l’àrea on es vol plantar.

Actualment hi ha empreses que realitzen estudis microclimàtics de risc de gelades que permeten determinar a nivell de finca, fins i tot de petites i mitjanes dimensions les zones amb més o menys risc de gelada i les corrents de drenatge de l’aire fred¹.

Aquest estudi es basen en dades d’estacions climàtiques (quan més gran i més propera és la xarxa més acurada pot ser l’estimació), la topografia del terreny (Models Digitals d’Elevació) i en models de dinàmica de fluids. Per tal de validar el resultat i la definició de zones de risc, cal enregistrar l’evolució de les temperatures sobre el terreny durant un període de temps i estudiar la seva diferència entre zones.

Aquest estudi de diferencial de temperatures en relació a la topografia realitzat amb sensors enregistradors de temperatura podria ser una primera aproximació al comportament microclimàtic de la parcel·la.

De forma general, les zones més baixes de les zones en pendent tindran una temperatura inferior i major risc de gelades mentre que les situades a la part mitjana de la pendent. Per a espècies caducifòlies de fruita dolça, l’orientació cap al Sud faria que els cultius avancessin la floració en primavera augmentant el risc de danys en cas de gelada. Aquelles parcel·les situades per sobre d’obstacles (parets, tallavents, vegetació, construccions, etc.) que dificultin el drenatge natural de l’aire fred seran normalment més fredes. El coneixement dels patrons de temperatura és molt útil també per localitzar obstacles que interfereixen en el drenatge de l’aire fred, la col·locació de barreres que puguin desviar les corrents d’aire fred o la localització òptima de sistemes de control de gelada basats en el moviment de l’aire (Figura 3).

D’altra banda, abans de fer la plantació i per a caracteritzar l’emplaçament caldria establir la probabilitat i el risc de danys de gelada en base a dades històriques de temperatures. Hi ha disponibles també diversos programes de càlcul que permeten calcular aquests aspectes en una zona determinada². Alguns d’aquests programes inclouen estudis econòmics i de retorn d’inversió per a diferents sistemes de protecció tenint en compte els riscos de pèrdua de producció per gelada. Els fulls de càlcul corresponents es poden trobar en diversos llocs d’internet³.

2 Snyder, De Melo-Abreu & Matulich, 2005. Frost Protection: fundamentals, practice, and economics, Vol. II. FAO, United Nations, Rome. aspects of frost protection. <http://www.fao.org/docrep/008/y7231e/y7231e00.html>

3 www.agroorbi.pt/livroagrometeorologia/Programas.html

1 The Climate Box. <https://theclimatebox.com/es/>

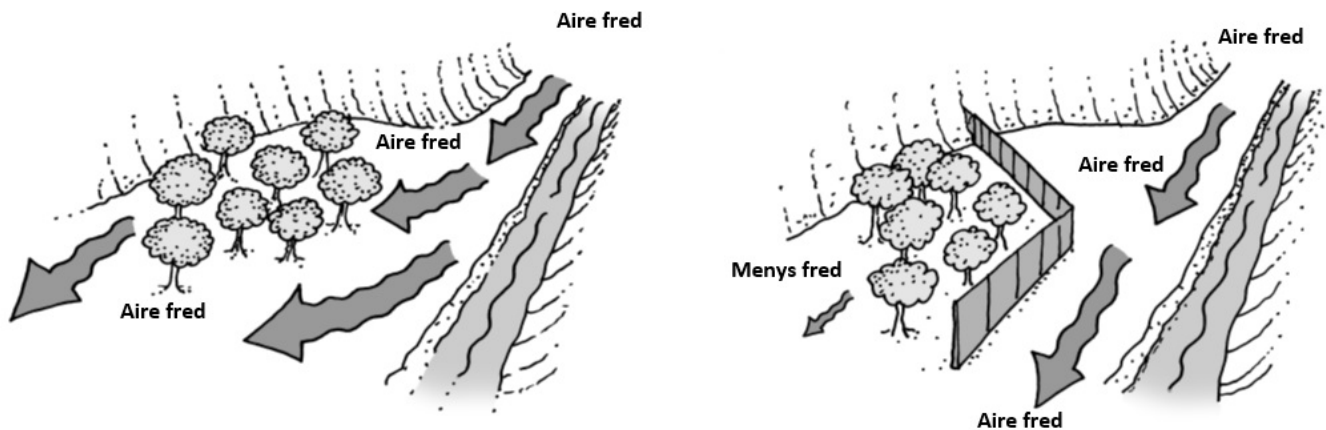


Figura 3. Correcció de les corrents de drenatge d'aire fred amb la instal·lació de tanques. Font (Snyder & de Melo-Andreu, 2010).

En la selecció de l'emplaçament, el tipus de sòl també té una incidència sobre les gelades. Especialment quan estan secs, els sòls amb textures arenoses transfereixen el calor millor que els argilosos i molt millor que els sòls orgànics i serien més favorables per evitar l'efecte de les gelades.

Pràctiques de cultiu

Un cop realitzada la plantació hi ha una sèrie d'activitats i practiques que tenen un efecte sobre els danys provocats per les gelades i que podrien reduir la necessitat de mesures de lluita actives. En les nostres condicions alguns dels principals mètodes de protecció passiva serien:

1. Correcta nutrició

Des del punt de vista de les gelades primaverals, una correcta nutrició dels arbres la campanya anterior, mantenint-los en vegetació activa el màxim temps possible retardarien la brotació i floració i reduirien el risc de gelades.

2. Sistemes de formació i esporga

Els sistemes de formació amb arbres alts poden considerar-se com un sistema de protecció en base a la possibilitat de que una part de la collita, situada en les parts més altes es pugui salvar en cas de gelades de radiació. Aquesta és una practica habitual en zones on aquest tipus de gelades és freqüent.

Una esporga tardana retardaria la brotada i

floració mentre que una esporga molt primerenca incidiria en el seu avançament i, per tant, en un augment del risc de danys per gelada.

En cas de fer servir sistemes de protecció basats en aspersió o microaspersió els sistemes de formació amb estructures de suport i esporga amb branques no massa llargues poden evitar el trencament de branques en situacions de molta producció de gel.

3. Maneig del sòl

L'objectiu de les diverses practiques seria que el sòl emmagatzemés el màxim d'energia en forma de radiació al llarg del dia i que tingués la màxima capacitat per a poder transmetre-la a la nit.

El no llaurat del sòl millora aquesta capacitat d'emmagatzematge i transmissió de calor perquè hi ha menys aire que transmet malament el calor. Igualment, un contingut d'aigua de sòl a capacitat de camp en la que no hagi aigua sobre la superfície és la situació més favorable per a la transmissió tèrmica.

El sol despul·lat sense cobertura d'herba augmenta l'absorció de radiació i la seva transferència. Quan més gran es l'alçada de la capa herbosa més diferència de temperatura hi ha amb el terra despul·lat (fins a 2°C amb herba de 5 cm).

La presència de bacteris en la planta i la vegetació actuarien com a nuclis per a la creació de gel i farien que augmentés la temperatura de congelació i per tant, el risc de danys per gelada.

Protecció activa

El mitjans de protecció activa són els que es fiquen en funcionament quan s'està produint la gelada. Hi ha diversos sistemes basats en principis físics diferents: aportació de calor suplementari, aprofitament del calor latent en el procés de congelació de l'aigua o homogeneïtzació de l'aire estratificat a diferents temperatures.

Predicció de les gelades

Actualment els sistemes de predicció han evolucionat de forma espectacular i actualment son diverses les aplicacions informàtiques que donen previsions meteorològiques amb diversos dies d'antelació, lògicament amb menys fiabilitat quan més allunyades en el temps.

A nivell de Catalunya el servei meteorològic de Catalunya ofereix un servei de predicció que s'intensifica quan es preveuen episodis de gelades importants.

Sistemes que aporten calor

Amb aquests sistemes es busca subministrar prou calor per a compensar les pèrdues d'energia dels cultius en les situacions de gelada i que les temperatures no baixin per sota dels llindars de danys.

La forma de fer-ho és amb estufes de major o menor dimensió i capacitat calorífica o amb pots de parafina. Poden ser combinades amb altres sistemes com ventiladors per a millorar la seva efectivitat.

El sistema és més eficient en algunes situacions:

- En gelades de radiació amb inversió tèrmica
 - Quan més punts de calor amb menor temperatura i més repartits hi hagin
 - Si la inversió tèrmica és feble i les fonts de calor són massa grans i amb alta temperatura, l'aire escalfat puja massa i l'energia es perd a l'aire per sobre del cultiu, disminuint l'eficiència. Els sistemes més eficients tenen poca flama per sobre de la xemeneia i no fumegen
 - El fum no ajuda i contamina el medi ambient
 - Quan es reforcen els laterals de la parcel·la
- Es possible la combinació amb altres sistemes (amb ventiladors o a les voreres del sistema d'aspersió)

Estufes

Son sistemes cars per la inversió inicial i especialment en la necessitat de mà d'obra per a la seva distribució, engegada i manteniment en el moment de la gelada. Això fa complicada la seva utilització en finques de mitjana i gran superfície.

Algunes dels models d'estufa es mostren en la Figura 4.



Figura 4. Diversos models d'estufes de combustible sòlid.

Pots de parafina

En els cas dels pots de parafina les seves característiques principals son:

- Tenen un poder calorífic al voltant de les 12.000 kcal/ha
- Amb una capacitat entre 5,5 i 6,5 L que els dona una durada de entre 10 i 12 hores
- Caldria fer servir entre 150 i 450 pots per ha per a guanyar entre 2 i 6 graus
- S'estan fent desenvolupaments per que generin menys fum i emissions i que siguin utilitzables sota coberta

El sistema requereix una important ma d'obra per repartir, encendre i apagar els pots. El seu cost és elevat si s'han de fer servir en períodes llargs i la gestió del seu estoc és complicada pel capital que cal invertir i per la disponibilitat en els moments crítics (Figura 5) .

Estufes mòbils

Es tracta de estufes muntades sobre xassís per a ser arrossegades amb tractors per la plantació mentre s'està produint la gelada. Generen aire calent que s'impulsa perpendicularment a la direcció de l'avançament del tractor fent servir com a combustible gas propà o materials orgànics (palla, fusta, etc.) (Figura 6).

Hi ha diversos models amb diferent capacitat energètica. Les màquines s'haurien de moure per les fileres dels arbres cada 20-25 metres amb un temps de pas màxim d'uns 10 minuts.

Els pas de les màquines produeixen augments temporals de la temperatura per allà on passa encara que l'augment de la temperatura mínima de la plantació varia poc. Aquests augments temporals de temperatura i l'aire calent assecarien la superfície de les plantes i evitarien la seva congelació superficial que després es propagaria a l'interior.



Figura 5. Utilització de pots de parafina i dos models de pots. Font: Firefrost (centre) i Stop-gel (dreta).



Figura 6. Diferents models de calefactores mòbils.

Ventiladors

Els ventiladors estan constituïts per una torre d'acer amb un ventilador rotatori a la part superior amb 2 a 5 pales amb diàmetres de 3 a 6 m que estan lleugerament inclinades cap a baix (6-7°) per a millorar la seva eficàcia. Estan moguts per un motor, normalment dièsel en les nostre zones, situat a la base de la torre.

L'alçada al terra sol ser al voltant de 10 – 11 m, i l'hèlix hauria de fer una volta de 360° entre 3-5 minuts (Figura 7).

Només funcionen en situacions de gelada de radiació amb una elevada inversió tèrmica (amb la capa d'inversió situada entre els 5 i els 25 m sobre les plantes) quan amb el moviment generat barregen les capes d'aire més calent situades a la part superior amb l'aire més fred de les parts baixes (Figura 1). Aquest moviment també substituiria l'aire més fred en contacte amb la planta per aire lleugerament més calent.

El benefici real depèn de la força de la inversió tèrmica que és la diferència de temperatura en alçada (per exemple a 15 m) i la temperatura a l'alçada de les plantes (1,5 m) i segons diferents autors el guany de temperatura estaria entre el 30% y el 50% d'aquesta diferència de temperatura. Cal tenir en compte també que l'efecte sobre la temperatura disminueix amb la distància a la torre.

Comercialment s'afirma que poden tenir una cobertura entre 3 i 7 ha en funció del disseny i la potencia i per tant, en superfícies grans caldria

instal·lar-ne diversos de forma que es solapés la seva acció per aconseguir una major eficàcia.

Els ventiladors, com a tard, s'haurien d'engegar quan la temperatura de l'aire arriba als 0 °C, però en cas de que les plantes estessin molles caldria fer-ho avanç per intentar assecar-les abans de que es formi gel sobre el fruit. Els ventiladors haurien d'estar funcionant quan s'arriba a la temperatura crítica de dany.

Amb una velocitat del vent superior als 2,5 m/s (8 km/h), el sistema no aporta cap millora i fins i tot es podrien produir danys a l'hèlix. Per tant, no s'ha d'engegar en aquestes condicions .

El soroll és un problema important en zones properes a nuclis habitats. Amb els models de més de 2 aspes l'efecte del soroll és menor.

Ventiladors mòbils

Es basen amb el mateix principi que les torres fixes però tenen una menor potencia i cobreixen una superfície més petita. Poden ser desplaçats entre parcel·les o quan no es fan servir el que els dona més versatilitat i menys impacte paisatgístic (Figura 8).

Presenten també les mateixes limitacions que els sistemes estàtics.



Figura 7. Parcel·la de presseguers protegida amb ventilador.



Figura 8. Diversos sistemes de ventiladors mòbils. Tour anti-gel (esquerra i centre). Tow and blow (dreta)

Sistemes SIS (Selected inverted Sink)

Es un mètode desenvolupat a l'Uruguai que consisteix en un ventilador en posició horitzontal que agafa l'aire més fred de les parts baixes i l'impulsa en vertical fora de la zona d'influència de les plantes (Figura 10).

Funcionaria únicament en gelades de radiació i principalment en parcel·les situades a la part baixa de topografies en forma de valls petits o cubetes on l'aire fred tornaria a baixar de forma natural i el sistema mantindria aquesta circulació.

L'objectiu és protegir de les gelades amb una menor inversió i consum d'energia. Comercialment, hi dos tipus de models (15 i 50 CV) encara que amb el temps se n'han fet versions molt diferents pel que fa a diàmetres i potències (Figura 11).

Sistemes basats en l'aportació d'aigua

Aquests sistemes es basen en l'aportació de calor latent que es produeix en el moment en que l'aigua es gela (Figura 2). Per aconseguir-ho cal aportar aigua en quantitat i en freqüència suficient per a mantenir una quantitat de gel fundent sobre les plantes i el terra de manera que la temperatura es pugui mantenir per sobre de la temperatura crítica que produirà danys en els cultius.

Son els sistemes que ofereixen la màxima protecció en les diverses condicions de gelada sempre que es compleixen les condicions correctes en el seu disseny, manteniment i funcionament.

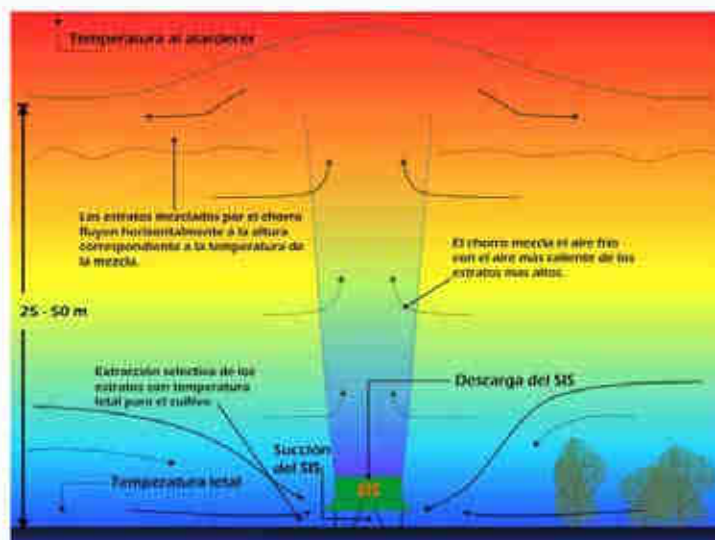


Figura 10. Funcionament teòric del sistema SIS. Font: Frost Protection.com



Figura 11. Models de sistemes SIS. Esquerra Uruguai (Font: <http://www.produccionnacional.com.uy/frost-protection/>) Dreta: Espanya (Font: SATGarden Control heladas).

Per a que funcionin correctament, cal disposar d'una font d'aigua fiable en quantitat i qualitat i duració i el disseny, manteniment i maneig (moment d'engegada i parada) han de ser acurats.

Aspersió per sobre dels arbres

Les característiques més habituals d'aquests sistema són (Figura 12):

- Protecció fins a -7°C amb cabals i uniformitat òptimes
- Cabal d'aplicació: al voltant de 4 mm/hora (40.000 L/ha i hora)
- Marcs d'aspersió normals 15 x 15 a 18 x 15.
- Uniformitat d'aplicació bàsica per assegurar una correcta protecció de tota la parcel·la
- Pressió de treball: 4-4,5 bar

Com avantatges principals hi ha la seva capacitat de protecció en front dels diversos tipus de gelades, la facilitat d'automatització i la no afectació al medi ambient ni a l'entorn.

Les seves limitacions principals son la necessitat de disposar d'aigua en cas de necessitar el sistema 2 o més nits consecutives que pot provocar l'acumulació d'aigua al sol amb possibilitat d'asfíxia radicular, el trencament de branques pel pes del gel i la necessitat de revisió i manteniment acurat prèviament a l'aparició de la gelada. Igualment, en cas d'haver-les d'utilitzar en el moment de la floració de les espècies de fruiters (especialment de pinyol) poden provocar el rentat del pol·len i una pèrdua de quallat considerable.



Figura 12. Instal·lació de reg per aspersió en presseguers (dalt). Models d'aspensor específics per a aspersió antigelada en material plàstic (esquerra) i metàl·lic (dreta).

Microaspersió sobre arbres

Funciona amb els mateixos fonaments que l'aspersió convencional però intentant localitzar l'aigua aplicada sobre les fileres dels arbres o fins i tot sobre els arbres individualment. La pluviometria que es considera més eficaç per la protecció és la que cau a sobre dels arbres.

Les característiques més habituals del sistema són:

- Cabal: 1,5- 3 mm/h (15-30.000 L/ha i hora)
- Requereix una filtració més intensa que en l'aspersió convencional
- Degut a la escassa dimensió dels conductes cal engegar sempre per sobre del 0° per evitar que es geli els sistema
- El sistema s'hauria de buidar després de cada reg

Microaspersió polsant sobre arbres

Es busca reduir el consum d'aigua intentant mantenir l'eficàcia de la protecció utilitzant sistemes que provoquin una pulsació en l'aplicació de l'aigua (Figura 13).

Utilitzen un cabal al voltant de 1-1'5 mm/h d'aigua per al seu maneig cal seguir les mateixes consignes que per al sistema de microaspersió convencional.

Aspersió/microaspersió per sota d'arbres

Consisteix en la instal·lació d'un sistema d'aspersió o microaspersió per sota de la capçada dels arbres. En aquest cas es busca mantenir

la temperatura del terra al voltant dels 0°C per a augmentar indirectament la temperatura de l'ambient. El potencial de defensa contra gelades seria inferior respecte al sistema situat sobre els arbres però tindria altres avantatges com el no trencament de branques, el rentat del pol·len en algunes espècies o la possibilitat de fer-ho servir en combinació amb cobertes o malles.

Monitoreig dels sistemes amb aportació d'aigua

Per al correcte maneig d'aquests sistemes pel que fa a l'engegada i parada és imprescindible disposar de termòmetres de bulb humit o psicròmetres que indiquin la temperatura del bulb humit i no només la temperatura de l'aire de manera que es tingui en compte l'efecte de l'evaporació de l'aigua en condicions diferents de la saturació (Figura 14).

En el reg per aspersió i micrò aspersió les temperatures de referència han de ser les proporcionades pel termòmetre de bulb humit. Aquesta temperatura serà molt similar a la dels òrgans a protegir en el moment d'iniciar el reg .

Consideracions finals

Una bona protecció contra les gelades comença des del mateix moment en que es planteja el projecte d'una plantació.

L'estudi de les probabilitats de gelada i risc de danys en la zona juntament amb un estudi microclimàtic de la parcel·la és imprescindible per no patir importants daltabaixos imprevistos. Les condicions en que es produeixen les gelades



Figura 13. Instal·lació d'un sistema de microaspersió polsant. Esquerra. Dreta dos models de microaspersors amb sistema polsant.



Figura 14. Psicròmetre (Esquerra). Termòmetre humit de lectura electrònica.

son molt variables entre els diversos episodis i també al llarg de la nit on es produeix la gelada. El desenvolupament de sistemes de predicció i de presa de decisions a una escala més local tindrà cada cop més importància.

Tots els sistemes poden tenir la seva utilitat en determinades circumstàncies tot i que si es disposa d'aigua suficient i pressió per aplicar-la, el sistema de defensa per aspersió és el que dona més possibilitats de cobertura en les diverses condicions de gelada.

Amb el desenvolupament i l'expansió de les xarxes antipetra i les cobertes antipluja caldrà estudiar també el seu comportament com a sistemes de protecció contra les gelades, bé de forma individual o en combinació amb altres sistemes com estufes estàtiques o mòbils o sistemes d'aspersió sota arbres.

Han funcionat correctament el sistemes d'aspersió aquesta primavera?

Carlos Faro i Miquel Peris, IRTA - Programa fructicultura

Els primers dies del més d'abril d'aquest any, a la zona fructícola de Lleida, hem tingut la gelada de més importància (en extensió i intensitat) dels últims 30 anys. D'una manera estructural, gairebé cada any a la zona tenim gelades de menor extensió i intensitat, situades en punts d'històrics complicats, on normalment ja es tenen a punt els sistemes de protecció, els quals solen funcionar de manera correcta.

Un dels sistemes de protecció contra gelades més utilitzats és l'aplicació d'aigua damunt dels arbres (aspersió, i en menor mesura, microaspersió). La seva utilització a la nostra zona comença als anys 70, i s'ha anat estenent

el seu us, demostrant que amb un bon maneig i dimensionament té una alta eficàcia.

No obstant, la sensació general d'aquest any ha estat que no ha anat el bé que s'esperava, moltes finques protegides amb aquests mètodes han quedat amb collites baixes. Llavors, que ha passat? És un sistema que històricament ha anat molt bé, que ha canviat? Primer de tot, hem d'analitzar quina gelada hem tingut.

A les figura 1 es mostrarem l'evolució de les temperatures mínimes a Catalunya durant els dies 2, 3, 4 i 5 d'abril (Font: Servei Meteorològic de Catalunya):

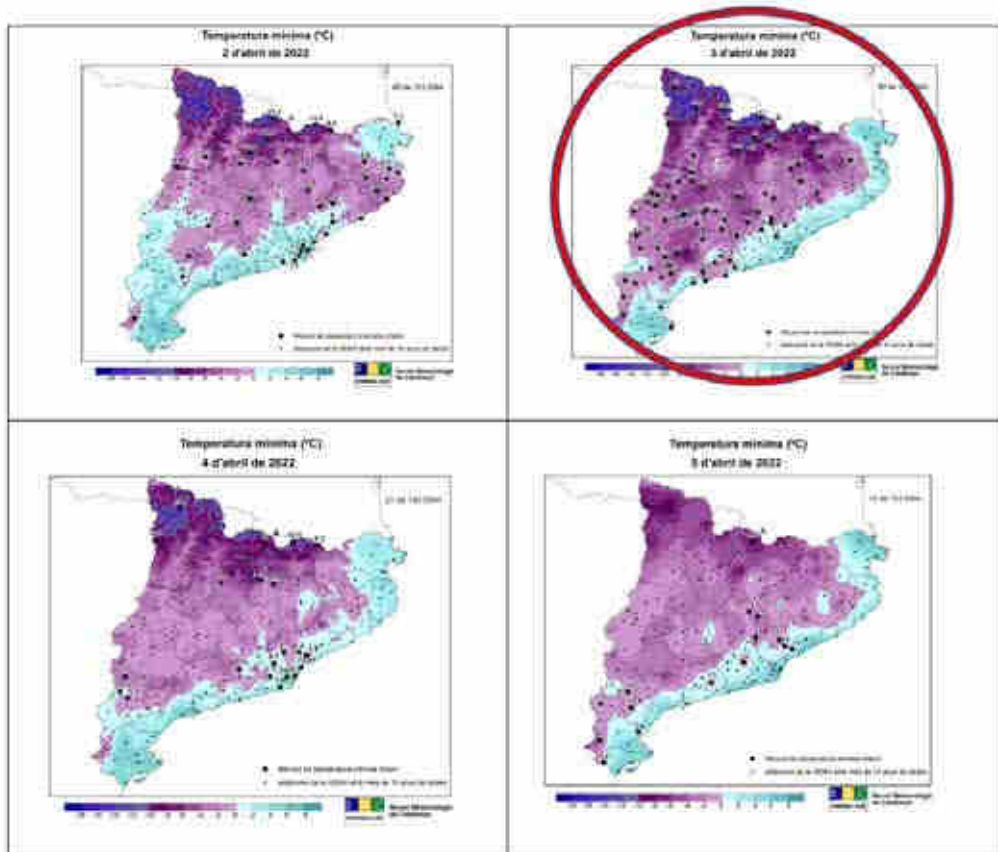


Figura 1. Evolució de les temperatures mínimes a Catalunya del 2 al 5 d'abril.

Les dades dels mapes són de les Estacions Meteorològiques Automàtiques (EMA). Sabem que les gelades, i les temperatures mínimes assolides, depenen molt de la situació concreta de la finca, i inclús de temes de maneig (estat del sòl, regs...). No obstant, aquestes imatges donen una excel·lent idea de com va anar l'evolució dels dies de gelada. El dia més crític, tant per

les temperatures mínimes com per la durada de la gelada, va ser el 3 d'abril (gelada de la nit del 2 al 3 d'abril, de dissabte a diumenge). Si agafem quatre estacions de Lleida: Alfarràs, Gimenezells, Mollerussa i Alcarràs, les quals estan situades en zones fructícoles, aquestes són les temperatures (t^a del termòmetre sec i t^a del termòmetre humit) durant els dies crítics:



Figura 2. Evolució de la t^a del termòmetre sec i de la t^a del termòmetre humit de l'1 al 5 d'abril a Alcarràs.

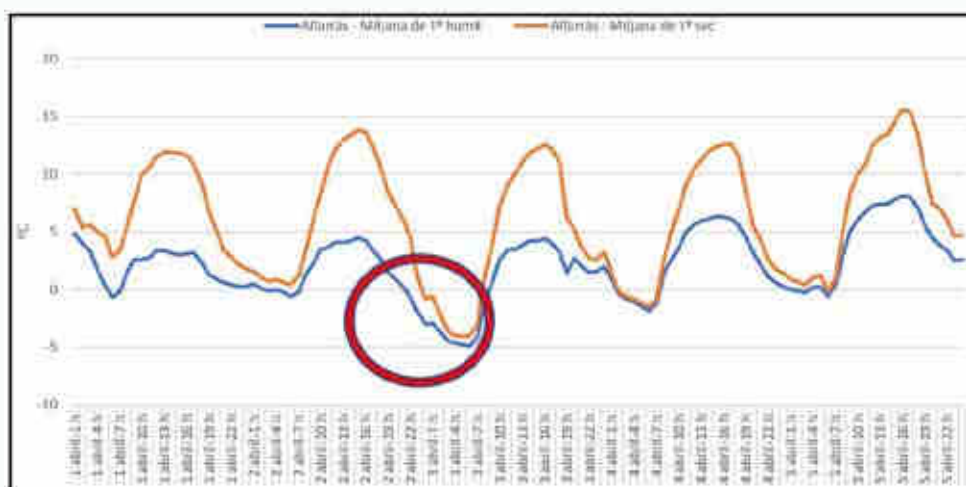


Figura 3. Evolució de la t^a del termòmetre sec i de la t^a del termòmetre humit de l'1 al 5 d'abril a Alfarràs.



Figura 4. Evolució de la t^a del termòmetre sec i de la t^a del termòmetre humit de l'1 al 5 d'abril a Gimenezells.



Figura 5. Evolució de la 1^a del termòmetre sec i de la 1^a del termòmetre humit de l'1 al 5 d'abril a Mollerussa.

En general, la temperatura mínima de la matinada del dia 3, com hem vist als mapes del Servei Meteorològic de Catalunya, es la més baixa, però el que veiem a les figures 5, 6, 7 i 8, és que en aquesta nit, a més a més, hi va haver una diferència important entre el termòmetre sec i l'humit, cosa que indica que vam tenir una gelada "negra", dit d'un altra manera, va estar glaçant amb una humitat ambiental inferior al 100% (Figura 9), sense que hi hagués rosada ni gebre.

A la figura 9 s'aprecia que la nit de l'1 al 2 d'abril va ser la que va tenir una Humitat Relativa (HR) més baixa. En aquesta nit, com es veu a la figura 11, el vent no va afluir, i les temperatures no van baixar en excés. En canvi, de les 3 nits restants, la nit del 2 al 3 va tenir la Humitat Relativa més baixa, i afluint el vent (figura 11),

les temperatures van baixar molt.

Quines implicacions té això? En sistemes de protecció de gelades mitjançant aplicació d'aigua, el termòmetre humit dona la temperatura dels òrgans vegetatius a protegir quan els comencem a mullar. Per exemple, si a Alfarràs haguéssim ficat en marxa un sistema de reg per aspersió quan el termòmetre sec hagués marcat 0°C , la temperatura dels òrgans a protegir (que és el que ens marca el termòmetre humit), hauria estat de $-2,5^{\circ}\text{C}$ (figura 7).

I no sol això, si no que seguint amb l'exemple de ficada en marxa del reg que hem vist abans, en el període posterior a la posada en marxa, fins que no es satura l'atmosfera i les calories guanyades mitjançant la congelació de l'aigua superin a les pèrdues per evaporació, la temperatura no remuntarà (figura 8).

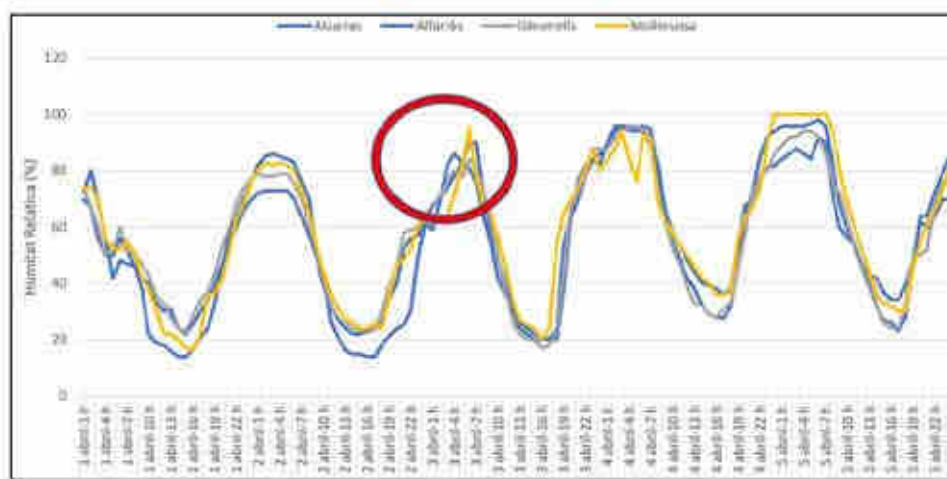


Figura 6. Evolució de la Humitat Relativa a les estacions meteorològiques d'Alcarràs, Alfarràs, Gimènells i Mollerussa, de l'1 al 5 d'abril.

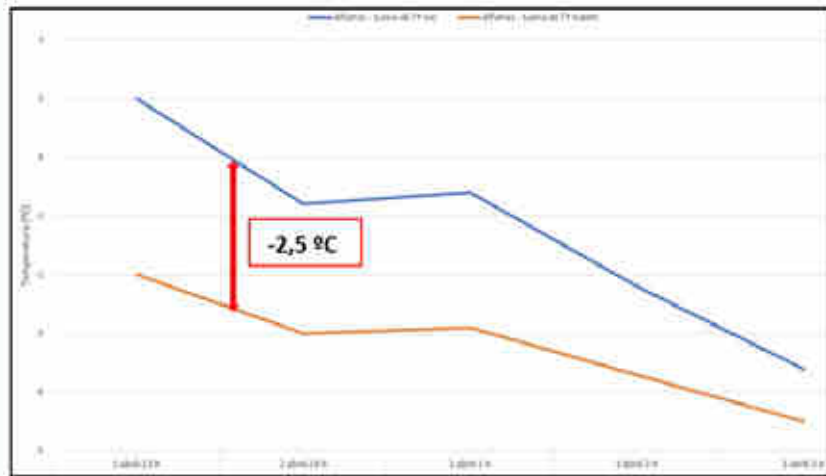


Figura 7. Evolució de les temperatures del termòmetre sec i humit a Alfarràs, de de l'1 al 5 d'abril.

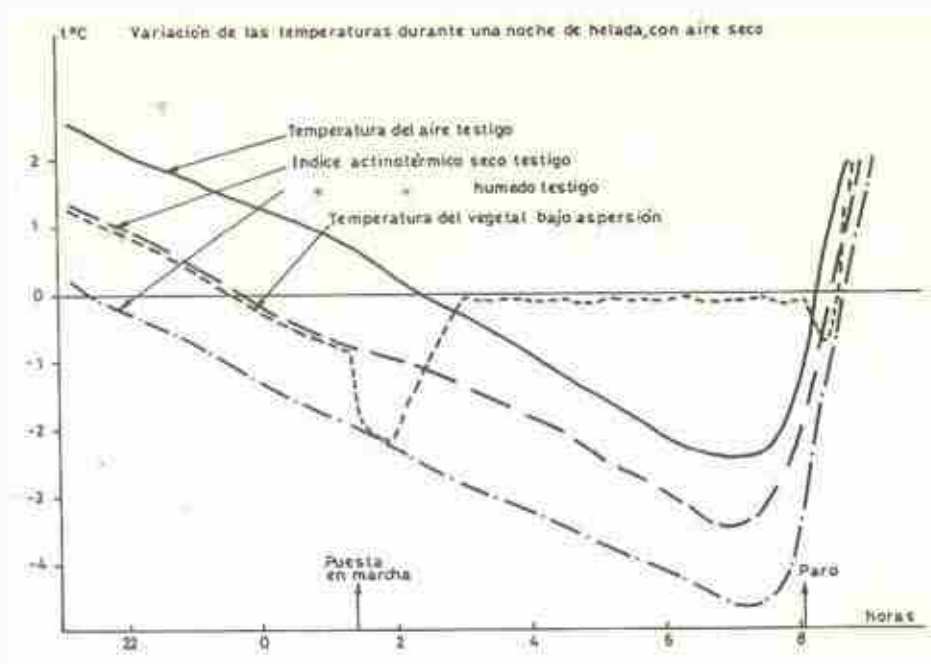


Figura 8. Evolució de la temperatura en una gelada negra. Font: "Lutte contre les gelées"-INVULFLEC



Figura 9. Evolució de la Velocitat del vent a les estacions meteorològiques d'Alcaràs, Alfarràs, Gimènells i Mollerussa, de l'1 al 5 d'abril.

Aquest efecte, és més o menys accentuat segons el cabal d'aigua que puguem aplicar al cultiu. D'aquesta manera, sistemes amb cabals d'aigua més alts són menys sensibles a aquest efecte que d'altres amb cabals més baixos.

A les nits on vam tenir les temperatures més baixes, el vent va aflluixar molt (figura 9). Si bé no s'observa una absència total de vent, sí que està en uns nivells (per sota dels 2 m/s), que fan viable el sistema de defensa mitjançant l'aplicació d'aigua a la planta. Aquesta vent, encara que de poca intensitat, va afavorir la diferència entre el termòmetre sec i l'humid, cosa que hem vist abans.

Volum d'aigua necessària per a la protecció

En la protecció mitjançant l'aplicació d'aigua damunt la planta, dos factors essencials de dissenys, són:

- Volum d'aigua aplicada per superfície i unitat de temps.
- Com s'aplica l'aigua sobre la parcel·la a protegir.

Necessitats de cabals amb reg per aspersió:

La rotació dels aspensors és un factor important. Quant més després donin la volta, millor protecció. En tot cas, el temps de rotació ha d'estar sempre per sota dels 60 segons, y és millor si estan pròxims als 30 segons.

En els casos dels microaspensors, o microaspensors pulsats, la caiguda d'aigua damunt dels arbres es continua. Per al volum necessari per a la protecció, agafarem les dades de la figura 10.

En molts casos, els sistemes de microaspersió no donen una cobertura homogènia a tota la parcel·la, i intenten concentrar l'aigua damunt de les capçades dels arbres. Les pluviometries de protecció efectiva seran les que caiguin a la zona de projecció dels arbres.

Conclusions

Hem dut a terme un procés de recollida de dades d'unes 100 parcel·les on s'ha dut a terme algun tipus de reg antigela, principalment al Segrià, però també al pla d'Urgell i La Noguera. S'ha parlat amb els propietaris, i hem recollit dades com el tipus de sistema utilitzat, pressions utilitzades, broquets, temperatures mínimes registrades, criteris d'inici de la defensa, etc.

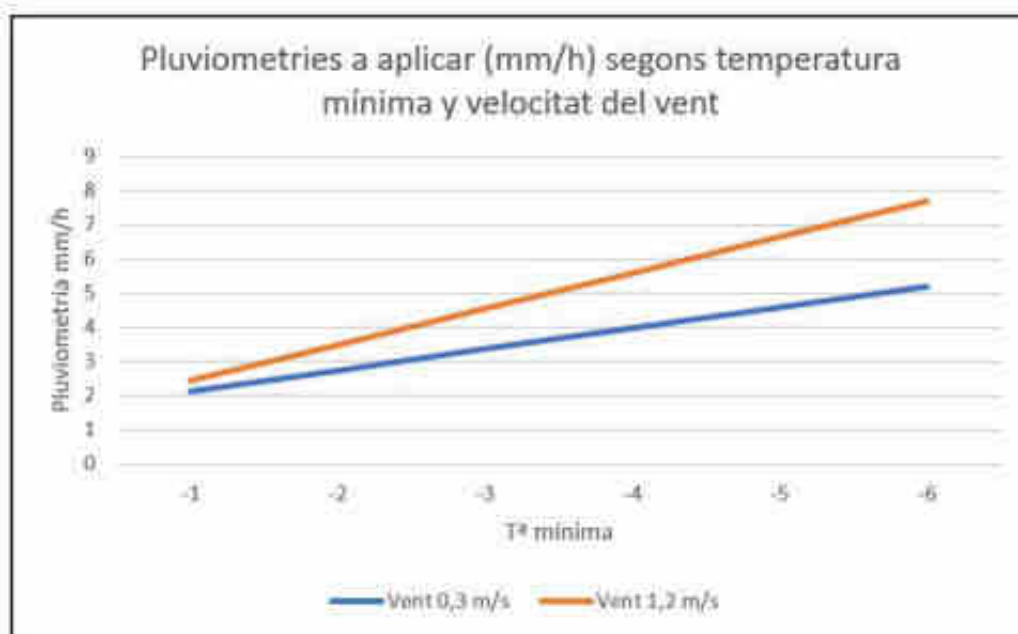


Figura 10. Necessitats d'aigua a aplicar segons les temperatures mínimes a cobrir y la velocitat dels vent. (Snyder, R. L., De Melo-Abreu, J. P. 2005, 2010. Protección contra las heladas: fundamentos, práctica y economía. Vol. I. FAO, Roma, 241 pp. ISBN 9789253065042).

Un cop valorades les condicions de les diferents parcel·les estudiades, i el maneig dels sistemes de protecció les nits de les gelades, en relació a l'èxit en la protecció de la collita, podem concloure que els sistemes de lluita contra gelades en base a l'aportació d'aigua funcionen bé i són una molt bona eina, però, amb el tipus de gelada que vam tenir, en moltes explotacions es van poder donar situacions que van fer que la protecció no fos prou satisfactòria. De manera principal podríem citar:

- El no començar la lluita amb suficient antelació, principalment degut a la no utilització de termòmetres humits.

- Sobretot en zones on es va arribar a mínimes molt baixes, si la instal·lació no estava dimensionada per cobrir les condicions de la gelada (marc dels emissors, broquets, pressió de treball), el gir dels aspersors era massa lent, o van aparèixer fenòmens de vent, es va poder arribar al límit de l'eficàcia del sistema.

- Altres factors que han influït en determinades parcel·les:

- o Manca de reserva d'aigua suficient per a cobrir l'episodi de gelada.

- o En el cas de comunitats de regants, problemes en la dotació d'aigua, degut a la simultaneïtat en el consum d'aigua.

- o Fallo mecànic del sistema de bombeig.

Raons per les quals els sistemes de reg per aspersió poden fallar

José Paulo De Melo-Abreu, ISA, Universitat de Lisboa (jubilat), Expert-coordinador del Focus Group Frost damage (2018) , EIP-AGRI, Comissió Europea.

PROTECCIÓ O NO PROTECCIÓ I ELECCIÓ DEL MÈTODE

Hi ha dos passos inicials que s'haurien de fer abans de triar un mètode de protecció contra gelades:

En primer lloc avaluar si cal o és possible la protecció contra gelades. En el volum II del llibre de la FAO (Snyder, de Melo Abreu & Matulich, 2005, 2010), hi ha una calculadora, DEST, dissenyada a calcular el dany esperat per gelades i el rendiment dels cultius condicionat per aquestes gelades, compara la situació dels cultius sense protecció contra gelades respecte a la utilització de fins a 11 mètodes diferents de protecció. Com a dades climàtiques

utilitza fins a 50 anys de dades de temperatura màxima i mínima específiques de la zona i les temperatures crítiques associades al 90% (T90) i 10% (T10) de dany corresponent a estadis fenològics específics.

En base a les estadístiques de danys per gelades en la situació de no protecció i protecció amb els mètodes contemplats, el programa genera una indicació de si cal o és possible protegir. A més, també es mostra la selecció de mètodes que eventualment fan possible aquesta protecció, així com les estadístiques productives i econòmiques relacionades amb els danys previsibles. Les Figures 1 a 4 mostren un exemple de l'anàlisi amb DEST i els resultats obtinguts (cal tenir en compte que els preus no estan actualitzats).

DEST es un programa VBA que calcula la probabilidad de los daños esperados causados por las heladas para un cultivo y los posibles tratamientos
Después de ejecutar el programa algunas veces puede el botón "Completar Paso 1 de 3".

A. Información sobre los datos de meteorología de los que dispone:

- a.1 Localización: Estado: País:
- a.2 Altura del cultivo: metros
- a.3 ¿Se cuentan años de medidas disponibles? años

B. Información sobre protección contra las heladas:

Seleccione cualquier los métodos disponibles de protección contra las heladas.
Puede: 0: sin protección; 1: cobertura de mantillo; 2: láminas; 3: protección de la zona crítica (14 metros);
Aunque: 4: mantillo; 5: láminas; 6: láminas; 7: láminas; 8: láminas; 9: láminas; 10: láminas; 11: láminas.

La tabla siguiente muestra la protección esperada por heladas (CC) por cada uno de los métodos alternativos cuando está disponible.
El número puede cambiar los valores de protección por defecto basados en condiciones locales antes y la agricultura por el día.
Los métodos 5, 10 y 11 sólo son definidos por el usuario el uso estimado de costo.

Método	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Protección (CC)	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0

¿Número del cultivo (hectáreas)? hectáreas

¿Número del cultivo? hectáreas

¿Número de plantas/m²? plantas/m²

¿Tipo de planta?

Actualiza. Presione (sólo menos de 4 años) CC más entre 1 y 10 años CC más de 10 años CC

¿Protección disponible en heladas? No (El programa indica que protección esperada)

¿Se aplica la protección desde el cultivo (por heladas)? Sí

¿Se usan más los métodos previos? No

Figura 1. Exemple d'entrades en el full Start here (DEST).

Después de introducir los datos meteorológicos, pulsar el botón "Completar paso 2 de 3"

Completar Paso 2 de 3

Esperifique la temperatura máxima en la primera columna y la temperatura mínima en la segunda, debajo del año correspondiente a los datos meteorológicos y luego introduzca el año al principio de estas columnas. Asegúrese de introducir los datos durante los periodos relevantes del año por heladas. Deje las casillas en blanco si le faltan datos. Puede entrar hasta 50 años de datos.

Año Bimestra		Año Normal		Año					Año				
Fecha	Fecha	Día del año		1	2	3	4	5					
				1960	1961	1962	1963	1964					
01-ene	01-ene	1		8,0	-2,3	12,0	2,0	17,6	7,6	18,0	-8,0	11,0	1,0
02-ene	02-ene	2		9,0	-1,1	8,0	-2,0	17,5	7,5	13,0	3,0	9,0	-1,0
03-ene	03-ene	3		9,0	-1,0	9,0	-1,0	17,2	7,2	10,0	0,0	9,0	-1,0
04-ene	04-ene	4		10,0	0,2	9,0	-1,0	17,5	7,5	5,2	-4,8	11,0	1,0
05-ene	05-ene	5		10,2	0,3	11,0	1,0	12,0	2,0	6,0	-4,0	11,0	1,0
06-ene	06-ene	6		9,0	-1,0	8,0	-2,0	13,0	3,0	7,0	-2,5	10,0	0,0
07-ene	07-ene	7		9,1	-1,7	7,0	-2,5	17,0	7,0	11,0	1,0	9,0	-1,0
08-ene	08-ene	8		10,4	0,4	19,0	9,0	16,0	6,0	9,0	-1,0	9,5	-0,5
09-ene	09-ene	9		13,0	3,0	19,0	9,0	13,5	3,5	8,3	-1,7	11,5	1,5
10-ene	10-ene	10		13,0	3,0	14,5	4,5	12,0	2,0	6,0	-4,0	13,8	3,8

Figura 2. Exemple d'entrada de temperatures mínimes i màximes per al full 'Weather' (DEST).

El programa interpola entre T₁₈ y T₃₀ y entre fechas de desarrollo

Introduzca en la tabla siguiente los datos de desarrollo y sus correspondientes T₁₈ y T₃₀

Para ver los resultados una vez rellena la tabla, pulsar "Completar Paso 3 de 3".

Completar Paso 3 de 3

Location: Rick's Farm

Cultivo: Manzana 'Golden Delicious'

Estado de Desarrollo	estado 1	estado 2	estado 3	estado 4	estado 5	estado 6	estado 7	estado 8	estado 9	estado 10	estado 11	estado 12
Oliva madón- Yema invernal	Yema hinchada	Yema bicolorada	Apertura del concho floral	Fóvilos visibles (puntas rojas)	Comienzo de la floración (1-2 flores abiertas)	Plena floración (70% de flores abiertas)	Caída de pétalos	Último estado				
Día del año	46	51	60	65	74	77	84	90	121			
T ₁₈ (°C)	-18,2	-18,3	-12,2	-8,5	-6,5	-4,5	-5,2	-3,0	-3,0			
T ₃₀ (°C)	-12,5	-8,1	-6,2	-4,5	-3,4	-2,8	-3,5	-1,9	-1,9			
Fecha (mes y día)	15-feb	20-feb	29-feb	05-mar	14-mar	17-mar	24-mar	30-mar	30-abr			

Figura 3. Exemple de dades de T₉₀ i de T₁₀ en les dates dels estadis fenològics crítics al full 'Crop' (DEST).

Protección	Dato		Rendimiento		Pérdida Producción		Beneficio Producción		Núm. Heladas Año		Núm. Horas Helada	
	Preval	Des. Est.	Preval	Des. Est.	Preval	Des. Est.	Preval	Des. Est.	Preval	Des. Est.	Preval	Des. Est.
Sin Helada	82,7	81,7	10,2	11,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Método 1	78,1	79,1	11,4	11,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Método 2	9,7	10,1	20,1	19,1	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Método 3	9,3	10,2	20,1	19,1	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Método 4	71,1	70,9	22,4	21,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Método 5	40,2	40,2	15,2	12,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Método 6	7,7	10,1	16,1	16,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Método 7	9,7	10,1	20,1	19,1	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Método 8	2,4	11,1	16,1	1,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Método 9	14,4	16,1	11,1	0,1	1,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Método 10	40,2	40,2	16,1	12,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Método 11	40,2	40,2	16,1	12,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Pérdida	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Figura 4. Exemple del full 'RESULTS' (DEST) que mostra les mitjanes i desviacions típiques del percentatge de dany i del rendiment per als 11 mètodes de protecció respecte a la situació sense protecció.

En cas que hi hagi un o més mètodes que permetin físicament la protecció, és possible realitzar una anàlisi de cost-benefici comparatiu entre aquests mètodes. FrostEcon és el programa disponible al llibre II de la FAO que fa aquest anàlisi i permet seleccionar el millor mètode de protecció, des d'una perspectiva econòmica. En realitat, el programa DEST és un

submodel de FrostEcon, basat en les mateixes entrades i lliura alguns dels resultats a aquest programa. Las Figures 5 a 7 mostren algunes de les pantalles de FrostEcon. La taula 1 mostra alguns resultats d'aquest exemple (cal tenir en compte que els preus són de 2005 i no s'han actualitzat).

Datos de Inicialización

Leyenda

<input type="text"/>	Entrada de Usuario (no necesaria)	<input style="background-color: #cccccc;" type="text"/>	Vinculado (bloqueado)
<input style="background-color: #ffff00;" type="text"/>	Debera (bloqueado)	<input style="background-color: #00ffff;" type="text"/>	Cálculos totales (bloqueado)
<input style="border: 1px solid red;" type="text"/>	Entrada de Usuario Requerida		

Por favor, introduzca los datos siguientes para inicializar el análisis económico de protección contra las heladas. Se requieren tres tipos de datos: información general, número y duración de heladas e información financiera. Una vez que se haya introducido todos los datos necesarios, pulse el botón "Continuar" que se encuentra al final de esta hoja. Ésto le llevará de forma automática al paso siguiente.

Información General

Nombre de la Explotación:	<input type="text" value="Riela Farm"/>
Nombre del Agricultor:	<input type="text" value="Riela"/>
Nombre del Cultivo:	<input type="text" value="Mamon 'Golden Delicia'"/>
Fecha del estudio (dd-mm-aa):	<input type="text" value="11/06/04"/>
Superficie Total de la Explotación o Parcela:	<input type="text" value="100"/>
Experiencia de rendimiento/ha sin heladas (toneladas):	<input type="text" value="25"/>
Si Tipo de fruto pequeño se helado (sin helada)?	<input type="text" value="20"/>
Latitud de la Explotación (grados):	<input type="text" value="45"/>

Número y duración de heladas por año

Hay dos formas de introducir estos datos. Si dispone de al menos 20 años de temperaturas mínimas y máximas, utilice el calculador de datos por helada para determinar la media estadística del número de heladas y de la duración típica. Este calculador también genera datos por helada estadísticos y debe ser utilizado si tiene la intención de hacer a largo un análisis económico de riesgos. El método alternativo es por estimar el número medio de heladas por año y su duración media.

Si dispone de al menos 20 años de datos de temperaturas mínimas y máximas, pulse el botón "Calculador" que se encuentra a la derecha para poder rellenar las 4 siguientes celdas.

Presumido de heladas por año (fiar)

Duración típica de las heladas por año (fiar)

Duración media de las heladas (fiar)

Duración típica de las heladas (fiar)

Si NO dispone de al menos 20 años de datos de temperaturas mínimas y máximas, calcule el número medio de heladas y su duración media.

Media de las Heladas calculadas por año (fiar)

Duración media de las heladas calculada (fiar)

Figura 5 . Secció del full d'inicialització (FrostEcon).

Con el programa se pueden analizar nueve tecnologías de protección contra las heladas. Introduzca una X en el recuadro junto al método de protección para seleccionar alguno de ellos o todos. Los valores indicativos de protección pueden encontrarse en el libro adjunto. Cuando haya finalizado, pulse el botón "Continuar" en la parte inferior de la hoja para acceder automáticamente al siguiente paso

<input checked="" type="checkbox"/>	Estufas de Fuel Sólido	
<input type="checkbox"/>	Estufas de Fuel Líquido	
<input checked="" type="checkbox"/>	Aspersores	<input type="text"/>
<input type="checkbox"/>	Ventiladores Eléctricos	
<input type="checkbox"/>	Ventiladores Eléctricos con Estufas de Fuel Líquido	
<input type="checkbox"/>	Ventiladores Eléctricos con Aspersores	
<input checked="" type="checkbox"/>	Ventiladores de Combustión Interna (CI)	
<input type="checkbox"/>	Ventiladores de Combustión Interna (CI) con Estufas de Fuel Líquido	
<input type="checkbox"/>	Ventiladores de Combustión Interna (CI) con Aspersores	

Figura 6. Full 'TechSelect' (FrostEcon).

Protección contra las Heladas con Aspersores

Datos de Inicialización

Leyenda

- Entrada de Usuario (no necesariamente obligatoria)
- Por Defecto (Maquedo)
- Entrada de Usuario Requerida
- Vinculado (Maquedo)
- Cálculo: Total: @Ingresado

Nombre de la Exploración:
 Nombre del aspersor:
 Cultivo perenne (nombre):
 Fecha del Análisis (dd/mm/aa):
 Área Total de la Exploración a Proteger (ha):
 Número Promedio de Heladas por año:
 Duración Media de la Helada (h):
 Tamaño de la División (por defecto \$):
 Tipo de Cambio de Divisa a EU\$:

DAOS ESPECIFICOS DE LOS ASPERSORES

Potencia Total del Sistema de Bombeo (kW):
 Presión del sistema (°C):

Costes de Adquisición del Equipo

Costes de Adquisición del Equipo	Por Defecto \$unidad	Valor Conocido \$unidad	Por Defecto unidades	Valor Conocido unidades	\$
a. Equipo de Protección					
Tubos primarios	8.20		820		8180
Tubos secundarios	1.50		4000		4000
Accesorios de los Tubos			25.56		25.56
Aspersores	33.00		240		44.40
Reguladores del caudal	20.00		240		48.00
Otros accesorios					
Zanja	2.00		48.00		96.00
b. Planta de Bombeo					
Coste de la Bomba		30.00		2	180.00
Accesorios		30.00			30.00
c. Instalación					
Instalación con el Sistema	458.40		1		458
d. Inversión de riego					
Componente de riego		12000	1		12000
e. Equipo de Seguimiento					
Alarma de Helada	170.00		1		170
Termómetro de Mínima	18.00		2		36
Otros Conceptos (Opcionales)					
Otras Unidades					
Costes de Adquisición del Equipo					5374
Estimación de la vida del Equipo (años)		15			

Figura 7. Secció del full de pressupost per als aspersors (FrostEcon).

Taula 1. Mètodes eficaços per assolir una protecció mínima en funció de la temperatura, ordenats pels costos anuals després d'impostos.

Protecció mínima (°C)	Protecció real (°C)	Mètode de protecció contra les gelades	VP anual dels costos després d'impostos
1°C	2	ICFan	3788 \$
	6	Aspersors	4 787 \$
	4	SolidFuelHeaters	29 772 \$
2°C	2	ICFan	3788 \$
	6	Aspersors	4 787 \$
	4	SolidFuelHeaters	29 772 \$
3°C	6	Aspersors	4 787 \$
	4	SolidFuelHeaters	29 772 \$
4°C	6	Aspersors	4 787 \$
	4	SolidFuelHeaters	29 772 \$
5°C	6	Aspersors	4 787 \$

CLAU: ICFan = ventilador amb motor de combustió interna. SolidFuelHeaters = Estufes de combustible sòlid.

El reg per aspersió per a protecció contra gelades és un dels mètodes que confereix més protecció. Per exemple, un sistema d'aspersors convencionals sobre la planta pot oferir una protecció de fins a 7°C. Per aquesta raó, aquest sistema és probablement preseleccionat per DEST i elegit per FrostEcon en la majoria de les anàlisis. De tota manera, la instal·lació ha de complir altres requisits no sempre possibles.

És probable que el mètode falli quan es produeixen gelades amb vent (advectives). Aquest tipus de gelades es caracteritza per velocitats de vent superiors a 3 ms⁻¹, cels amb una mica de nuvolositat i baixa humitat relativa. Sota aquestes condicions, l'ús de reg per aspersió no és efectiu, llevat que es proporcionin cabals d'aplicació inacceptables. A més, el vent desvia els raigs d'aigua, cosa que dona com a resultat una distribució heterogènia de l'aigua. Una protecció reeixida requereix que el projecte, la instal·lació, la quantitat i la qualitat de l'aigua siguin adequats. Els sistemes de previsió i seguiment i la gestió de l'operació també han de funcionar bé.

PROJECTE I INSTAL·LACIÓ

El projecte i la instal·lació han de garantir:

- L'adequació del mètode a l'espècie/varietat dels arbres que cal protegir;
- una quantitat i qualitat de l'aigua acceptables;
- rotació dels aspersors i cabals d'aplicació d'aigua adequades;
- uniformitat de l'aplicació;
- posicionament adequat de la canonada i aspersors;
- tipus adequat d'aspersors; i
- absència d'interrupcions del funcionament de la instal·lació durant la nit de protecció contra gelades.

Adequació del mètode a l'espècie/cultivar dels arbres

Hi ha dos punts principals a considerar:

1. Durant la protecció contra gelades per aspersió es formen grans quantitats de gel i, la major part, se suspèn a les parts aèries de l'arbre. Si el pes del gel és excessiu, les branques es trenquen.

Les plantes baixes i arbres caducifolis, amb branques flexibles, tendeixen a patir menys danys a causa de la càrrega de gel. No obstant això, alguns arbres de fruites de pinyol tenen branques febles (p. ex., ametllers) i poden patir danys considerables. Els arbres de fulla perenne, és a dir, els cítrics i els alvocats, tendeixen a patir més danys a mesura que les copes creixen, la densitat de l'àrea foliar augmenta i les branques perden flexibilitat. En qualsevol cas, es poden aplicar tècniques de poda per atenuar aquests problemes.

2. Algunes espècies/cultivars poden ser propensos a desenvolupar malalties de les arrels a causa de l'acumulació d'aigua que pot seguir una o més nits de protecció contra gelades per aspersió. Per exemple, les podridures de l'arrel i la corona són malalties que afecten sovint les fruites de pinyol subjectes a entollaments.

Quantitat i qualitat de l'aigua

La quantitat d'aigua requerida per protegir els arbres dels danys per gelades, usant reg per aspersió de cobertura total, és molt alta. L'ús d'aigua en cada episodi és alt i, a molts indrets amb gelades, pot haver múltiples episodis durant la temporada de cultiu. Per exemple, considerant una plantació de pomeres adultes que en un lloc determinat requereix, de mitjana, tres nits de protecció durant vuit hores con una dosi d'aplicació de 4 mm/h, la quantitat total d'aigua necessària seria:

$$\text{Aigua requerida} = 4 \text{ mm} \times 8 \text{ h} \times 3 \text{ d} = 96 \text{ mm} = 960 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$$

La qualitat de l'aigua també és important per evitar l'obstrucció dels aspersors i danys a les plantes.

Els sistemes dirigits, generalment, permeten un estalvi d'aigua de 30% a 60%. Tot i això, el consum continua sent alt.

Conclusió: Per a la protecció contra gelades mitjançant reg per aspersió cal disposar de grans quantitats d'aigua.

Taxa de rotació i aplicació

Aspersors convencionals

Els sistemes d'aspersió convencionals per protegir les plantes de les gelades han estat vistos favorablement per científics i agricultors. Vegeu, per exemple, el testimoni d'un fructicultor polonès a <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/news/inspirational-ideas-sprinkler-systems-protection>.

La velocitat de rotació ha de ser tan gran que l'aigua a les superfícies no tingui temps de congelar-se completament entre passades consecutives del raig. Aquests sistemes de cobertura total han de tenir un cicle de rotació inferior a un minut, essent millor un cicle d'uns 30 segons.

La dosi d'aplicació d'aigua depèn del creixement i la disposició de la vegetació, la temperatura mínima assolida en el pitjor dels casos, la velocitat del vent i la humitat de l'aire. S'ha desenvolupat una equació simple que permet preveure la taxa d'aplicació (R_A) en termes de velocitat del vent (u) en $m s^{-1}$ i temperatura de l'aire (T_a) en $^{\circ}C$ (Snyder & De Melo-Abreu, 2005, 2010) :

$$R_A = (T_a - 1,447 u^{-0,442}) (0,0645 u^2 - 0,5788 u - 0,4473) \text{ [mm h}^{-1}\text{]} \text{ (Equació 1)}$$

Al valor resultant se ha d'afegir una quantitat addicional de aigua per garantir una bona humectació de les fulles . fins a $2,0 \text{ mm h}^{-1}$, per a copes amb cobertura d'aspersió menys uniforme, rotacions més llargues i/o fullatge dens. Aquesta equació empírica no s'ha d'utilitzar per a velocitats del vent inferiors a $0,3 \text{ ms}^{-1}$ o superiors a 3 ms^{-1} . Quan la velocitat del vent és inferior al valor mínim cal fer servir $0,3 \text{ ms}^{-1}$ a l'equació.

Aspersors dirigits (microaspersors)

En els sistemes convencionals, una part de l'aigua aplicada cau a terra i el benefici aportat a la protecció per aquesta aigua és escàs i de tipus indirecte.

Una alternativa que permet aplicacions amb una menor quantitat d'aigua és fer servir sistemes

de aplicació dirigits a les plantes o fileres de plantes. El mètode té sentit i s'ha estat utilitzant durant algunes dècades. Un refinament afegit consisteix en aplicar l'aigua de forma polsada amb l'objectiu de mantenir una taxa d'aplicació baixa i produir gotes més grans. Aquesta característica dificulta l'arrossegament de les gotes d'aigua pel vent i redueix la possibilitat de congelació dels rajos d'aigua en el trajecte entre els microaspersors i les plantes, que pot passar quan les gotes són petites.

La dosi d'aplicació de qualsevol tipus de microaspersor, fins i tot els polsants, mai no podrà ser inferior, aproximadament, a la calculada per l'Equació 1 multiplicada per la fracció de sòl coberta per les plantes. La Física no ho permet! Prenguem com a exemple una plantació jove, amb forma plana, que cobreix el 35% del terra. Així, si la dosi d'aplicació, en un sistema convencional de cobertura total, que cobreixi tot el terreny uniformement és de 5 mm/h , la taxa d'aplicació en el cas del sistema de raig dirigit, no pot ser menor de $1,75 \text{ mm/h}$. Vegis també Sasoni (2017). Aquest càlcul correspondria a una situació on el sistema de aplicació fos capaç de concentrar tota l'aigua en la zona ocupada pels arbres.

Altres requeriments

Tot i la solució tècnica triada (microaspersors convencionals-cobertura total, dirigits o de banda), l'aplicació d'aigua a la coberta ha de ser molt més uniforme que la necessària per al reg. El coeficient d'uniformitat ha de ser superior al 80%. Això implica que l'espaiat i la localització de la canonada i dels aspersors han de ser apropiats, les pressions de l'aigua han de ser uniformes a tot el bloc i el tipus d'aspersors han de ser apropiats.

L'aigua dins de tubs primos que no estan aïllats es pot congelar, cosa que pot pertorbar el funcionament normal de la instal·lació o danyar-la.

La majoria de les instal·lacions requereixen que els emissors d'aigua es solapin per aconseguir la desitjada uniformitat de l'aplicació.

Els aspersors convencionals que no tenen

protecció del mecanisme i de la molla que fa el gir poden deixar de girar per acumulació de gel en aquestes parts. Els aspersors per a protecció contra gelades han de tenir una protecció, generalment una càpsula de rígida, que eviti aquest problema.

De vegades, com totes les màquines, les bombes fallen. En aquest cas, en una nit que es requereixi la protecció, és probable que els danys siguin severos. En general, és pitjor interrompre la protecció que no pas protegir en absolut, i és freqüent que es perdi tota la collita. L'explicació és simple i té a veure amb l'evaporació a la superfície de les plantes. La temperatura de bulb humit (T_w), que és una bona estimació de la temperatura superficial dels òrgans humits de les plantes, és freqüentment més baixa que la temperatura de l'aire o fins i tot que la temperatura de les superfícies seques, en una nit de gelada de radiació.

Per tant, la interrupció del reg impedeix esmorteir la temperatura amb el calor latent de la congelació del agua i la temperatura de les plantes acaba sent igual a T_w , que és inferior a la temperatura que tindrien les mateixes superfícies vegetals si estiguessin seques. La solució és tenir una bomba de recanvi llesta per reemplaçar la bomba principal immediatament.

FALLADA EN EL PRONÒSTIC DEL TEMPS

El pronòstic del temps es fa a dos nivells:

1. Sinòptic:

Els pronòstics emesos pel Servei Meteorològic de Catalunya (SMC) o altres serveis similars són essencials. Aquestes institucions disposen de molts mitjans: dades d'observació de xarxes meteorològiques, equips de processament i models de simulació para realitzar els pronòstics. En general, publiquen, entre altres elements, previsions regionals de temperatures mínimes (T_n , °C) i velocitat del vent, i avisos de possible aparició de gelades al dia actual o en els següents. Són molt útils i, en general, força fiables.

2. Local:

Els pronòstics emesos per aquest Servei Meteorològic s'han de complementar amb pronòstics locals adaptats per agrometeoròlegs o productors amb prou experiència.

El mètode més simple per fer un pronòstic de T per a una localització determinada (A) consisteix a calcular empíricament una correcció (és a dir, un valor per restar o sumar) a la temperatura pronosticada pel SMC per a una altra ubicació (B). Per exemple, si a la localitat B la previsió és -1°C i sabem que la correcció és 2°C , llavors la previsió de T_n a la localitat A seria -3°C .

Un model simple per predir T_n , desenvolupat localment, pot ser de gran ajuda. Sempre desenvolupem i confiem en aquests models perquè ens donin una indicació de si hem d'estar alerta una nit determinada o cal preveure una operació de protecció contra gelades. Al Vol. II del llibre de la FAO sobre protecció contra gelades incloem una aplicació simple (FFST) que calcula els paràmetres d'aquest model per a qualsevol localització, proporcionant algunes dades meteorològiques locals històriques a l'aplicació. A Catalunya s'han fet servir alguns sistemes de predicció similars. El model fins i tot es va implementar en un psicròmetre .

Conclusió: Si falla el pronòstic de gelades, no hi ha protecció i es produeixen danys o es perden hores de descans per a res.

SISTEMA DE MONITORITZACIÓ

Un bon sistema de monitorització per a aquest ús necessita mesurar la temperatura de l'aire, la humitat i la velocitat del vent. L'interval de mesura ha de ser inferior a 10 minuts. En una plantació, la temperatura de l'aire s'ha de mesurar com a mínim a una alçada d'aproximadament 2/3 de l'alçada dels arbres. La humitat i la velocitat del vent es poden mesurar fora de la plantació en un sol nivell.

En terreny pla homogeni, el nombre de punts de mesura pot ser baix, però en terreny heterogeni, aquest número ha de ser major i han de estar situats en las zones generalment més freds (per exemple, llocs més baixos on l'aire fred

tendeix a acumular-se). El sensor que mesura la temperatura de l'aire ha d'estar abrigat. Es pot tenir un altre termòmetre (per exemple, termoparell o PRT) que no estigui abrigat, amb el propòsit de ser sotmès a refredament radiatiu, per tant, amb una temperatura que sigui més representativa de les fulles o botons florals. Si es disposa de termòmetre de bulb humit o un psicròmetre, la determinació de la temperatura per a l'arrencada i l'atur del sistema d'aspersió es pot fer directament.

Una alarma pot ser present per alertar el productor quan la temperatura s'acosti a la temperatura crítica de dany (T_c).

Conclusió: Monitorització inadequada pot resultar en danys greus

MANEIG

El maneig correcte del cultiu i del sistema de protecció contra gelades són fonamentals per evitar danys.

Quan iniciar i aturar la protecció?

La protecció només s'iniciarà si és molt probable que la instal·lació tingui capacitat per protegir el cultiu davant d'aquest tipus de gelades, durant tota la nit, i per a les condicions més desfavorables previstes per a la gelada durant aquesta nit. Si això no passa i la humitat està

molt per sota de la saturació, és preferible no iniciar l'operació, en cas contrari el dany pot ser encara més gran.

En teoria, el reg per aspersió sobre la planta hauria de començar quan la temperatura del bulb humit (T_w) és igual a la temperatura crítica (T_c) més una tolerància (de, per exemple, 1°C). La Figura 8 mostra el curs temporal de la temperatura de l'aire (T_a), la temperatura de bulb humit (T_w), la temperatura del punt de rosada (T_d) i la velocitat del vent (u) durant nits típiques de gelada. La Figura 8 (a) mostra el cas d'una gelada blanca i la Figura 8 (b) d'una gelada negra. La velocitat del vent es va mesurar a 3 m sobre el terra, mentre que la temperatura i la humitat es van mesurar a 1,5 m sobre el terra.

Durant les nits de gelades de radiació, els òrgans de fructificació de les plantes, com les flors o petits fruits, exposats al cel fred tendeixen a tenir temperatures en els teixits unes poques dècimes de grau inferiors a la T_a . Aquesta diferència tendeix a zero quan la velocitat del vent és superior a 1 m/s. La diferència màxima per a les fulles seques exposades és més gran (p. ex., 3°C) i la diferència de temperatura dels rovells és aproximadament la meitat d'aquesta diferència. Els òrgans humits i petits quan l'aire no està saturat de vapor d'aigua són més freds que la temperatura de l'aire. La diferència $T_a - T_w$ disminueix a mesura que augmenta la humitat de l'aire.

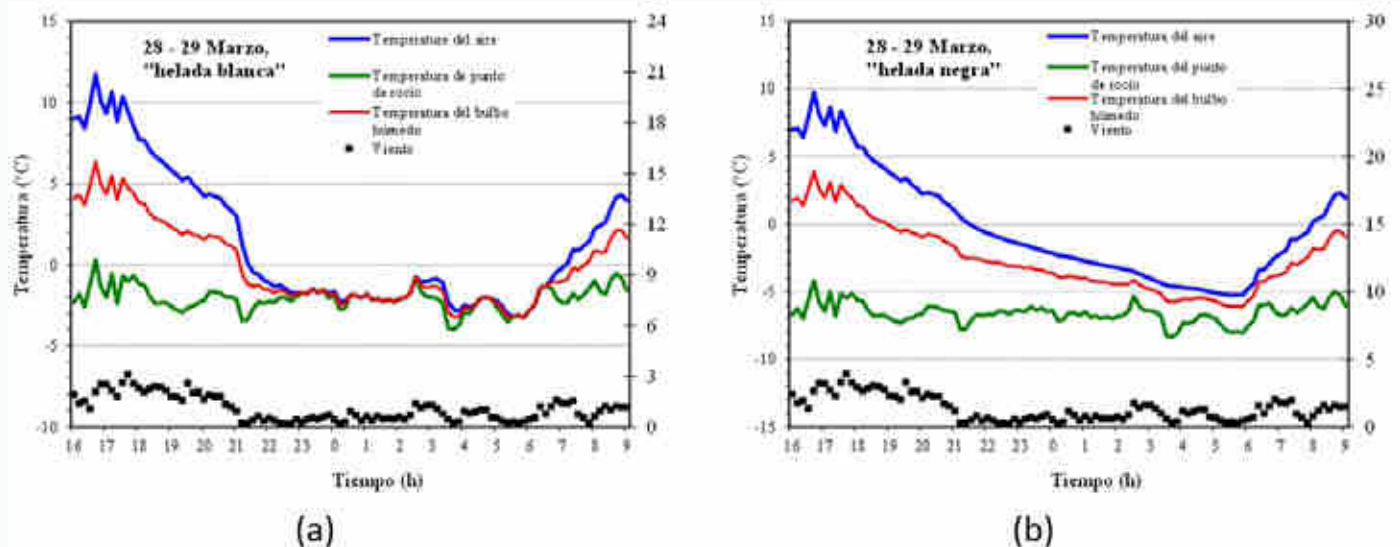


Figura 8. Evolució temporal de la temperatura de l'aire, la temperatura de bulb humit, la temperatura del punt de rosada i la velocitat del vent durant nits típiques de gelades per radiació. (a) cas: "gelada blanca" (nord-est de Portugal); (b) cas: "gelada negra" (exemple hipotètic). La velocitat del vent es va mesurar a 3 m sobre el terra, mentre que la temperatura i la humitat es van mesurar a 1,5 m sobre el terra.

A la Figura 8, les línies blaves representen T_a , les línies vermelles representen T_w i les línies verdes representen T_d . Abans de la nit gelada totes aquestes quantitats són diferents i $T_a > T_w > T_d$. Si en algun moment de la nit la humitat relativa de l'aire és del 100%, aquestes tres quantitats coincideixen (és a dir, $T_a = T_w = T_d$). Després de l'alba, les tres quantitats són divergents (és a dir, $T_a > T_w > T_d$).

Cal tenir en compte que en condicions que donen lloc a una "gelada blanca", durant la major part de la nit, la diferència entre T_a i T_w és força petita o inexistent. Per contra, durant una "gelada negra", aquesta diferència és gran. Per tant, en aquest darrer cas, utilitzar T_a com a guia per a la protecció dels fruits probablement sigui un error costós. Dos o tres graus poden ser la diferència entre un dany mínim i una pèrdua total de la collita!

En general, la protecció ha de continuar durant tota la nit fins algun temps després de la sortida del sol. Cal tenir en compte que la temperatura mínima, en general, es dona entre 30 minuts i 1 hora després de sortir el sol. El criteri de parada, teòricament, hauria de ser quan la T_w sigui igual a la T_c més una tolerància (per exemple, 1°C). No obstant això, a la pràctica, si la sortida del sol encara no s'ha produït, és aconsellable esperar fins a tenir la certesa que no hi haurà una nova disminució de T_w fins a valors inferiors a T_c .

Per tant, tret que hi hagi un canvi clar de les condicions climàtiques, és millor parar la instal·lació només després de l'alba i quan la T_w és superior a la T_c .

Gestió d'operacions

La temperatura de fusió del gel és de 0 °C. En una nit de protecció amb reg per aspersió, tan bon punt tota l'aigua es congela, la temperatura comença a baixar per sota del punt de congelació. Per tant, l'aigua ha de continuar humitejant la superfície dels òrgans de la planta en tot moment. Quan la taxa d'aplicació satisfà aquest requisit, el gel que es forma és clar i una mica d'aigua està en estat líquid a la superfície. Les dosis insuficients es poden detectar observant el gel: si el gel té un aspecte blanc lletós, com el gebre, significa que es necessita més aigua

per humitejar les superfícies. Fins a cert punt, això es pot assolir augmentant la pressió de funcionament.

Fins i tot els sistemes automatitzats necessiten una vigilància constant durant la nit de les gelades, ja que moltes coses poden sortir malament i cal reparar-les. Els problemes més comuns que sorgeixen són aigua que es congela a tubs primers, bombes que s'aturen, ruixadors que s'obstrueixen o deixen de girar, fuites d'aigua i pèrdues de pressió d'aigua.

NOTA FINAL

Els sistemes dirigits semblen ser eficients, especialment els polsants, però s'han assenyalat alguns problemes: 1) quan hi ha una mica de vent, la uniformitat sembla veure més afectada que en els sistemes convencionals; i 2) quan la temperatura és més baixa (<4° o 5°C), es forma gel sobre els capçals i paren de girar. Això obliga a reorientar-los manualment. Vegeu, per exemple, un article d'un expert d'una empresa coneguda sobre l'aspersió dirigida i les solucions tècniques que indiquen (Sasoni, 2017).

L'ideal seria tenir un sistema de raig dirigit amb una taxa d'aplicació variable. Això permetria regar únicament les plantes (i no l'espai de terreny entre elles) i adaptar la taxa d'aplicació a les condicions existents a cada moment. Aquests sistemes encara no han arribat a l'etapa d'aplicació pràctica.

El llibre de la FAO (Vol. I i II) proporciona tota la informació necessària sobre aquest mètode i tots els altres mètodes disponibles per a la protecció contra gelades. Addicionalment, al lloc web del meu llibre sobre agrometeorologia, poden trobar (en portuguès), un programa simple per ajudar a calcular totes les variables auxiliars que es necessiten en el context de la protecció contra gelades (CalculadorAgromet) i una recopilació des programes dedicats a diversos aspectes mencionats en los citats volums. L'enllaç és: www.agroorbi.pt/livroagrometeorologia/Programas.html

Reconeixement

Voldria agrair als col·legues d'IRTA l'excel·lent contribució a l'adaptació del text original i correccions lingüístiques de la versió catalana i espanyola d'aquest article.

Referències

Sasoni, E. 2017. Innovations in frost protection. IRRIGAZETTE 163, pàg. 11-17.

Snyder, RL, De Melo-Abreu, JP 2010. Protecció contra les gelades: fonaments, pràctica i economia . Vol. I. Organització de les Nacions Unides per a l'Agricultura i l'Alimentació, Roma, 241 pp. ISBN 9789253065042

Snyder, RL, De Melo-Abreu, JP , Matulich, S. 2010. Protecció contra les gelades: fonaments, pràctica i economia. Vol. II. Organització de les Nacions Unides per a l'Agricultura i l'Alimentació, Roma, 68 pp . ISBN 9789253065042

Snyder, RL, De Melo-Abreu, JP 2005. Frost Protection: Fonamentals, Practice and Economics. Vol. I. United Nations, Food and Agriculture Organization, Rome, 223 pp. ISBN 9251053286 .

Snyder, RL, De Melo-Abreu, JP , Matulich, S. 2005. Frost Protection: Fonamentals, Practice and Economics. Vol. II. United Nations, Food and Agriculture Organization, Rome, 64 pàg. ISBN 9251053294.



Institut
de Recerca i Tecnologia
Agroalimentàries

IRTA - Programa de Fructicultura
Fruitcentre - Parc Científic i Tecnològic Agroalimentari de Lleida
Parc de Gardeny, (25003) Lleida

Espònsor

