

Treball final de grau

Estudi: Grau en Innovació i Seguretat Alimentària

Títol: Millora de la intensitat de la coloració groga de la poma Golden mitjançant tractaments pre-collita i tractaments de temperatura de desverdització.

Document: Memòria

Alumne: Jennifer Dagmar Silva Schlüsen

Tutor: Glòria Àvila Casademont / Maria del Carmen Carretero Romay

Departament: Fruita Dolça / Enginyeria químic, agrària i tecnologia agroalimentària

Àrea: Fructicultura / Tecnologia dels aliments

Convocatòria (mes/any): Febrer 2023

ÍNDEX

RESUM	3
PARAULES CLAU	5
AGRAÏMENTS	6
1. INTRODUCCIÓ	7
1.1 La fruita del gènere <i>Malus</i>	7
1.2 Tipus de varietats de poma	8
1.3 El cultiu de poma Golden	9
1.3.1 Origen	9
1.3.2 Situació actual de la producció de poma Golden a Espanya, Catalunya i Girona	9
1.3.3 Percepció dels consumidors a la poma Golden.....	11
1.3.4 Característiques del grup Golden.....	12
1.3.5 El color de les pomes.....	17
1.3.6 Productes que retarden la maduració aplicats en pre-collita.....	18
1.3.7 Maneig de la post-collita	19
1.3.8 Antecedents i punt de partida del treball	21
2. OBJECTIUS	22
3. MATERIALS I MÈTODES	23
3.1 Tractaments a pre-collita	23
3.1.1 Material vegetal	23
3.1.2 Condicions meteorològiques.....	23
3.1.3 Tractaments.....	24
3.1.4 Disseny i assaig experimental.....	24
3.1.5 Avaluacions.....	27
3.2 Tractaments a collita	30
3.2.1 Material vegetal	30
3.2.2 Condicions meteorològiques.....	30
3.2.3 Tractaments.....	30
3.2.4 Disseny i assaig experimental.....	30
3.2.5 Avaluacions.....	31
3.3 Tractaments a post-collita.....	31
3.3.1 Material vegetal	31
3.3.2 Condicions meteorològiques	31

3.3.3	Tractaments.....	32
3.3.4	Disseny i assaig experimental.....	33
3.3.5	Avaluacions.....	34
4.	RESULTATS	35
4.1	Tractaments a pre-collita.....	35
4.1.1	Collita.....	35
4.1.2	Post-collita.....	38
4.2	Tractaments a collita.....	40
4.3	Tractaments a post-collita.....	42
5.	DISCUSSIÓ	50
5.1	Tractaments a pre-collita.....	50
5.2	Tractaments a collita.....	51
5.3	Tractaments a post-collita.....	51
6.	APLICABILITAT	52
7.	CONCLUSIONS	53
8.	BIBLIOGRAFIA	55
9.	ANNEX	60

RESUM

La pomera (*Malus domestica*) és un arbre fruiter de fulla caduca, de la categoria de fruita de llavor, del qual el seu fruit carnos és la poma. Actualment, és el cultiu més productiu a Europa amb 17,5 milions de tones. A Espanya, la comunitat autònoma que més en produeix és Catalunya amb 266.200 tones localitzant-se fonamentalment entre Lleida i Girona.

La pomera s'adapta a climes molt variats. Les principals zones de producció es caracteritzen per elevades temperatures i baixa humitat relativa en el període estival. La poma està formada per: pedicle o tall, pell, polpa, llavor i cor. Fruita dolça de llavor, de pell fina, llisa i de diferents colors i nivells de sucres i acidesa en funció de la varietat. El calibre oscil·la entre els 60 i els 90 mm. Té forma troncocònica, enfonsada pels extrems de l'eix. Els sabors poden ser més o menys àcids o dolços i la polpa acostuma a ser cruixent i sucosa. Pel que fa a la recol·lecció, es du a terme principalment des de mitjans d'estiu fins a principis de tardor, entre juliol i octubre.

La pomera, no s'escapa de patir fisiopaties i malalties, una de les més important és el *russetting*, antigament afectava molt a les pomes Golden, però gràcies a les noves varietats, a dia d'avui, les varietats de Golden són menys susceptibles a aquesta fisiopatia. És per això que en aquest treball, el material vegetal que s'utilitza són les varietats 'Golden Reinders' i 'Golden Crielaard', que són molt poc sensibles a *russetting*. A més, la Golden, és molt susceptible a cops, i per tant, s'ha de vigilar quan es cull i quan s'emmagatzema perquè pot presentar enfosquiment.

Els estàndards que marquen la qualitat de la poma Golden de Girona, segons la IGP es basen en tenir una fermesa d'entre 5 i 7 kg, un nivell de midó entre 5 i 7 en l'escala del CTIFL-INRA (Centre Tècnic Interprofessional de les Fruites i els Llegums-Institut Nacional d'Investigació Agroalimentària) i pel que fa a sucres, assolir els 12° Brix (Plec de condicions IGP Poma de Girona).

Tanmateix, aquest plec de condicions, no inclou el color dels fruits, ja que aquest respon a criteris comercials. El color groc, és un requeriment afegit els darrers anys de les comercialitzadores de poma Golden, a més de la fermesa, el sucres i l'estat de maduresa.

Pels consumidors, el color és un tret molt important de la poma, ja que prefereixen les pomes Golden més grogues i fermes. A les comarques gironines, les condicions edafo-climàtiques s'assoleixen molt bé els estàndards de maduresa, contingut de sucres i fermesa, però no es pot competir amb les condicions d'altituds més altes, on el contrast tèrmic afavoreix el color groc.

Un dels principals pigments en donar color a les fruites, són els carotenoides. Els carotenoides són compostos isoprenoides responsables de la coloració groga, taronja o vermella que presenten flors, fruites i verdures. Els carotenoides, són components importants per a la fotosíntesi i estan implicats en la recollida de llum i la fotoprotecció, el creixement i el desenvolupament de les plantes. La poma, en general, sempre s'ha considerat una fruita amb continguts baixos de clorofil·la i carotenoides, però aquests pigments també contribueixen a la coloració externa i interna de la fruita. En el procés natural de maduració de la fruita es donen els dos fenòmens amb diferent intensitat, formació de carotens i degradació de les clorofil·les. Les condicions del medi a on es cultiva la poma, com són la temperatura i la radiació solar, influeixen de manera notable en l'expressió del color groc. Però també productes

aplicats durant el procés productiu poden afavorir la coloració dels fruits, així com les tècniques de desverdització basades en temperatura que s'apliquen en les cambres després de la conservació.

Existeixen alguns productes que aturen el creixement vegetatiu i/o la maduració dels fruits, aquests són: prohexadiona de calci (ProCa), es tracte d'un producte químic que inhibeix la biosíntesi de fitohormones, provocant el retardament del creixement del vigor vegetatiu i es coneix comercialment amb el nom de Regalis[®], s'utilitza en arbres fruiters de poma per reduir i controlar el creixement vegetatiu; l'1-metilciclopropè (1-MCP) és un compost orgànic gasós, capaç d'inhibir la producció d'etilè en els teixits vegetals durant períodes prolongats, i quan s'aplica a pre-collita, rep el nom comercial de Harvista[®], mentre que l'1-MCP que s'aplica a post-collita, rep el nom de SmartFresh[™].

El maneig de la temperatura a post-collita, és un factor important, ja que depenent de la temperatura a la qual tinguem les cambres, els fruits es conservaran millor o pitjor. Les principals tecnologies, permeten mantenir la qualitat dels fruits durant períodes d'emmagatzematge llargs.

En l'emmagatzematge comercial de pomes, la tecnologia més utilitzada és l'atmosfera controlada (AC) que s'utilitza àmpliament per disminuir la incidència de trastorns fisiològics durant llargs períodes d'emmagatzematge i per mantenir la qualitat del fruit, en particular s'aconsegueix disminuir les pèrdues de fermesa i acidesa, i mantenir el color verd de l'epidermis. Aquesta tecnologia consisteix en una modificació de l'atmosfera present en les cambres d'emmagatzematge de fruits, alentint la respiració per una baixada de temperatura, disminuint la concentració d'oxigen i augmentant la concentració de diòxid de carboni. Això permet, conjuntament amb la refrigeració, allargar el període d'emmagatzematge, així com també mantenir la qualitat del fruit. Per tal d'obtenir beneficis, cal que la concentració d'oxigen i diòxid de carboni aplicada sigui inferior a 3,5%.

Aquest treball pretén aplicar diferents tractaments de desverdització tant a pre-collita, collita i post-collita per tal d'obtenir una millor coloració groga en les varietats de poma 'Golden Reinders' i 'Golden Crielaard'.

El que es va fer va ser aplicar els tractaments Regalis[®] i Harvista[®] a pre-collita, per veure si tenien algun efecte sobre els principals paràmetres de qualitat. A collita, es van aplicar xocs tèrmics per avaluar el color de les pomes, simulant les temperatures de muntanya, on es produeix un contrast tèrmic entre el dia i la nit. I, finalment, es va avaluar el color i la fermesa, a post-collita, aplicant diferents temperatures dins les cambres.

Els resultats van mostrar que a pre-collita, el Harvista[®], va mantenir la fermesa, i va augmentar el color de les pomes, però el Regalis[®], no va servir ni per augmentar el color ni per mantenir la fermesa de les pomes. Els xocs tèrmics van donar bons resultats, però convindria repetir-ho amb repeticions i poder validar el color amb la qualitat (fermesa i sucres). Els tractaments de desverdització, van donar bons resultats pel que fa a la coloració, però es va perdre fermesa.

PARAULES CLAU

Color groc

Desverdització

Golden

Malus domestica

Prohexadiona-Ca

1-metilciclopropè (1-MCP)

Xoc tèrmic

AGRAÏMENTS

Aquest projecte de fi de grau ha estat realitzat amb el suport de l'Institut de Recerca IRTA Mas Badia. En primer lloc, m'agradaria agrair a la investigadora especialista en fructicultura, la Glòria Àvila, per haver-me donat la oportunitat de participar en aquest projecte, on m'ha ofert tot el seu suport, coneixements i dedicació.

També m'agradaria agrair a la Dra. Carmen Carretero, per haver-me donat tot el suport i tota l'ajuda que he necessitat durant la realització d'aquest treball.

Finalment, donar les gràcies a tota la meua família i especialment en Josep, pel seu suport incondicional i per recolzar-me en tot moment.

1. INTRODUCCIÓ

1.1 La fruita del gènere *Malus*

La pomera (*Malus domestica*) és un arbre fruiter de fulla caduca, de la categoria de fruita de llavor, del qual el seu fruit carnós és la poma. Pertany a la família de les Rosàcies, que comprèn al voltant de 100 gèneres i més de 3.000 espècies diferents que es troben distribuïdes arreu del món, però més abundants a les zones temperades de l'hemisferi nord. Aquesta família és de gran interès econòmic, ja que comprèn moltes espècies fruiteres i d'altres ornamentals.

El seu origen es troba a l'Àsia central i regió del Caucas. La *Malus domestica* va ser introduïda a Europa, al segle XVI. I, més tard, va ser portada a Amèrica del Nord pels colons europeus. La poma es cultiva pràcticament a tot el món, però els principals països productors en milions de tones (Mt) són: Xina (40,5 Mt); Estats Units d'Amèrica (4,6 Mt); Polònia (3,5 Mt); Índia (2,7 Mt) i Itàlia (2,4 Mt) (FAOSTAT, 2020). Actualment, és el cultiu més productiu a Europa amb 17,5 Mt, seguit dels perers amb 2,8 Mt i presseguers amb 3,6 Mt (FAOSTAT, 2020). Pel que fa a Espanya, la comunitat autònoma que més produeix és Catalunya amb 266.200 tones, seguit d'Aragó amb 87 mil tones i Galícia amb 60,5 mil tones (EUROSTAT, 2020). A Catalunya es localitza fonamentalment a Lleida amb 3.713 hectàrees conreades i a Girona amb 804 hectàrees (MAPA, 2019).

La pomera es cultiva arreu del món perquè s'adapta a climes molt variats, tot i que prefereix climes humits a secs. Les principals zones de producció es caracteritzen per elevades temperatures i baixa humitat ambiental en el període estival i terreny pla, encara que s'adapta bé a molts tipus de terrenys, però prefereix un sòl que no acumuli massa aigua, és a dir, de bon drenatge. Són resistents al fred, tot i que no suporten les gelades primaverals tardanes. No necessita gran quantitat de calor i llum per a la maduració. És per això, que a Espanya només es van produir 520.000 tones, essent Itàlia el país amb clima mediterrani amb més producció de poma (2,4 Mt) (FAOSTAT, 2020).

Morfològicament, la pomera és un petit arbre que no supera els 10 metres d'altura, tot i que a nivell comercial s'utilitzen varietats que no arriben als 2,5 metres d'altura per facilitar la collita i altres operacions de cultiu. La vida mitjana d'una pomera oscil·la entre els 60 i els 80 anys, encara que en plantacions comercials es pot reduir a la meitat.

El fruit de la pomera, està format per: pedicle o tall, pell, polpa, llavor i cor. Fruita dolça de llavor, de pell fina, llisa i de diferents colors i nivells de sucres i acidesa en funció de la varietat. El calibre oscil·la entre els 60 i els 90 mm. Té forma troncocònica, enfonsada pels extrems de l'eix. Els sabors poden ser més o menys àcids o dolços i la polpa acostuma a ser cruixent i sucosa. Es pot consumir de diverses maneres tant en fresc com en assecat, també en suc i a partir de productes processats.

Pel que fa al valor nutricional és una important font de vitamina C i altres minerals que aporten beneficis per la salut del ser humà. Conté un alt contingut en fibra, antioxidants i pectina que ajuden a disminuir el colesterol LDL i toxines de les artèries. A més, és ideal per aquelles persones que pateixen

diabetis, ja que una gran part del sucre de la poma està en forma de fructosa. En definitiva, la dita popular “*An apple a day, keeps the doctor away*” és completament certa, ja que aquesta fruita és considerada l'estrella en la lluita per a la prevenció de malalties cardiovasculars.

Generalment, la recol·lecció de les pomes es du a terme des de mitjans d'estiu fins a principis de tardor, entre juliol i octubre. Tot i que la collita sigui durant aquests mesos, les pomes estan disponibles tot l'any a causa de les seves excel·lents condicions de conservació. Una poma pot durar uns sis mesos conservada en fred normal i deu mesos sota atmosfera controlada.

1.2 Tipus de varietats de poma

Existeixen més de mil varietats de pomes arreu del món, entre les quals destaquen els següents grups:

- **Royal Gala:** procedent de Nova Zelanda. De color groc-verdós amb talls rogencs o verds. Calibre mig. Polpa blanca, consistent, sucosa, molt cruixent i sabor dolç. Es recol·lecta durant el mes d'agost. Inclou varietats com 'Mondial Gala', 'Galaxy', 'BrooField Gala', entre d'altres.
- **Red Delicious:** d'origen americà. De color roig més o menys intens. Calibre gran. Polpa blanquinosa, consistent, ensucrada, sucosa i molt aromàtica. Fruita molt resistent a les gelades. La seva recol·lecció es du a terme a principis de setembre. Inclou varietats com 'Red King' o 'Top Red'.
- **Golden:** originària d'Amèrica. És una de les varietats més cultivades arreu del món. De color groc brillant o lleugerament verdós segons maduresa. Calibre gran. Polpa blanquinosa, consistent, succulenta, cruixent i sabor dolç. És una de les varietats que més bé es conserva. Es recol·lecta entre finals d'estiu i principis de tardor. Inclou varietats com 'Golden Delicious', 'Golden Smoothee', 'Golden Reinders' i 'Golden Crielaard', entre d'altres, sent les dos últimes procedents d'Holanda. Va ser l'any 2010, quan un consorci italià va poder seqüenciar el genoma sencer d'aquesta varietat tan extensa arreu del món. Concretament té 57.000 gens seqüenciats, el nombre més alt de qualsevol genoma de plantes estudiat fins a la data.
- **Reineta:** originària de França, però la seva versió més comú prové del Canadà. De tonalitats gris, groga i verda. Calibre gran. Polpa blanquinosa o groguenca, saborosa i bastant àcida. Es recol·lecta durant el mes de setembre. Inclou varietats com 'Reineta blanca del Canadà', 'Reineta gris del Canadà', 'Reineta de reinetes gris', entre d'altres.
- **Granny Smith:** d'origen australià. De color verd intens amb lenticel·les blanques. Calibre gran. Polpa blanca, cruixent, succulenta, consistent i sabor lleugerament àcid. És considerada una de les varietats més àcides que existeixen. Es recol·lecta durant el mes d'octubre. D'aquesta varietat només existeix una subvarietat que s'anomena 'Challenger', sent un clon de la mateixa Granny Smith.

- **Fuji:** originària del Japó. És un encreuament entre el vermell ‘Delicious’ i ‘Ralls Janet’. De color groc clar amb cobertura roig-grogós. Calibre gran. Polpa cremosa, ferma, amb un sabor molt dolç i cruixent i amb molt de suc. Conté un alt contingut en sucre i un baix contingut en àcid (Abbott *et al.*, 2004). Es recol·lecta entre finals de setembre i principis d’octubre, tot i que es pot trobar en el mercat durant pràcticament tot l’any. És la varietat més dolça que existeix. Bona conservació. La majoria de varietats es diuen Fuji seguides d’un número com per exemple: ‘Fuji Nagafu 1’, ‘Fuji Akifu 7’, ‘Fuji Chofu 2’, etc.
- **Pink lady:** procedent d’Austràlia. Sorgeix d’un encreuament entre la ‘Golden Delicious’ i la ‘Lady Williams’. De color rosat sobre un fons groc verdós. Calibre mig. Polpa cremosa, cruixent, saborosa i molt aromàtica. El seu sabor és àcid i la seva textura dura i cruixent. La seva recol·lecció es du a terme entre finals d’octubre i principis de novembre. Inclou varietats com ‘Cripps Pink’, ‘Rosy Glow’ o ‘Lady in Red’.

1.3 El cultiu de poma Golden

1.3.1 Origen

Si ens centrem en la poma Golden, com s’ha comentat anteriorment, és originària d’Amèrica, concretament, de l’estat de Virginia. Va ser trobada de manera fortuïta per l’encreuament aleatori entre les pomes ‘Golden Reineta’ i ‘Grimes Golden’. Va aparèixer l’any 1891 a la granja Mullins (estat de Virginia) i no va ser comercialitzada fins al 1914 quan els grangers van vendre els drets de multiplicació a un viver.

1.3.2 Situació actual de la producció de poma Golden a Espanya, Catalunya i Girona

La poma Golden es cultiva arreu del món, per les seves característiques d’adaptar-se a qualsevol tipus de terreny. Tot i que, actualment, s’ha anat evolucionant cap a una varietat que es caracteritza principalment per clons amb menor sensibilitat al *russetting*, com poden ser les varietats ‘Reinders’ i ‘Crielaard’. Segons dades del govern espanyol (MAPA, 2019), la producció total de poma Golden, és de 270.178 tones, les quals el 59% (158.539 tones) es produeixen a Catalunya, ocupant 4.562 hectàrees, seguit d’Aragó amb un 21% (56.425 tones) del total (Figura 1).

La producció d’aquesta varietat presenta millors condicions a Catalunya que a la resta d’Espanya per les condicions climàtiques, ja que requereix d’un ample període vegetatiu i les temperatures són les òptimes per al desenvolupament del color groc i la maduresa del fruit. A més, les condicions climàtiques, afavoreixen una millor qualitat del fruit en aquelles zones amb més altitud com és el cas de la demarcació de Lleida o amb temperatures estivals més suaus com és el cas de la demarcació de Girona. Per tant, podem concloure que on més es cultiva la poma Golden a Catalunya és a Lleida, on

la producció és d'un 83% sobre el total, seguit de les comarques gironines amb un 17% (MAPA, 2019) (Figura 2).

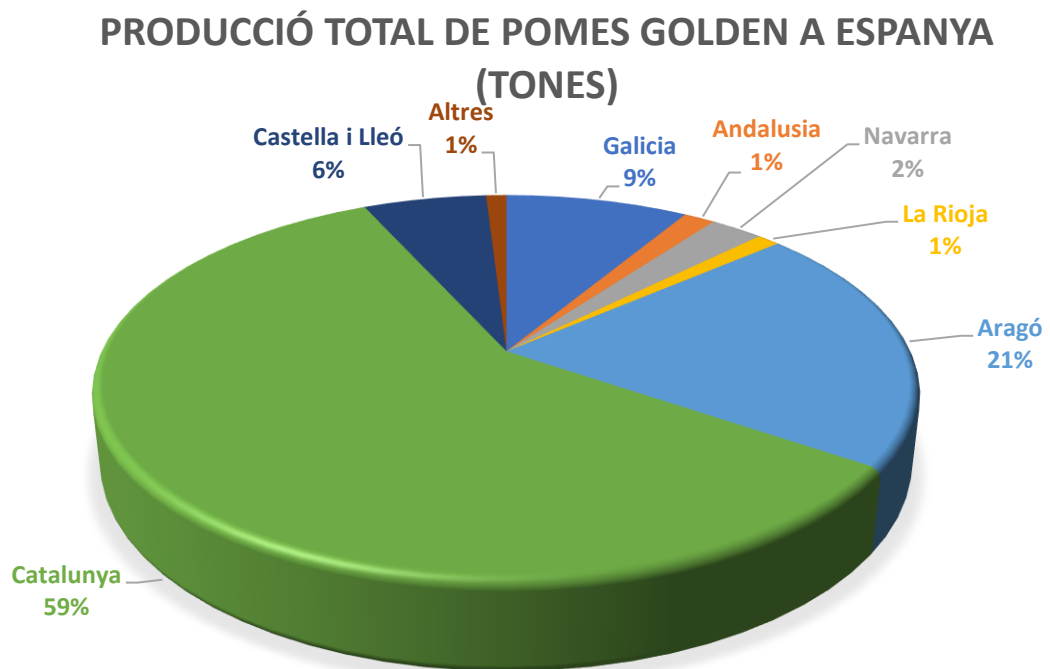


Figura 1. Producció total de pomes Golden en tones a Espanya expressat en percentatge

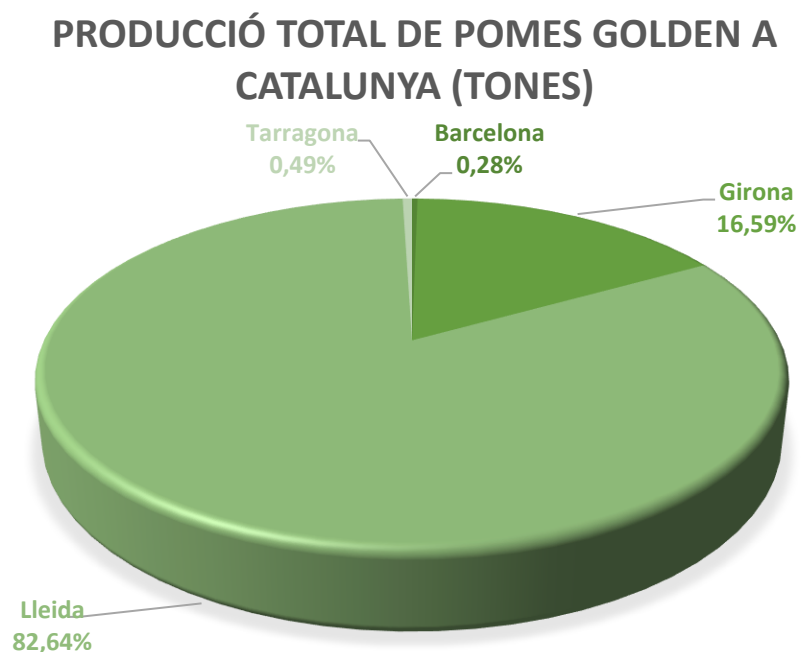


Figura 2. Producció total de pomes Golden en tones a Catalunya expressat en percentatge

A les zones més càlides de Catalunya, Lleida i Tarragona, durant l'època d'estiu quan les temperatures són molt elevades, pot haver-hi una limitació per la fermesa de les pomes Golden. És per això, que

caldrà orientar les noves plantacions en zones menys càlides i de major altitud per tal d'obtenir la millor qualitat possible.

El clima mediterrani, que caracteritza la producció de poma a Girona, permet que la poma agafi una bona coloració i un alt contingut en sucres. Especialment les temperatures suaus i fresques i amb contrast marcat entre el dia i la nit acompanyats d'una humitat relativa i una radiació elevada, típic de finals de l'estiu. Per tant, s'ha de tenir en compte obtenir la millor qualitat de la poma especialment color i sucres. És per això que, s'hi va crear la Indicació Geogràfica Protegida (IGP).

La IGP és una denominació de qualitat a nivell europeu, que s'utilitza per designar un producte alimentari que és originari d'un lloc, regió o país determinat, té una qualitat determinada, que pot ser essencialment atribuïda al seu origen geogràfic i com a mínim una de les seves fases de producció, transformació o elaboració es realitza a la zona geogràfica definida (DACAAR, 2022). Quan un aliment obté aquest segell, indica que l'aliment té: una qualitat i sabors únics, un prestigi, una màxima seguretat alimentària, un compromís amb el territori d'origen i un respecte amb el medi ambient i aposta pel desenvolupament sostenible. La zona de producció es troba en els terrenys situats a l'extrem nord oriental de la comunitat autònoma. Comprèn tots els termes municipals de les comarques de la Selva, el Baix Empordà i Alt Empordà, el Gironès i el Pla de l'Estany. Aquesta varietat representa el 60% de la producció de pomes protegides de la zona (Plec de condicions IGP Poma de Girona).

1.3.3 Percepció dels consumidors a la poma Golden

La poma Golden, concretament la varietat 'Golden Delicious' és la varietat més plantada a Catalunya i a Girona en particular. Les altes temperatures durant els mesos d'estiu fan que no es pugui obtenir una poma Golden amb les característiques que busca el consumidor. A més, els últims anys, ha anat augmentant la competència als mercats amb altres zones de producció, com és Itàlia, on les condicions són més favorables per obtenir Golden amb les característiques que vol el consumidor i, això ha fet que gran part dels productors de 'Golden Delicious' a Catalunya, hagin hagut de baixar preus, que arriben a estar per sota dels costos de producció.

Varis estudis de mercat indiquen que la millora de la qualitat de les pomes és un dels factors que més influència poden tenir per estimular la demanda dels consumidors (Harker *et al.*, 2002). En aquest sentit, millorar la qualitat del producte implica oferir al consumidor el producte que ell desitja d'acord amb les seves preferències gustatives. Està clar que mai s'aconseguirà satisfer la necessitat del cent per cent de la població amb un producte concret, sinó grups de consumidors amb unes preferències gustatives diferenciades. És per això que, identificar els grups de consumidors que responen positivament a uns atributs sensorials específics, permet enfocar el producte cap a unes característiques qualitatives determinades al segment de mercat adequat per satisfer les expectatives del consumidor (Alegre i Casals, 2006). Per tant, saber com els consumidors els agrada un producte no n'hi ha prou, és important entendre el motiu de les seves eleccions (Symoneaux *et al.*, 2012).

Varis estudis afirmen que les característiques que més valoren els consumidors en pomes Golden són, en ordre de preferència, la dolçor, la textura i el color i mantenir la fermesa (Abbot *et al.*, 2004). Actualment, el consumidor busca un producte fresc i disponible tot l'any. També busca que el producte

tingui un estat de maduresa adequat, tingui una fermesa òptima i una coloració groga. El cruixent de la poma és un atribut que també busquen, ja que si no és cruixent, vol dir que és farinosa i, per tant, aquest atribut, és molt negatiu pel consumidor, ja que deixa un gust al paladar desagradable. Alguns consumidors, també destaquen que la fruita presenti un toc d'acidesa i una sucositat adequada, atributs importants però no significatius.

1.3.4 Característiques del grup Golden

1.3.4.1 L'arbre i el fruit

Morfològicament, l'arbre del grup Golden, és de port semirecte, vigor¹ mig i de ràpida entrada en producció. L'arbre, rarament, supera els tres metres d'altura, això facilita la collita i altres operacions de cultiu.

El fruit varia d'un color verd-groc a groc daurat, a mesura que madura i, a vegades, pot presentar una cara lleugerament rosada. Això és freqüent en zones amb forts contrastos tèrmics entre el dia i la nit abans de la collita, concretament, en zones de muntanya (Iglesias *et al.*, 2000). Presenta lenticel·les (òrgans respiratoris de la fruita) fosques i molt marcades, de color bru, rugoses, que en determinades situacions estan envoltades per *russetting*. L'alta sensibilitat dels fruits al *russetting* constitueix un dels factors que fan disminuir la qualitat comercial d'aquesta varietat (Iglesias *et al.*, 2000). Per aquest motiu la major part de les noves varietats tenen com a principal objectiu presentar més resistència a aquesta fisiopatia. Presenta una cutícula molt fina i, per tant, és una varietat molt propensa a presentar enfosquiment pels cops que pugui rebre quan s'emmagatzema, tot i que, tendeix a oxidar-se menys i es conserva més bé que altres varietats. El seu calibre oscil·la entre els 73 i els 80 mm, és de mitjà a gros. La forma és troncocònica. La polpa és de textura fina, blanquinosa, succulenta, cruixent, dolça, lleugerament acidulada i aromàtica. Un dels seus punts febles en zones càlides és la seva poca consistència i la sensibilitat a les manipulacions (Iglesias *et al.*, 2000). En climes temperats de l'hemisferi nord, es recol·lecta entre finals d'estiu i principis de tardor. Inclou varietats com 'Golden Delicious', 'Golden Smoothee', 'Golden Reinders', 'Golden Crielaard', entre d'altres. Es fa servir en amanides i pastissos, per fer sucs, per consumir en fresc o per cuinar-la al forn.

Gràcies a les bones característiques de l'arbre i del fruit (producció elevada i regular, coloració atractiva, bona qualitat gustativa i llarga conservació), es va convertir ràpidament en la varietat més popular arreu del món i, per tant, la més cultivada. També s'ha utilitzat com a parental per a l'obtenció de noves varietats com la 'Pink Lady'.

¹ Vigor vegetatiu: descriu quantitativament la producció estacional, sobre tot en el número i la longitud dels nous talls, tamany de flors i fruits, quantitat de fulles, etc. (diccionari arboricultura).

1.3.4.2 Tecnologia de producció

En els últims anys, la pomera ha experimentat canvis pel que fa a la tecnologia de producció, concretament, en la innovació varietal. Les varietats s'han anat millorant per adaptar-se millor a les condicions climàtiques de les principals zones de producció, als sistemes de conducció, cada vegada més eficients i a la protecció del cultiu. En definitiva, una innovació tecnològica orientada cap a la disponibilitat de plantacions més eficients i amb varietats més ben adaptades (Iglesias i Carbó, 2018).

La pomera es cultiva principalment en zones planes. Les principals zones de producció es caracteritzen per elevades temperatures i baixa humitat ambiental en el període estival, a les que la majoria de varietats presenten un dèficit d'adaptació (Iglesias i Carbó, 2018). Pel que fa a la varietat Golden es produeix un dèficit de fermesa i pèrdues de collita per cops, que provoquen que hi hagi una limitació en aquesta varietat. En els últims anys, aquests factors limitants, han provocat una pèrdua important de competitivitat enfront a les importacions de països amb climes més apropiats com França o Itàlia.

Davant d'aquesta situació, va ser necessari equilibrar la producció amb espècies que, en el passat, fossin molt importants a Espanya. En el cas de la pomera, cada vegada hi ha més disponibilitat de varietats de millora de la coloració, la millora de la tecnologia de producció (mecanització de les plantacions, cobertura amb malles anti pedregades, etc.) i la seva reubicació en zones geogràfiques més favorables com les de muntanya, afavoriran una major competitivitat enfront altres països amb millor clima.

Pel que fa a la collita, aquesta s'inicia la primera quinzena de setembre. Per determinar la data de collita òptima, s'utilitzen varis paràmetres com el test de midó (entre 5 i 7 en l'escala 1-10 del codi Eurofru), el contingut de sòlids solubles (sempre superior a 13° Brix), la fermesa del fruit (entre 6-7 kg) o l'acidesa (inferior a 7 g/l d'equivalent en àcid màlic).

Es considera una varietat amb bon comportament en la frigoconservació, ja que permet mantenir les seves característiques qualitatives fins a 4-6 mesos en atmosfera controlada i fins a 8-9 mesos en règim *Ultra Low Oxygen* (ULO) (Iglesias *et al.*, 2000).

1.3.4.3 Principals fisiopaties i malalties

Com qualsevol altra fruita, aquesta també és susceptible a algunes fisiopaties i malalties.

La varietat Golden, en general, és susceptible a les següents fisiopaties:

- **Russetting:** fisiopatia causada per una alteració de la pell de la fruita provocant l'oxidació de la fruita, que a més afecta el seu valor comercial (Barceló i Vidal *et al.*, 2017). El *russetting* es desenvolupa amb una humitat relativa alta en el període de floració. Antigament, era una de les principals fisiopaties en pomes Golden, però, actualment, gràcies a les noves varietats, s'han pogut obtenir pomes Golden menys sensibles al *russetting*, com poden ser les varietats 'Golden Reinders' i 'Golden Crielaard'.

- **Bitter pit** (taca amarga): fisiopatia comú en pomes Golden i molt important en altres varietats. Són petites taques deprimides en la pell visibles tant a l'interior com a l'exterior. L'origen principal dels danys és la falta de calci en els teixits de la fruita. Per evitar aquesta fisiopatia, s'han de realitzar tractament càlcics en el camp des de que el fruit té 35 mm de diàmetre, després del quallat i 15 dies abans de la recol·lecció i emmagatzemar en atmosfera controlada.
- **Scald** (escaldat superficial): és poc susceptible en pomes Golden, però és una fisiopatia molt important en moltes varietats. És un enfosquiment de la pell, per tant, és superficial, ja que en poques ocasions arriba a la polpa. La causa principal dels danys és degut a un compost (alfa-farnesat²) que en un determinat moment s'oxida donant lloc a uns compostos volàtils que són tòxics per les cèl·lules de l'epidermis i les acaba secant i matant. Generalment passa després d'un període mínim de 3 o 4 mesos en emmagatzematge a baixes temperatures i s'agreuja durant l'exposició a temperatura ambient. La prevenció que més s'utilitza actualment és l'aplicació del compost 1-metilciclopropè (1-MCP³) que si s'aplica en un determinat moment del mínim climatèric (mínim d'intensitat respiratòria on a partir d'aquell moment el fruit ja està llest per a ser recol·lectat) s'evita l'*scald*. A més, l'emmagatzematge en atmosfera controlada també retarda l'aparició d'aquest problema.

Per altra banda, les dues malalties més importants en pomes Golden són:

- **Motejat o clivellat** (*Venturia inaequalis*): és el fong que provoca més danys sobre aquest cultiu, afectant a les flors, els fruits i les fulles, provocant taques de color marró i circulars (Almacellas *et al.*, 2011). Per desenvolupar-se, necessita la presència de pluges primaverals i una temperatura suficient. Les actuacions de control han de ser preventives, cal afavorir la ventilació de les plantacions, realitzar podes equilibrades i ajustar la fertilització del cultius.
- **Cendrosa o oïdi** (*Podosphaera leucotricha*): és un fong que provoca una pols de color blanc-gris que s'observa en les fulles. Per desenvolupar-se, només necessita una humitat relativa alta. Les actuacions necessàries per tal d'evitar aquest fong són tractaments amb polisulfur de calci o sofre mullable.

Hi ha altres malalties que afecten la poma Golden com poden ser: la floridura blava, causada per *Penicillium expansum* és un dels principals patògens que causa greus pèrdues durant els períodes de

² Compost químic que es troba en el recobriment de les pomes i és responsable de l'olor de la poma verda. La seva oxidació per aire dóna lloc a compostos que són perjudicials per a la fruita. El resultat d'aquests productes oxidatius és l'afectació de danys a les membranes cel·lulars que eventualment causen la mort cel·lular de les capes externes de la fruita que produeix l'*scald*.

³ 1-MCP és un compost gasós capaç d'inhibir la producció d'etilè en els teixits vegetals durant períodes prolongats (Sisler i Serek, 1997), i així, retardar la maduració dels fruits i mantenir la qualitat durant el període de post-collita.

post-collita i emmagatzematge (López *et al.*, 2015), i el pugó gris causat per *Dysaphis plantaginea* Passerini, plaga que provoca deformacions en fulles, brots i fruits, entre d'altres.

1.3.4.4 Estàndards de qualitat de la poma Golden de Girona

Els estàndards que marquen la qualitat de la poma Golden de Girona, segons la IGP es basen en tenir una fermesa d'entre 5 i 7 kg, un nivell de midó entre 5 i 7 en l'escala 1-10 del CTIFL-INRA (Centre Tècnic Interprofessional de les Fruïtes i els Llegums-Institut Nacional d'Investigació Agroalimentària) i pel que fa sucres, assolir els 12° Brix (Plec de condicions IGP Poma de Girona).

Tanmateix, aquest plec de condicions, no inclou el color dels fruits, ja que aquest respon a criteris comercials. El color, és un requeriment afegit els darrers anys de les comercialitzadores de poma Golden, a més de la fermesa, el sucres i l'estat de maduresa.

1.3.4.5 Particularitats dels principals cultivars: 'Golden Reinders' i 'Golden Crielaard'

La poma Golden, a part de ser un dels grups més cultivats arreu del món, té moltes varietats, que amb el pas del temps, s'han anat implantant les varietats menys sensibles al *russetting*, com són les pomes 'Golden Reinders' i 'Golden Crielaard'.

La varietat 'Golden Reinders' és un mutant de 'Golden Delicious' procedent d'Holanda. El color és més verd i presenta lenticel·les menys marcades que altres subvarietats. La pell és llisa. El seu calibre oscil·la entre els 70 i 85 mm. Es recol·lecta des de finals de setembre fins a finals d'octubre. És molt sucosa i lleugerament àcida i aromàtica (Figura 3). Al recol·lectar-les, normalment es fa una passada, màxim dos. La seva qualitat òptima és en zones d'altitud. És un cultivar molt productiu. La seva conservació és bona sempre que es controli la seva atmosfera: de 4 a 6 mesos en fred normal i fins a 8-9 mesos en atmosfera controlada ULO (*Ultra Low Oxygen*). Aquesta atmosfera es caracteritza per mantenir entre 1 a 1,5% d'oxigen i entre 0 a 2% de diòxid de carboni, dins les cambres. S'ha de controlar molt bé que l'oxigen no arribi mai a 0 perquè si no tindrien lloc fermentacions i, per tant, formació d'alcohol. També es juga amb la temperatura, la humitat relativa (86-89%) i l'eliminació d'etilè. Al ser una varietat resistent al *russetting*, és adequada per créixer en condicions desfavorables. Presenta sensibilitat baixa a la caiguda prematura del fruit i al *cracking*.



Figura 3. Fruits de la varietat 'Golden Reinders' (Horta de Barbens, 2022)

La varietat 'Golden Crielaard' també és un mutant de 'Golden Delicious' originària d'Holanda. Presenta un color verd-groc, inclosos els fruits madurs, que mantenen les tonalitats verdoses. Lenticel·les gairebé inapreciables. Fruits uniformes i de forma molt allargada. La pell presenta més contingut de ceres que la Golden. El seu calibre mitjà oscil·la els 81 mm. Es recol·lecta des de mitjans de setembre fins a finals d'octubre. El seu sabor és lleugerament àcid, sucosa i aromàtica amb continguts baixos de sucre (Figura 4). Al recol·lectar-les, normalment es fa una passada, màxim dos. La seva qualitat òptima, al igual que la 'Reinders' és en zones d'altitud. Pel que fa a la seva conservació, es comporta igual que la 'Reinders'. Es mostra totalment resistent al *russetting*. Presenta sensibilitat baixa a la caiguda del fruit i al *cracking*. Molt delicada a les manipulacions, cal collir-la amb molta cura i extremar les precaucions en el transport i emmagatzematge.



Figura 4. Fruits de la varietat 'Golden Crielaard' (MAPA, 2000).

1.3.5 El color de les pomes

El color és un tret important per als cultius hortícoles (Tanaka *et al.*, 2008). Els principals factors que afecten el color de la pell són: la temperatura, la llum, la nutrició, les relacions amb l'aigua de les plantes, el portaempelt i les fitohormones. Altres factors importants: l'edat dels arbres, les condicions del sòl i la càrrega del cultiu. A més dels efectes directes d'alguns d'aquests factors sobre el color de la pell, també poden ser importants diversos efectes indirectes per al desenvolupament de la mateixa.

Un dels principals pigments en donar color a les fruites, són els carotenoides. Els carotenoides són compostos isoprenoides responsables de la coloració groga, taronja o vermella que presenten flors, fruites i verdures (Southon, 2000; Alquezar *et al.*, 2008). Aquests, juntament amb la clorofil·la, es troben a les cèl·lules vegetals, concretament en els cloroplasts de les cèl·lules dels teixits verds de les plantes. La presència d'aquests pigments en els teixits verds és emmascarada per la presència de la clorofil·la.

El canvi de pigment de la pell de la fruita és el resultat de la senescència del teixit amb presència de clorofil·la del flavedo amb la transformació de cloroplasts en cromoplasts (Barry i Le Roux, 2010). La transformació de cloroplasts a cromoplasts és un procés metabòlic important en la maduresa del fruit que provoca una "ruptura de color" de la pell i es veu afectada per factors genètics, ambientals, nutricionals i hormonals. Goldschmidt (1988) va demostrar que a nivells alts de gibberel·lina⁴ a la fruita durant la maduració, va retardar la transformació de cloroplast a cromoplast. Per tant, es creu que l'abundància de gibberel·lines inhibeix la degradació de la clorofil·la i la síntesi de carotenoides (Barry i Le Roux, 2010). És a dir, els nivells elevats de gibberel·lina afecten negativament el color de la pell de les fruites.

Per tant, es produeix una "ruptura de color", és a dir, a mesura que els fruits maduren, els canvis en el color de la pell són el resultat de la disminució de la clorofil·la i l'augment de les concentracions de carotenoides al flavedo de la pell, donant lloc a la primera aparició del color groc característic de les pomes Golden.

Els carotenoides, doncs, són components importants per a la fotosíntesi i estan implicats en la recollida de llum i la fotoprotecció, el creixement i el desenvolupament de les plantes. A més, són molècules valuoses que són beneficioses per a la salut humana i la supervivència dels animals, i també són precursors de la provitamina A i són antioxidants per reduir diverses malalties cròniques (Dang *et al.*, 2021).

La poma, en general, sempre s'ha considerat una fruita amb continguts baixos de clorofil·la i carotenoides, però aquests pigments també contribueixen a la coloració externa i interna de la fruita (Delgado-Pelayo *et al.*, 2014). És important destacar que els carotenoides de la pell contribueixen a la coloració dels fruits i, per tant, al seu atractiu, però a la polpa les seves concentracions són més baixes (Ampomah-Dwamena *et al.*, 2012).

⁴ Gibberel·lina: són diverses fitohormones del creixement vegetal.

Un estudi, va afirmar que, un mètode per augmentar el color de la pell abans de la collita moderant el vigor vegetatiu era aplicar un producte químic anomenat Prohexadiona-calci (ProCa), un inhibidor de la biosíntesi de gibberel·lina amb activitat retardant del creixement, va donar bons resultats en cítrics, aplicant 400 mg/L de ProCa. Els resultats d'aquest estudi, van donar suport a la hipòtesi que podria haver-hi una relació inversa entre el vigor vegetatiu i el desenvolupament del color de la pell dels cítrics. Els arbres joves eren més vigorosos que els arbres més vells i madurs. Aquesta diferència de vigor podria ser una de les principals raons per les quals els fruits dels arbres joves tenien un color de pell inferior en comparació amb els fruits dels arbres madurs. Per tant, es va veure que, moderant el vigor vegetatiu mitjançant l'ús de retardants de creixement, es podia millorar el color de la pell dels cítrics (Barry i Le Roux, 2010).

1.3.6 Productes que retarden la maduració aplicats en pre-collita

La prohexadiona de calci (ProCa), com s'ha vist anteriorment, es tracte d'un producte químic que inhibeix la biosíntesi de la gibberel·lina, provocant el retardament del creixement del vigor vegetatiu. La prohexadiona-calci, conegut comercialment com a Regalis[®], s'utilitza en arbres fruiters de poma per reduir i controlar el creixement vegetatiu (Barry i Le Roux, 2010).

Una alta concentració de ProCa en el citoplasma, dóna lloc a una reducció en la taxa de síntesi de les gibberel·lines. L'aplicació oportuna d'un inhibidor de la síntesi de gibberel·lines en el moment indicat, amb l'objectiu de reduir el vigor de la planta, pot ser la diferència entre un cicle altament productiu i un molt poc productiu. (Ramírez *et al.*, 2017).

Varis estudis van demostrar que l'aplicació de ProCa en cítrics, van augmentar significativament el color de la pell després de la collita i després del descoloriment de l'etilè, disminuint la clorofil·la i augmentant les concentracions de carotenoides (Barry i Le Roux, 2010). No obstant això, aquests efectes van ser més pronunciats a la collita, perquè el descoloriment de l'etilè i l'emmagatzematge en fred van estimular la degradació addicional de la clorofil·la. Per tant, es demostra que l'aplicació de ProCa a una concentració de 400 mg/L té el potencial d'augmentar el color de la pell abans de la collita. Tot i que resultats preliminars de Barry i Van Wyk (2004), van demostrar que aplicant 100 mg/L de ProCa dues setmanes abans de la collita, també millorava el color de la pell dels cítrics com a resultat de la degradació de la clorofil·la i la biosíntesi de carotenoides (Barry i Le Roux, 2010). Finalment, es va demostrar que en la majoria dels casos, ProCa va estimular tant la degradació de la clorofil·la com la biosíntesi de carotenoides. Per tant, moderant el vigor vegetatiu mitjançant l'ús de retardants del creixement, es pot millorar la degradació de la clorofil·la i/o la síntesi de carotenoides, millorant així el color de la pell dels cítrics (Barry i Le Roux, 2010).

Per altra banda, l'1-metilciclopropè (1-MCP) és un compost orgànic gasós, capaç d'inhibir la producció d'etilè en els teixits vegetals durant períodes prolongats (Sisler i Serek, 1997). L'1-MCP es pot aplicar tant a pre-collita com a post-collita. Quan s'aplica a pre-collita, rep el nom comercial de Harvista[®], mentre que l'1-MCP que s'aplica a post-collita, rep el nom de SmartFresh[™].

L'1-MCP és comercialitzable a post-collita (SmartFresh™) però a pre-collita (Harvista®) encara no és comercialitzable a Espanya, tot i que a altres països com Estats Units, Argentina i Xile, sí.

Un estudi realitzat amb pomes 'Golden Delicious', va afirmar que l'aplicació de Harvista® va provocar una millor retenció de la fermesa de la fruita a post-collita i una reducció de la producció d'etilè. A més, l'aplicació combinada de Harvista® i SmartFresh™ va donar lloc a una major retenció de la fermesa de la fruita i una supressió més llarga de l'etilè (Varanasi *et al.*, 2013).

L'1-MCP aplicat a pre-collita permetria deixar les pomes més temps a l'arbre, ja que retarda la maduració del fruit. D'aquesta manera s'aconseguiria que milloressin les condicions perquè els fruits agafessin color.

Així doncs, segons l'estudi, Harvista® presenta una eina útil per regular la maduració dels fruits climatèrics, reduir l'escaldat superficial i mantenir la qualitat durant el període de post-collita. Tot i que, actualment, se sap poc sobre l'efecte de l'aplicació Harvista® sobre els mecanismes moleculars que regulen la maduració i l'emmagatzematge dels fruits, ja que es considera un producte innovador, sobretot a Espanya.

1.3.7 Maneig de la post-collita

El maneig de la temperatura a post-collita, és un factor important, ja que depenent de la temperatura a la qual tinguem les cambres, els fruits es conservaran millor o pitjor.

Les principals tecnologies, permeten mantenir la qualitat dels fruits durant períodes d'emmagatzematge llargs.

En l'emmagatzematge comercial de pomes, la tecnologia més utilitzada és l'atmosfera controlada (AC) que s'utilitza àmpliament per disminuir la incidència de trastorns fisiològics durant llargs períodes d'emmagatzematge i per mantenir la qualitat del fruit, en particular s'aconsegueix disminuir les pèrdues de fermesa i acidesa, i mantenir el color verd de l'epidermis (Watkins *et al.*, 2000, 2004). Aquesta tecnologia consisteix en una modificació de l'atmosfera present en les cambres d'emmagatzematge de fruits, alentint la respiració per una baixada de temperatura, disminuint la concentració d'oxigen i augmentant la concentració de diòxid de carboni. Això permet, conjuntament amb la refrigeració, allargar el període d'emmagatzematge, així com també mantenir la qualitat del fruit. Per tal d'obtenir beneficis, cal que la concentració d'oxigen i diòxid de carboni aplicada sigui inferior a 3,5%.

Pel que fa altres tecnologies no tan usades trobem, en primer lloc, la frigoconservació en fred normal (FN), la qual consisteix en no extreure l'oxigen, sinó que només s'aplica fred, és a dir, es baixa la temperatura per disminuir la respiració cel·lular i augmentar el temps de conservació que pot durar fins a 6 mesos. En segon lloc, trobem *Low Oxygen (LO)*, aquesta tècnica utilitza concentracions d'oxigen entre 2-2,5% i concentracions de diòxid de carboni entre 1-3%. Per últim, trobem *Ultra Low Oxygen (ULO)*, que es caracteritza per mantenir concentracions d'oxigen entre 1-1,5% i concentracions de diòxid de carboni entre el 0-2%.

De totes maneres, estudis portats a terme en els últims anys en diferents centres d'investigació han permès concloure que la qualitat dels fruits es manté millor i el seu període de conservació pot allargar-se, si s'utilitzen tècniques com LO o ULO.

A més de l'oxigen i el diòxid de carboni, dins de les cambres, hi ha altres factors que s'han de controlar, aquests són: la temperatura, la humitat relativa i la producció/eliminació d'etilè.

Pel que fa a la temperatura, les cambres s'han de mantenir sempre a baixes temperatures, ja que un augment de la temperatura de la cambra comporta un dèficit de qualitat del fruit. Normalment, la temperatura òptima per emmagatzemar pomes en cambres frigorífiques és de 0° C a 1° C, però sempre depèn de la varietat. Per tant, s'han de conèixer molt bé les característiques de cada varietat. Com més alta sigui la temperatura de la cambra, més ràpid madurarà el fruit i més ràpid perdrà qualitat (color, fermesa, índex de midó, sucres, sòlids solubles, etc.).

La humitat relativa, també s'ha de controlar dins les cambres, ja que una humitat relativa no adequada provoca condensació al fruit, que pot provocar un escaldament i/o deshidratació, sobretot en cambres d'atmosfera controlada. La humitat relativa òptima es troba entre el 86-89% en pomes de la varietat 'Golden Delicious'.

Les pomes són fruits amb una capacitat alta de producció d'etilè. Per tant, controlar aquest gas dins les cambres és essencial perquè no augmenti excessivament durant la conservació. L'etilè és una fitohormona que catalitza les reaccions de maduració, quan un fruit respira produeix etilè (com més respira, més etilè desprèn i més madura el fruit). Es produeix de manera natural en fruits climatèrics i durant el procés de la maduració de la fruita. Aquest gas, juga un paper important en la post-collita, per una banda estimula que els fruits adquireixin característiques organolèptiques òptimes però per altre banda, és el responsable de la mort dels teixits cel·lulars de la fruita. Al baixar la temperatura de la cambra, alentim la maduresa, per tant, alentim la producció d'etilè, ja que com més etilè desprèn la fruita, més ràpid madura.

En resum, perquè els fruits es conservin més temps, primer de tot, s'han de refrigerar immediatament després de la seva recol·lecció, si no es fa aquest pre-refredament, els fruits seran de curta conservació. En segon lloc, per un emmagatzematge prolongat i pel manteniment d'una bona qualitat, s'ha d'obtenir l'atmosfera adequada en el període de temps més curt possible amb sistemes de generació d'atmosfera controlada. La composició de l'atmosfera es caracteritza per baixar la concentració d'oxigen i augmentar la concentració de diòxid de carboni, per disminuir la respiració i així, alentir la producció d'etilè.

1.3.8 Antecedents i punt de partida del treball

L'Institut de recerca IRTA Mas Badia, és una Estació Experimental Agrícola, on vaig realitzar el present treball de fi de grau.

El Programa de fructicultura ja fa anys que va iniciar l'aplicació de productes com Regalis[®] o Harvista[®] per tal de millorar la coloració groga de les pomes de Girona. Aquest projecte de fi de grau, consisteix en aplicar aquests productes als arbres de pomera per tal d'obtenir bons resultats en la coloració groga de les pomes, tant a collita com a post-collita.

A més, també es vol veure quin és l'efecte d'aplicar xocs tèrmics a les pomes, per simular les temperatures de muntanya, contrast tèrmic entre el dia i la nit.

Per acabar, es vol aplicar diferents temperatures (tractaments de desverdització) a frigoconservació per tal de millorar el color groc de les pomes.

Aquest projecte, és un projecte experimental que es realitzarà íntegrament al centre IRTA Mas Badia i comprèn la tecnologia del cultiu i la frigoconservació.

2. OBJECTIUS

L'objectiu general d'aquest projecte, és afavorir la coloració groga de la poma Golden, concretament de les varietats 'Golden Reinders' i 'Golden Crielaard'.

En base a aquest objectiu general, es plantegen els següents objectius específics:

1. Determinar l'efecte dels tractaments pre-collita a base de Prohexadiona de calci i 1-MCP sobre la coloració groga.
2. Valorar l'eficàcia del tractament de desverdització mitjançant xocs tèrmics a la collita, realitzant tres tractaments de desverdització a collita que es compararan amb un control.
3. Determinar l'efecte de diferents protocols de temperatura de desverdització després d'un període de frigoconservació.

El que s'espera d'aquest estudi és desenvolupar una estratègia que permeti afavorir la coloració groga de la poma Golden sense perdre les propietats organolèptiques, especialment la fermesa.

3. MATERIALS I MÈTODES

3.1 Tractaments a pre-collita

3.1.1 Material vegetal

Per aquest assaig es van utilitzar pomes Golden de la varietat 'Golden Reinders' procedents d'un camp empeltat amb el portaempelt M9 NAKB, plantat l'any 2003 a un marc de plantació de 3,8 x 1,1 m (2392 arbres/ha) i pol·linitzat amb pomeres Granny Smith.

Els arbres estaven formats en eix central amb un vigor moderat. La plantació disposava de reg localitzat i cobertura total amb xarxa anti-pedra i anti-insectes. En tot l'assaig, totes les tasques de maneig (fertilització, reg, poda, control d'arvenses i tractaments fitosanitaris) van ser les mateixes i es van ajustar a les que habitualment es realitzen en plantacions comercials de la zona.

Aquest assaig es va dur a terme a una finca experimental de l'IRTA Mas Badia anomenada 'Camp de la Gorga' situada a la Tallada d'Empordà, al Baix Empordà amb les coordenades 42.05450, 3.06171.

3.1.2 Condicions meteorològiques

L'any que es van collir les pomes de l'assaig, va ser el 2021. Aquell any, hi va haver molt bones condicions meteorològiques pel que fa a la presa de color de les pomes en general. Com es pot observar a la Figura 5, durant l'època de creixement i maduració dels fruits, hi va haver contrast tèrmic entre el dia i la nit i les temperatures mínimes van baixar dels 15° C prop de collita. Això va afavorir a que els carotens de les pomes es transformessin i canviessin de to cap a un groc més viu.

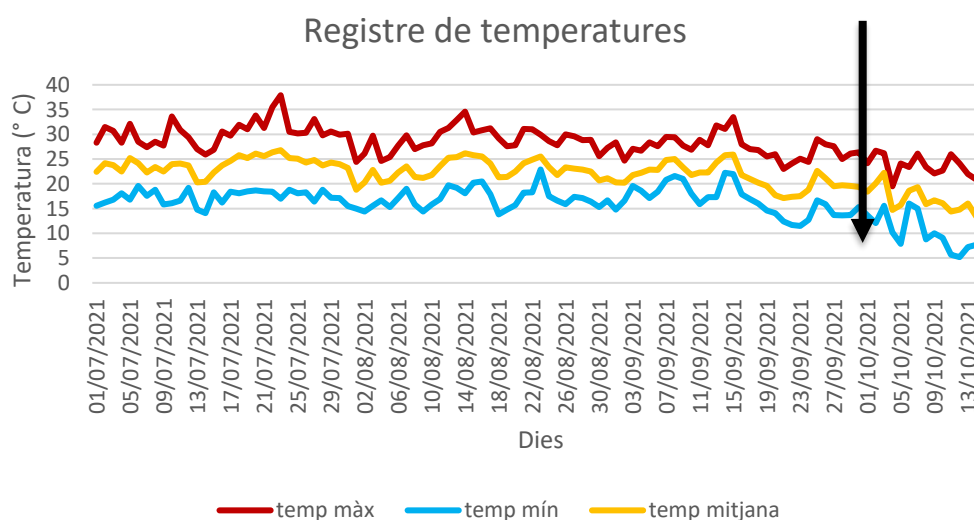


Figura 5. Registre de temperatures durant el període d'assaig (de juliol a octubre del 2021) a l'estació Agrometeorològica de La Tallada d'Empordà. El registre de dades meteorològiques procedeix de l'estació automàtica del Servei Meteorològic de Catalunya, ubicada a l'IRTA Mas Badia (La Tallada d'Empordà). La fletxa indica el dia que es van collir les pomes, el 30 de setembre.

3.1.3 Tractaments

Es van comparar 2 tractaments pre-collita a base de ProCa (Regalis®) i 1-MCP (Harvista®) que es van comparar amb un control no tractat.

Taula 1. Diferents tractaments pre-collita amb la seva dosi i data d'aplicació

Tractament	Dosi d'aplicació	Data d'aplicació
Control	-	-
Regalis®	400 g/hL	04/08/21 i 27/08/21 (57 i 34 dies abans de collita)
Harvista®	12Kg/ha	07/09/2021 i 21/09/2021 (31 i 17 dies abans de collita)

Els tractaments de Regalis® es van realitzar amb polvorització foliar amb un atomitzador adaptat per microparcel·les amb un volum de caldo pròxim als 1000 L/ha i afegint sulfat amònic (21%) a 400 g/hL.

Els tractaments amb Harvista® es van aplicar amb atomitzador equipat amb kit Harvista® a un volum de caldo pròxim als 500 L/ha.

3.1.4 Disseny i assaig experimental

Per tal de facilitar la comprensió d'aquest assaig, s'ha desenvolupat un esquema general de tot el procés.

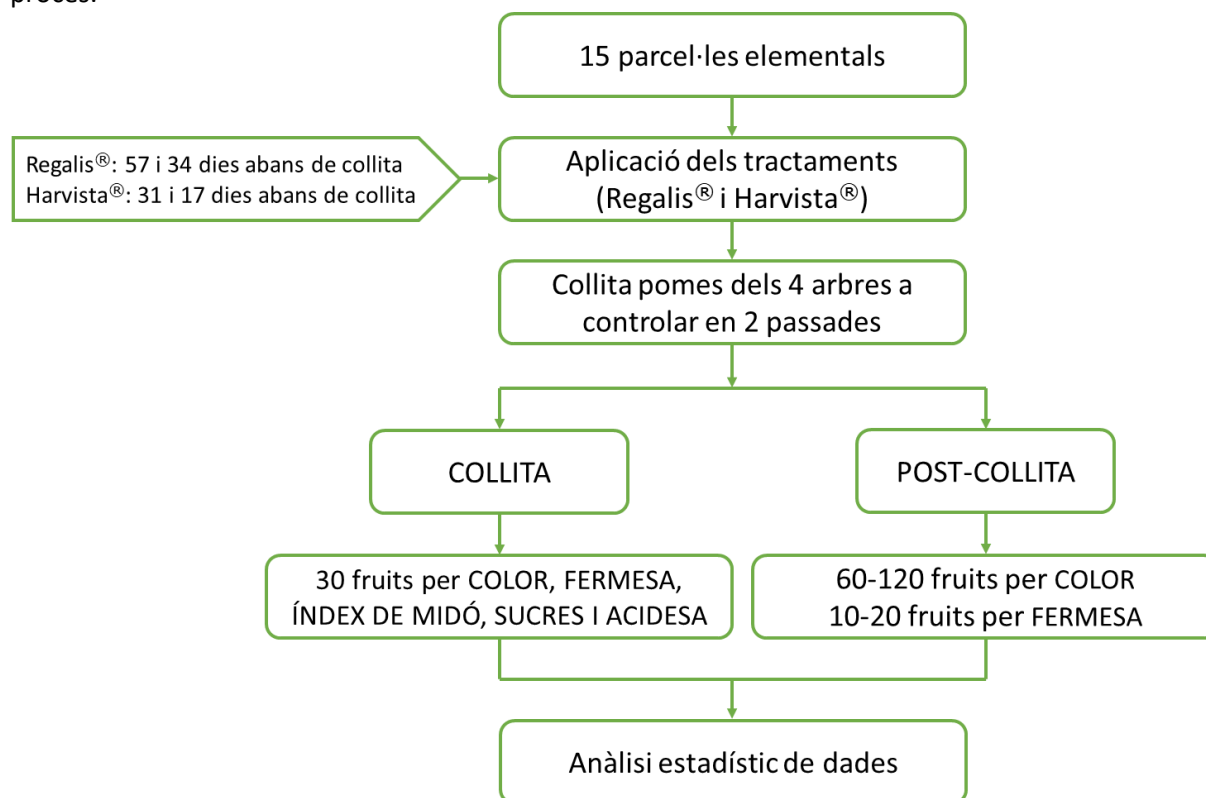


Figura 6. Esquema general del procediment que es va seguir per realitzar els tractaments en pre-collita.

Per a realitzar aquest assaig es van fer servir 15 parcel·les elementals (3 tractaments i 5 rèpliques) distribuïdes de forma a l'atzar al camp d'entre 9 i 18 arbres, on es controlaven els 4 arbres centrals.

Es van aplicar els tractaments de Prohexadiona de calci (ProCa, nom comercial Regalis[®]), 57 i 34 dies abans de collita i 1-MCP (nom comercial Harvista[®]), 31 i 17 dies abans de collita. La collita dels 4 arbres centrals es va dur a terme en dues passades.

La Figura 7 que es mostra a continuació, va ser el plànol de l'assaig.

Per cada una de les variables observades es va realitzar una anàlisi de la variància a partir del procediment ANOVA amb el programa SAS i es va efectuar la separació de mitjanes mitjançant el test de *Tukey* quan es van detectar diferències amb un nivell de significació al 95% (p -valor $\leq 0,05$).

Gorga, Golden Reinders 2021

Assaig de REGALIS® i HARVISTA®
Marc de plantació: 3,8 x 1,1 m (2392 arbres/ha)

Tractament	Matèria activa	Moment	Dosi (g·mL/hL)
CONTROL	-	-	-
REGALIS®	400 ppm Prohexadiona-Ca	04/08/2021	400 g REGALIS
		27/08/2021	400 g REGALIS
HARVISTA®	150 ppm 1-MCP	07/09/2021	12 kg/ha
		21/09/2021	12 kg/ha

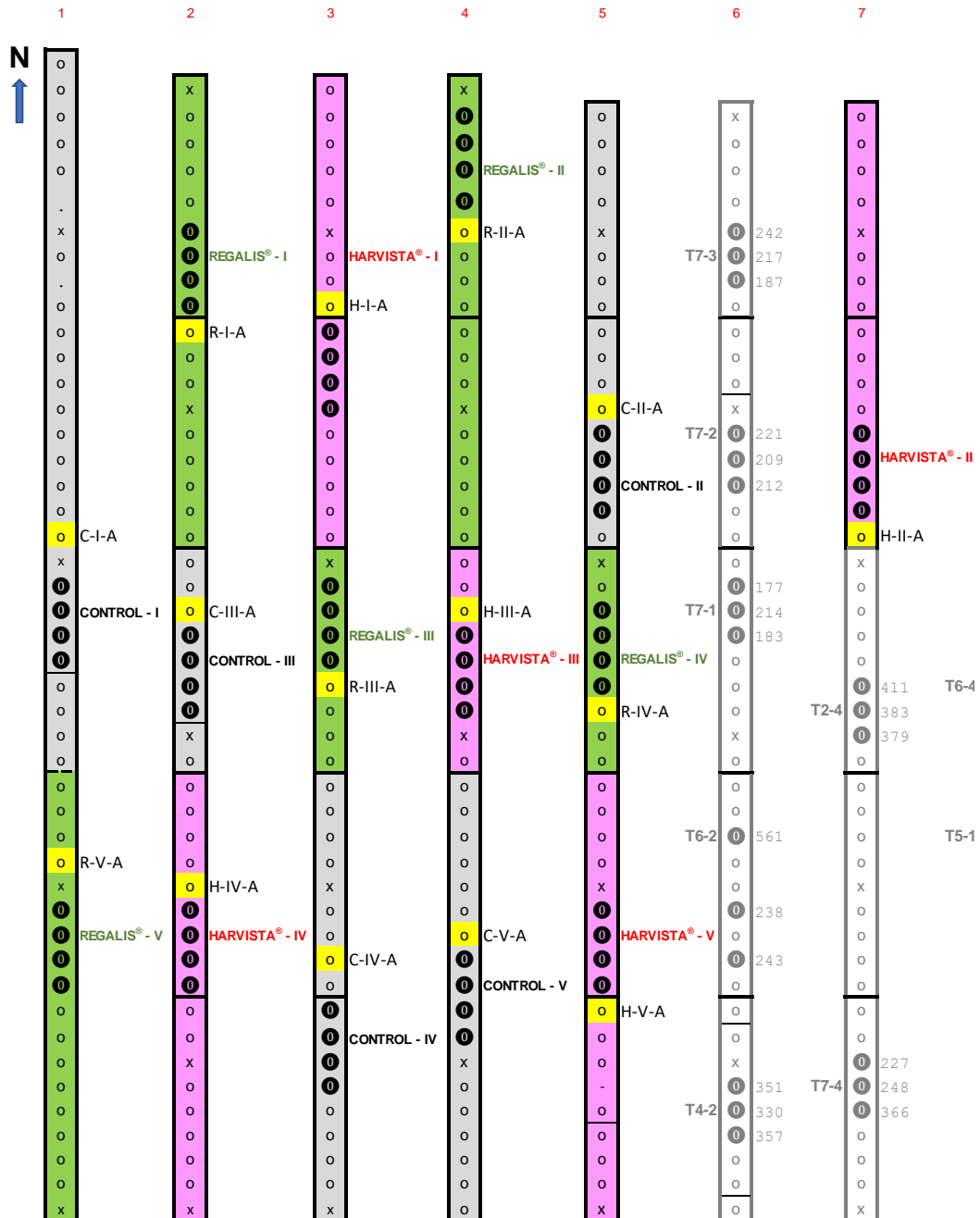


Figura 7. Representació esquemàtica del camp experimental. El control es va marcar amb color gris, el Regalis® amb color rosa i el Harvista® amb verd; i els arbres marcats amb negre eren els que es controlaven.

3.1.5 Avaluacions

- a) **Producció:** es va collir cada parcel·la elemental per separat i es va passar per una calibradora comercial a fi de determinar els paràmetres productius (nº de fruits/arbre, kg/arbre, T/ha i pes mig del fruits). Així mateix es va determinar la distribució de calibres. La 1a passada es va dur a terme el 30 de setembre del 2021 i la 2a passada el 7 d'octubre del 2021, pels tractaments Control i Regalis®. Mentre que, pel tractament Harvista®, la 1a passada es va dur a terme el 7 d'octubre del 2021 i la 2a passada el 19 d'octubre del 2021 (Taula 2).

Taula 2. Els tres tractaments amb la data de collita de la 1a passada i la 2a passada.

Tractament	Data de collita de la 1a passada	Data de collita de la 2a passada
Control	30/09/2021	07/10/2021
Regalis®	30/09/2021	07/10/2021
Harvista®	07/10/2021	19/10/2021

- b) **Qualitat a collita sobre una mostra de 30 fruits:**

- Es va mesurar el color inicial de les pomes amb la carta de colors de l'escala 1-7 de Val Venosta (Figura 8). Aquesta carta conté una escala de tons que va de l'1 al 7. Sent 1 molt verd i 7 molt groc.



Figura 8. Carta de colors de l'escala 1-7 de la 'Golden Delicious' de Val Venosta. Font: pròpia.

- Es va mesurar la fermesa del fruit, que s'expressa en kg, determinada amb un penetròmetre digital automàtic (FTA-GS 14). Es va retirar l'epidermis amb un pelador de les dues cares oposades del fruit i tot seguit es va procedir a la punció de la polpa del fruit amb un pistó d'11 mm (Figura 9). La fermesa es mesura com a resistència a la penetració.



Figura 9. Fruit Texture Analyzer GS-14 (penetròmetre digital automàtic). Font: pròpia

- Es va mesurar el contingut de midó per determinar l'estat de maduresa. Es van seccionar transversalment les pomes per la meitat i es van ruixar amb una solució iodada (Iugol) de composició 1% a base de iode i 4% de iodur de potassi. Després de deixar-ho reposar uns minuts, es va comparar amb l'escala de regressió del midó (escala 1-10, Ctifl) (Figura 10).

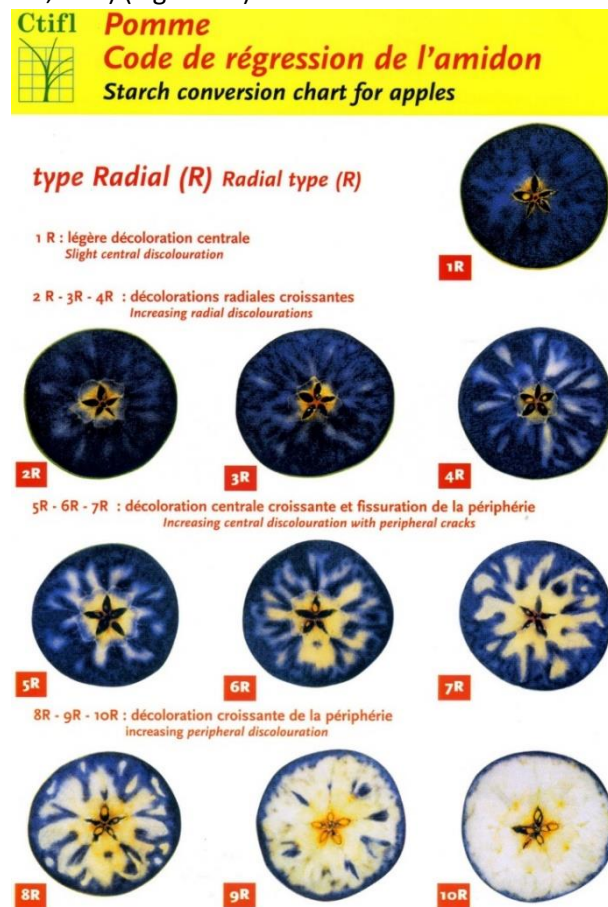


Figura 10. Carta de midó de l'escala 1-10 Ctifl. Font: pròpia

- El contingut de sòlids solubles es va analitzar de la següent manera: primer es va separar la part dels fruits a mesurar, després es va exprimir la mostra dels fruits i finalment es va mesurar el contingut de sòlids solubles ($^{\circ}$ Brix) del suc amb un refractòmetre digital (Figura 11).



Figura 11. Refractòmetre digital per obtenir el contingut de sòlids solubles dels fruits (Invia1912, 2022).

- L'acidesa es va avaluar seguint els següents passos: es va exprimir una part de la mostra per obtenir el suc (10 mL). Es va afegir aigua destil·lada i es va neutralitzar amb una bureta amb hidròxid sòdic (NaOH 0,1N) fins a assolir pH 8,2 mitjançant un phmetre. Finalment es va calcular l'acidesa que s'expressa en g/L d'àcid màlic. I el contingut en g/L s'obté al multiplicar per 0,67 el volum de NaOH utilitzat en una valoració (Figura 12).



Figura 12. Valoració àcid base per l'obtenció del contingut en g/L d'àcid màlic (Pràctica, El bloc de QuercusLab (2022)).

- c) Qualitat a post-conservació: es van guardar 120 fruits de cada passada i parcel·la elemental durant 4 mesos en condicions de fred normal (1° C i humitat relativa alta). A sortida de conservació es va determinar:
- Color amb la carta de colors de l'escala 1-7 de Val Venosta (veure Figura 8).
 - Fermesa d'una mostra d'entre 10 i 20 fruits utilitzant el penetròmetre digital automàtic (veure Figura 9).

3.2 Tractaments a collita

3.2.1 Material vegetal

Per la realització d'aquest assaig, es van utilitzar pomes Golden de la varietat 'Golden Reinders'. La procedència d'aquestes va ser la mateixa que en els tractaments a pre-collita (apartat 3.1.1). Localitzada a la finca de Mas Badia amb les coordenades 42.05450, 3.06171, a una parcel·la experimental anomenada 'Camp de la Gorga', situada a la Tallada d'Empordà, al Baix Empordà.

Es va agafar una mostra d'entre 85 i 95 pomes per tractament.

3.2.2 Condicions meteorològiques

Aquest assaig també es va dur a terme el 2021. Per tant, les condicions són les mateixes que a l'assaig de pre-collita (apartat 3.1.2), on es va observar que el contrast tèrmic va afavorir el color de les pomes.

3.2.3 Tractaments

Es van agafar les pomes ja collides i se'ls hi va aplicar 3 períodes diferents de xocs tèrmics. Durant el dia, es treien les pomes a l'exterior a uns 20° C i durant la nit s'entraven dins la cambra per tal que estiguessin a 1° C.

Es van comparar els tres tractaments de 10, 22 i 35 dies amb un control. El tractament 1 (T1, control), sempre es va quedar dins la cambra i s'hi va estar durant 35 dies. El tractament 2 (T2), va durar 10 dies, el tractament 3 (T3), 22 dies i el tractament 4 (T4), 35 dies. (Taula 3).

Taula 3. Els quatre tractaments amb els corresponents dies aplicant xocs tèrmics.

Tractament	Dies
Tractament 1 (T1, control)	35 dies a dins de cambra
Tractament 2 (T2)	10 dies aplicant xoc tèrmic
Tractament 3 (T3)	22 dies aplicant xoc tèrmic
Tractament 4 (T4)	35 dies aplicant xoc tèrmic

Es va mirar color al final de cada tractament.

3.2.4 Disseny i assaig experimental

Es van considerar 4 tractaments sense repeticions.

3.2.5 Avaluacions

a) Color a collita

Es van fer avaluacions de color a collita amb la carta de colors de l'escala 1-7 de Val Venosta (veure Figura 8) en 4 moments diferents d'acord amb els tractaments. Es va avaluar el color del control inicial (T1) el 22 de setembre del 2021. El 2 d'octubre del 2021, al cap de 10 dies (T2), es va fer l'avaluació de color. Al cap de 22 dies (T3), el 14 d'octubre del 2021, es va tornar a avaluar el color. I, finalment, al cap de 35 dies (T4), el 27 d'octubre del 2021, es va avaluar el color i a més, es va tornar a avaluar el color de les pomes del control inicial (T1).

3.3 Tractaments a post-collita

3.3.1 Material vegetal

Per la realització d'aquest estudi, es van utilitzar pomes Golden de dos varietats diferents: 'Golden Reinders' i 'Golden Crielaard'.

D'aquestes varietats, se'n van agafar de tres procedències diferents: productor 1, de Can Mas Fruticultors, amb data de collita del 20 de setembre del 2020 i varietat 'Golden Reinders'; productor 2, de F. Armengol amb data de collita del 19 de setembre del 2020 i varietat 'Golden Reinders' i, finalment, productor 3, de Josep Pagès amb data de collita del 19 de setembre de 2020 i varietat 'Golden Crielaard' (Taula 4).

Taula 4. Característiques dels diferents productors amb la data de collita i la varietat.

Productor	Nom productor	Data de collita	Varietat
P1	Can Mas Fruticultors	20/09/2020	'Golden Reinders'
P2	F. Armengol	19/09/2020	'Golden Reinders'
P3	Josep Pagès	19/09/2020	'Golden Crielaard'

Un cop collides, es van estar nou mesos en atmosfera conservada (AC) a una cambra de Fructícola Empordà (Sant Pere Pescador) fins el dia 5 d'agost del 2021.

3.3.2 Condicions meteorològiques

L'any que es van collir les pomes, va ser el 2020. Aquell any, no hi va haver bones condicions meteorològiques pel que fa a la presa de color de les pomes. Com es pot observar a la Figura 13, durant

l'època de creixement dels fruits, hi va haver molt poc contrast tèrmic entre el dia i la nit. Aquest contrast tèrmic, es va produir dies abans de la collita, al final de la fase de creixement, en els tres casos.

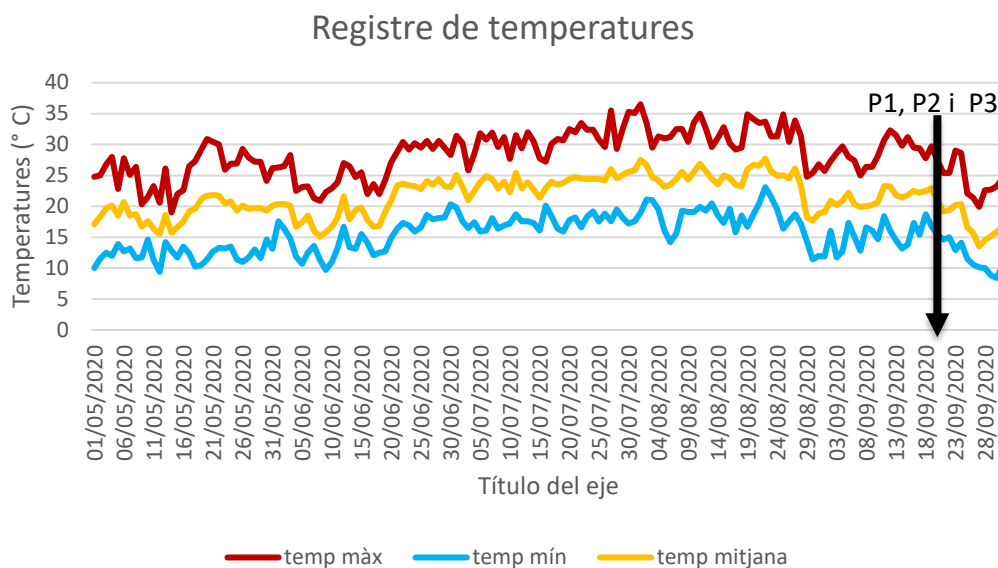


Figura 13. Registre de temperatures durant el període d'assaig (de maig a octubre del 2020) a l'estació Agrometeorològica de La Tallada d'Empordà. El registre de dades meteorològiques procedeix de l'estació automàtica del Servei Meteorològic de Catalunya, ubicada a l'IRTA Mas Badia (La Tallada d'Empordà). Les fletxes indiquen el dia que es van collir les pomes, dels tres productors: P1 (20 de setembre), P2 i P3 (19 de setembre).

3.3.3 Tractaments

Els tractaments que es van aplicar en aquest estudi, consistien en aplicar diferents temperatures a diferents cambres de refrigeració, per tal de provocar, el que s'anomena procés de desverdització. És a dir, aquest procés, consisteix en provocar un augment de la temperatura (a dins la cambra de refrigeració) durant un temps determinat.

Es van realitzar quatre tractaments. Dels tres productors, es van agafar 100 pomes per a cadascun dels tractaments. És a dir, 400 fruits per productor (8 caixes). En total es van agafar 1200 fruits (en 24 caixes de 50 fruits cadascuna).

El dia 5 d'agost del 2021, es van posar les pomes en diferents cambres ubicades entre Mas Badia i Fructícola Empordà (FE). Es van posar 100 pomes de cada productor en la Cambra 2 de Mas Badia a 1,5° C (T1, Control); 100 pomes a la Cambra 3 de Mas Badia a 5° C (T2); 100 pomes a la Cambra 1 de Mas Badia a 10° C (T3) i 100 pomes a la Cambra 21 de Fructícola Empordà a 20° C (T4) (Taula 5).

El procés de desverdització, en total, va durar 20 dies.

Taula 5. Característiques dels tractaments de desverdització sobre la temperatura i la cambra.

Tractament	Temperatura	Cambra
Tractament 1 (T1)	Control (1,5° C)	Cambra 2 Mas Badia
Tractament 2 (T2)	5° C	Cambra 3 Mas Badia
Tractament 3 (T3)	10° C	Cambra 1 Mas Badia
Tractament 4 (T4)	20° C	Cambra 21 FE

3.3.4 Disseny i assaig experimental

Per tal de facilitar la comprensió d'aquest objectiu, s'ha desenvolupat un esquema general.

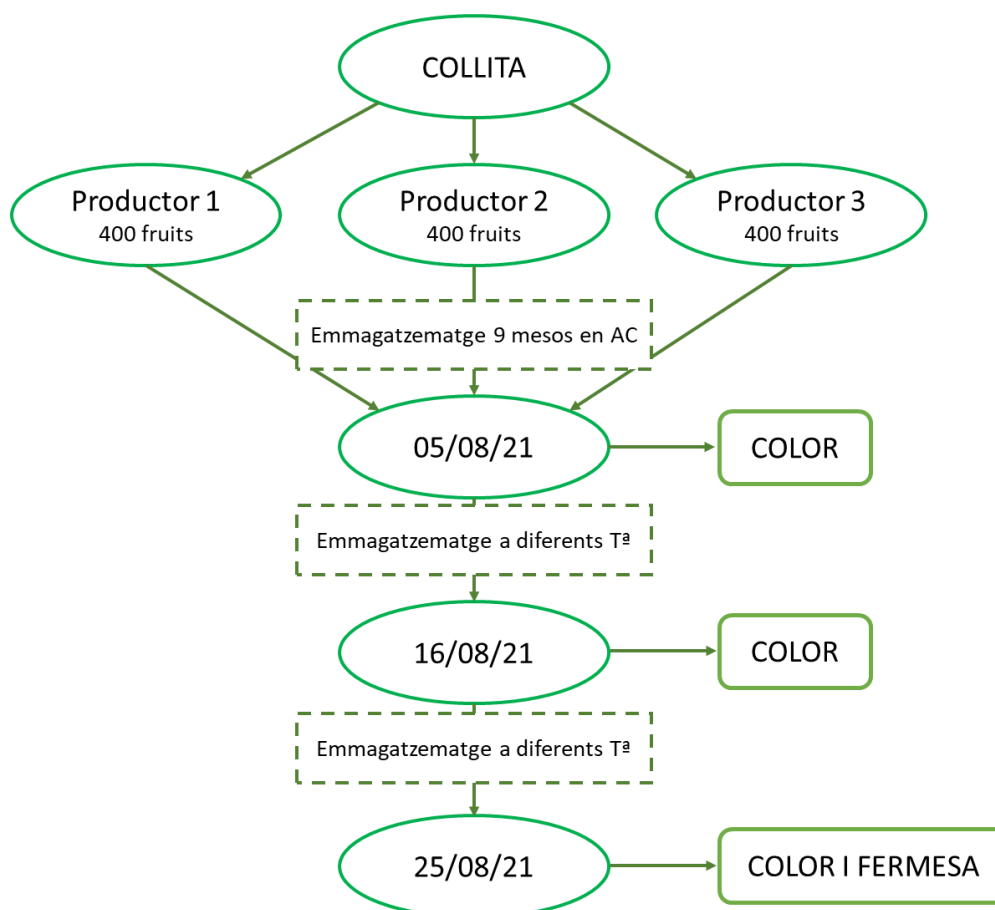


Figura 14. Esquema general del procediment que es va seguir per realitzar els tractaments en post-collita.

Per a realitzar aquest assaig es van fer servir pomes de tres productors diferents. Aquest assaig experimental es va basar principalment en 4 tractaments i 3 rèpliques (Figura 14).

Es van aplicar tractaments de desverdització (temperatures diferents) a diferents cambres per tal de veure l'efecte del color als fruits.

3.3.5 Avaluacions

a) Color

Es va mesurar el color inicial de les pomes amb la carta de colors de l'escala (veure Figura 8). L'avaluació del color de les pomes, es va realitzar en 3 dates diferents. El 05/08/21 (a l'inici del tractament), 16/08/21 (a la meitat del tractament) i el 25/08/21 (al final del tractament).

b) Fermesa

Es va mesurar la fermesa del fruit al final del tractament, de la mateixa manera que es va analitzar a l'assaig de pre-collita (veure apartat 3.1.5).

4. RESULTATS

4.1 Tractaments a pre-collita

En aquest assaig, es van obtenir dades tan de collita com de post-collita. A continuació es desglossen els resultats segons el moment de mesura.

4.1.1 Collita

PARÀMETRES PRODUCTIUS

1a passada

Taula 6. La mitjana dels paràmetres productius (fruits arbre, kg arbre, pes mig del fruit (g), % fruits de més de 80 mm Ø, % fruits d'entre 70 i 80 mm Ø i % fruits de 70 mm Ø) dels tractaments Control, Regalis® i Harvista® de la 1a passada. Les mitjanes són diferents si les lletres són diferents basades en el test de Tukey amb un $p \leq 0,05$ (significatiu).

1a passada	Fruits arbre		Kg arbre		Pes mig del fruit (g)		% fruits 80 mmØ		% fruits 7080 mmØ		% fruits 70 mmØ	
Control	58,8	A	9,6	A	166,0	A	1,0	A	80,9	A	18,1	A
Regalis®	51,6	A	8,4	A	162,6	A	2,0	A	76,0	A	22,0	A
Harvista®	62,2	A	10,7	A	174,1	A	2,1	A	88,2	A	9,7	A

2a passada

Taula 7. La mitjana dels paràmetres productius (fruits arbre, kg arbre, pes mig del fruit (g), % fruits de més de 80 mm Ø, % fruits d'entre 70 i 80 mm Ø i % fruits de 70 mm Ø) dels tractaments Control, Regalis® i Harvista® de la 2a passada. Les mitjanes són diferents si les lletres són diferents basades en el test de Tukey amb un $p \leq 0,05$ (significatiu).

2a passada	Fruits arbre		Kg arbre		Pes mig del fruit (g)		% fruits 80 mmØ		% fruits 7080 mmØ		% fruits 70 mmØ	
Control	145	A	20,2	A	140,0	A	0,5	A	53,8	A	45,7	A
Regalis®	160,4	A	20,6	A	129,1	A	0,2	A	40,7	A	59,1	A
Harvista®	127,6	A	16,8	A	135,0	A	0,7	A	45,4	A	53,9	A

Mitjana ponderada de les dues passades

Taula 8. La mitjana ponderada de les dues passades dels paràmetres productius (fruits arbre, kg arbre, pes mig del fruit (g), % fruits de més de 80 mm Ø, % fruits d'entre 70 i 80 mm Ø i % fruits de 70 mm Ø) dels tractaments Control, Regalis® i Harvista®. Les mitjanes són diferents si les lletres són diferents basades en el test de Tukey amb un $p \leq 0,05$ (significatiu).

\bar{x} passades	Fruits arbre		Kg arbre		Pes mig del fruit (g)		% fruits 80 mmØ		% fruits 7080 mmØ		% fruits 70 mmØ	
Control	203,8	A	29,8	A	147,6	A	0,6	A	61,7	A	37,7	A
Regalis®	212	A	29,0	A	138,1	A	0,6	A	50,2	A	49,2	A
Harvista®	189,9	A	27,6	A	146,2	A	0,9	A	58,9	A	40,2	A

PARÀMETRES DE QUALITAT

1a passada

Taula 9. La mitjana dels paràmetres de qualitat (color, fermesa (kg), índex de midó (IM), sucres (° Brix) i acidesa (g d'àcid màlic/L)) dels tractaments Control, Regalis® i Harvista® de la 1a passada. Les mitjanes són diferents si les lletres són diferents basades en el test de Tukey amb un $p \leq 0,05$ (significatiu).

1a passada	Color (1-7)		Fermesa (kg)		IM (1-10)		Sucres (° Brix)		Acidesa (g àc. màlic/L)	
Control	5,0	A	6,2	A	8,4	A	13,9	A	3,3	A
Regalis®	5,2	A	6,4	A	8,0	A	13,4	A	3,1	A
Harvista®	5,0	A	6,0	A	7,9	A	13,7	A	3,4	A

2a passada

Taula 10. La mitjana dels paràmetres de qualitat (color, fermesa (kg), índex de midó (IM), sucres (° Brix) i acidesa (g d'àcid màlic/L)) dels tractaments Control, Regalis® i Harvista® de la 2a passada. Les mitjanes són diferents si les lletres són diferents basades en el test de Tukey amb un $p \leq 0,05$ (significatiu).

2a passada	Color (1-7)		Fermesa (kg)		IM (1-10)		Sucres (° Brix)		Acidesa (g àc. màlic/L)	
Control	4,9	B	5,9	A	9,2	A	13,3	B	3,2	A
Regalis®	4,9	B	5,9	A	8,8	A	13,3	B	3,2	A
Harvista®	5,4	A	6,1	A	9,1	A	14,7	A	2,9	A

Mitjana ponderada de les dues passades

Taula 11. La mitjana ponderada de les dues passades dels paràmetres de qualitat (color, fermesa (kg), índex de midó (IM), sucres (° Brix) i acidesa (g d'àcid màlic/L)) dels tractaments Control, Regalis® i Harvista®. Les mitjanes són diferents si les lletres són diferents basades en el test de Tukey amb un $p \leq 0,05$ (significatiu).

\bar{X} passades	Color (1-7)		Fermesa (kg)		IM (1-10)		Sucres (° Brix)		Acidesa (g àc. màlic/L)	
Control	5,0	A	6,0	A	8,9	A	13,4	B	3,2	A
Regalis®	5,0	A	6,1	A	8,6	A	13,4	B	3,2	A
Harvista®	5,3	A	6,1	A	8,7	A	14,5	A	3,1	A

A continuació es representen els principals paràmetres avaluats: color i fermesa dels fruits.

COLOR

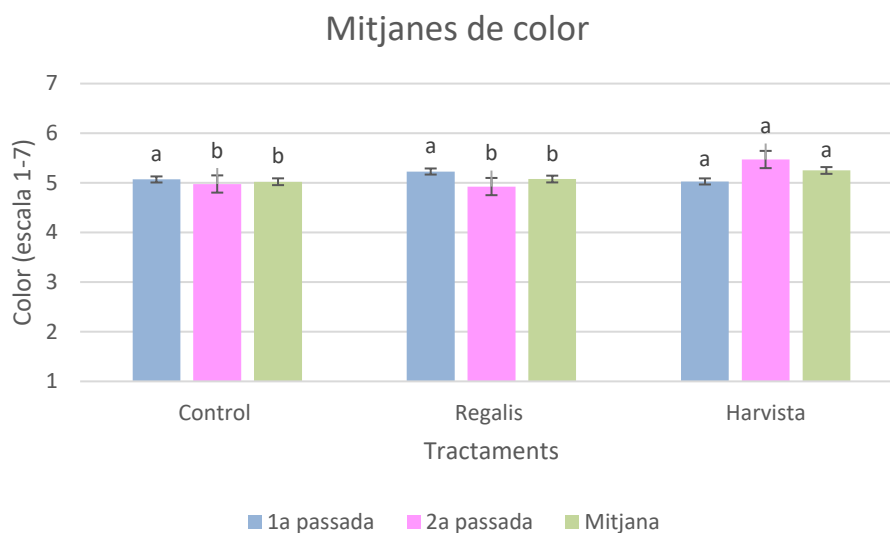


Figura 15. Valors mitjos de color en pomes 'Golden Reinders' a collita. Els valors són la mitjana de $n=5$ rèpliques. Les mitjanes són diferents si les lletres són diferents basades en el test de Tukey amb un $p \leq 0,05$ (significatiu).

Del color es va obtenir que de mitjana, els arbres Harvista® de la segona passada van tenir 5,5 punt de color segons la carta de colors de l'escala 1-7 de Val Venosta, i això, va ser diferent significativament del Control i Regalis®, que van quedar a 5 de mitjana.

FERMESA

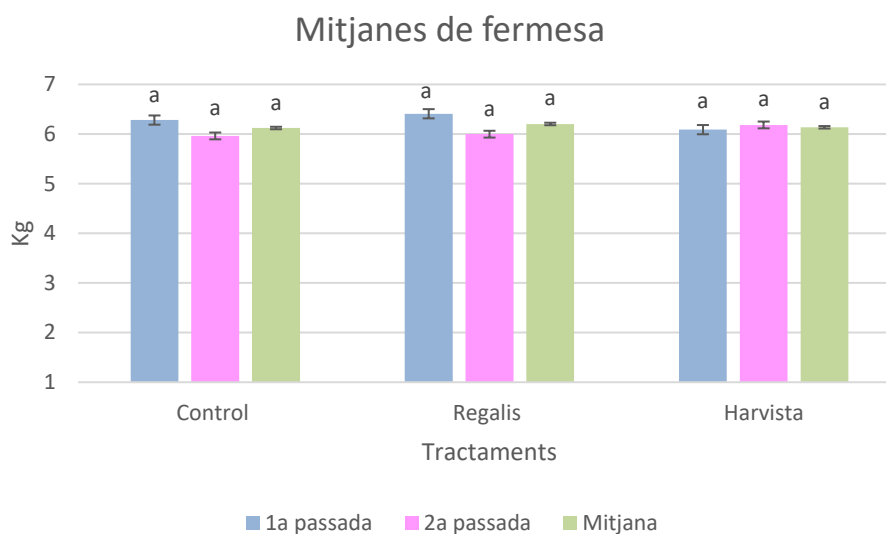


Figura 16. Valors mitjos de fermesa dels fruits de 'Golden Reinders' a collita. Els valors són la mitjana de n= 5 rèpliques. Les mitjanes són diferents si les lletres són diferents basades en el test de Tukey amb un $p \leq 0,05$ (significatiu).

4.1.2 Post-collita

PARÀMETRES DE QUALITAT

1a passada, 2a passada i mitjana de les dues passades

Taula 12. La mitjana dels paràmetres de qualitat (color i fermesa (kg)) dels tractaments Control, Regalis® i Harvista® de la 1a passada, de la 2na passada i de la mitjana de les dues passades. Les mitjanes són diferents si les lletres són diferents basades en el test de Tukey amb un $p \leq 0,05$ (significatiu).

	1a passada				2a passada				Mitjana de les dues passades			
	Color (1-7)		Fermesa (kg)		Color (1-7)		Fermesa (kg)		Color (1-7)		Fermesa (kg)	
Control	4,8	A	3,4	A	4,5	A	3,3	A	4,6	A	3,4	A
Regalis®	4,8	A	3,4	A	4,6	A	3,3	A	4,7	A	3,4	A
Harvista®	4,7	A	3,4	A	4,7	A	-	A	4,7	A	3,4	A

COLOR

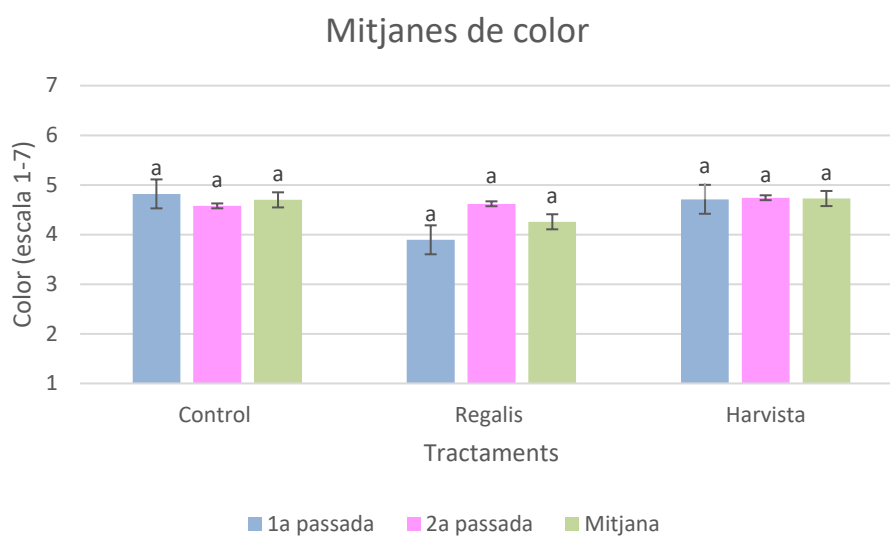


Figura 17. Valors mitjos de color en pomes 'Golden Reinders' a post-collita. Els valors són la mitjana de n= 5 rèpliques. Les mitjanes són diferents si les lletres són diferents basades en el test de Tukey amb un $p \leq 0,05$ (significatiu).

FERMESA

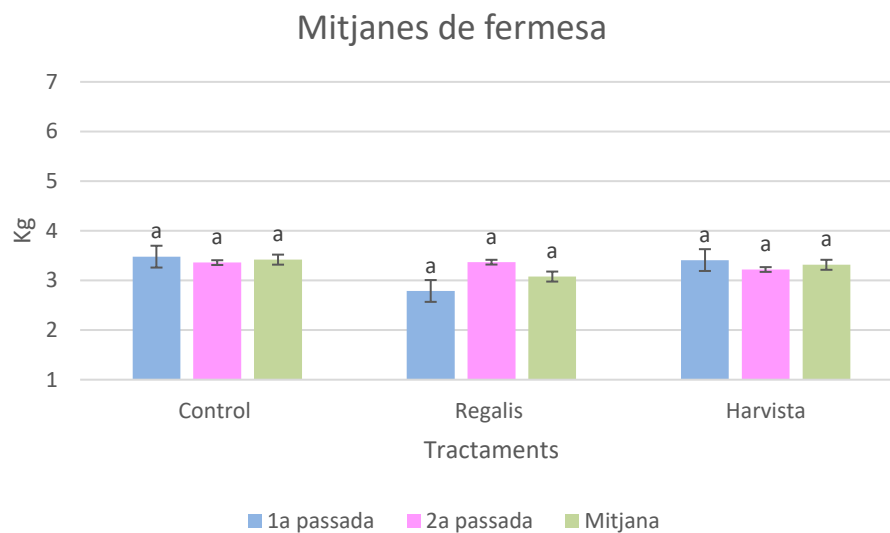


Figura 18. Valors mitjos de fermesa dels fruits de 'Golden Reinders' a post-collita. Els valors són la mitjana de n= 5 rèpliques. Les mitjanes són diferents si les lletres són diferents basades en el test de Tukey amb un $p \leq 0,05$ (significatiu).

4.2 Tractaments a collita

Els tractaments a collita corresponen als diferents períodes de xoc tèrmic. El primer dia del tractament, es va avaluar el color en el control inicial (T1). Com es pot observar en la Figura 19, la gran majoria de les pomes que es van avaluar es trobaven en el número de color 3,5 de l'escala de colors 1-7 de Val Venosta per a pomes Golden, representant un 67,7% del total, indicant que tenien un color groc acceptable. Tot i que, també es van trobar pomes més verdes (24,7%) i pomes més grogues (7,5%).

Avaluació color T1- Dia 1 (%)

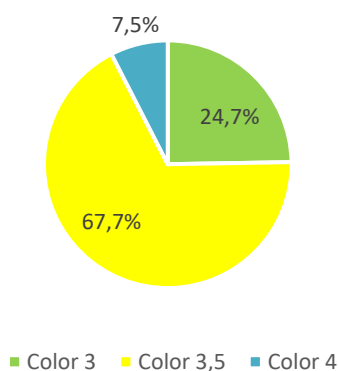


Figura 19. Avaluació del color del tractament control (T1) el dia 1 en data 22/09/2021. El resultat s'expressa en percentatge (%).

Al cap d'11 dies provocant xocs tèrmics a les pomes, es va avaluar el color. Com es pot observar a la Figura 20 el percentatge de pomes de color 3,5 de l'escala de Val Venosta, va incrementar respecte el control. L'aplicació de xocs tèrmics durant 11 dies, va provocar que augmentés el percentatge de pomes de color 3,5 i disminuís el percentatge de pomes de color 3. És a dir, cada vegada hi havia més pomes de color groc que de color verd.

Avaluació color T2 (%)

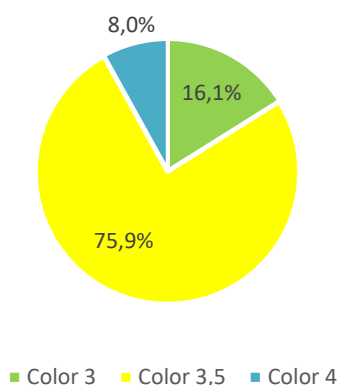


Figura 20. Avaluació del color del tractament 2, en data 2/10/2021, al cap d'estar 11 dies provocant xocs tèrmics. El resultat s'expressa en percentatge (%).

Al cap de 22 dies provocant xocs tèrmics a les pomes, es va tornar a avaluar el color. Com es pot observar a la Figura 21 el percentatge majoritari de les pomes es trobaven a 3,5 de l'escala de colors 1-7, representant un 58,3% del total. En aquest tractament a diferència dels 2 anteriors, hi va haver un 6,3% de pomes de categoria 5, més grogues.

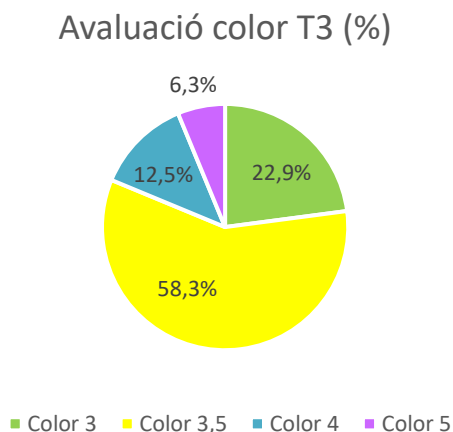


Figura 21. Avaluació del color del tractament 3, en data 14/10/2021, al cap d'estar 22 dies provocant xocs tèrmics. El resultat s'expressa en percentatge (%).

Finalment, al cap de 35 dies es va tornar a avaluar color, donant com a resultats els que es poden veure a la següent figura (Figura 22). Després de 36 dies aplicant xocs tèrmics, es va observar que el percentatge més elevat es trobava entre el número de color 4,5 i 5 de l'escala de colors 1-7 de Val Venosta, donant com a resultat, un alt percentatge de pomes molt grogues. Per contra, es va observar que va disminuir el percentatge de pomes entre 3 i 3,5 de l'escala de colors de 1-7 de Val Venosta.

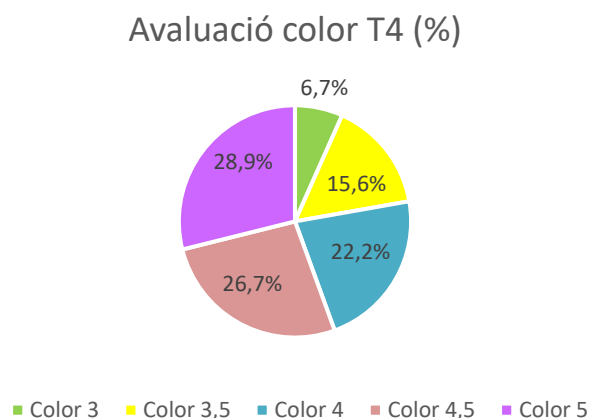


Figura 22. Avaluació del color del tractament 4, en data 24/10/2021, al cap d'estar 35 dies provocant xocs tèrmics. El resultat s'expressa en percentatge (%).

L'avaluació de color del tractament 1, es va tornar a avaluar al cap de 35 dies d'estar les pomes dins les cambres, és a dir, sense provoca'l-s'hi xocs tèrmics. Com es mostra a la Figura 23 es va observar que el percentatge majoritari es trobava en el número de color 3,5 de l'escala de colors 1-7 de Val Venosta.

Avaluació color T1 - Dia 35 (%)

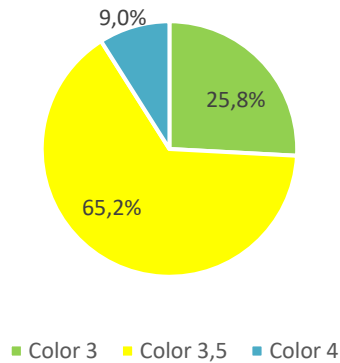


Figura 23. Avaluació del color del tractament control (T1), en data 27/10/2021, al cap d'estar 36 dies dins la cambra. El resultat s'expressa en percentatge (%).

En resum, l'evolució del color groc va anar creixent a mesura que augmentava el període de xocs tèrmics en comparació a les pomes del control. La categoria de pomes per sobre de 4, va passar de 0% als 10 dies, de 6,3% als 22 dies i va assolir el màxim (55,6%) als 35 dies de xocs tèrmics.

4.3 Tractaments a post-collita

Pels tractaments a post-collita de desverdització, els paràmetres de qualitat que es van analitzar principalment van ser el color i la fermesa.

El color es va avaluar en tres dates diferents: data 0 (a l'inici del tractament, 05/08/2021), data 1 (a la meitat del tractament, 16/08/2021) i data 2 (al finalitzar el tractament, 25/08/2021).

Les figures que es mostren a continuació fan referència a l'avaluació de color en diferents dates.

Com es pot observar en la Figura 24, l'avaluació de color a data 0, mostra el percentatge de pomes que hi havia per cada color i per cada productor. Aquesta avaluació, es va fer amb 100 pomes per productor. També, gràcies a la mitjana entre els tres productors, serveix per observar que aquests es comporten més o menys igual tot i haver-hi dos tipus de varietats de poma Golden. A l'inici del tractament, hi havia més pomes de color 3-3,5 que no pas de 2 o de 4.

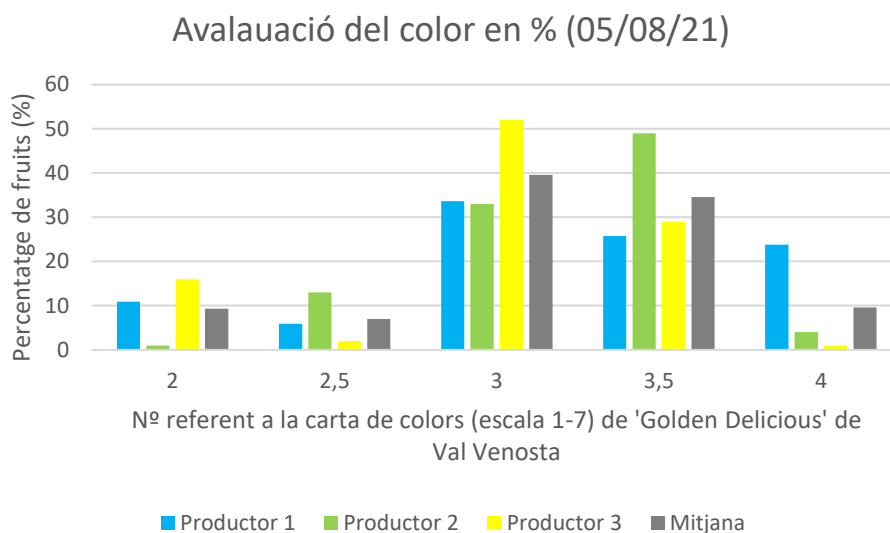


Figura 24. Avaluació del color expressat en percentatge (%). Representa la relació del percentatge de fruits amb el color i per cada productor en data 05/08/2021 (inici del tractament).

A partir de la segona data, es comença a avaluar en funció del tractament. En aquest moment, les pomes havien estat 10 dies a dins les cambres a diferents règims de temperatures. Com s'observa a la Figura 25, el nombre de pomes de color 2,5 havia disminuït respecte l'inici de tractament i, per contra, van augmentar els altres colors, és a dir, les pomes verdes van anar madurant cap al groc.

En els tractament 1 (Control, 1,5° C), 2 (5° C) i 3 (10° C), hi va haver més pomes entre 3-3,5 que no pas de 2,5 i 4. Per contra, en el tractament 4 (20° C), va mostrar que no hi havia pomes en el color 2,5. És a dir, en aquest tractament les pomes totes eren grogues, no n'hi havia cap de verda.

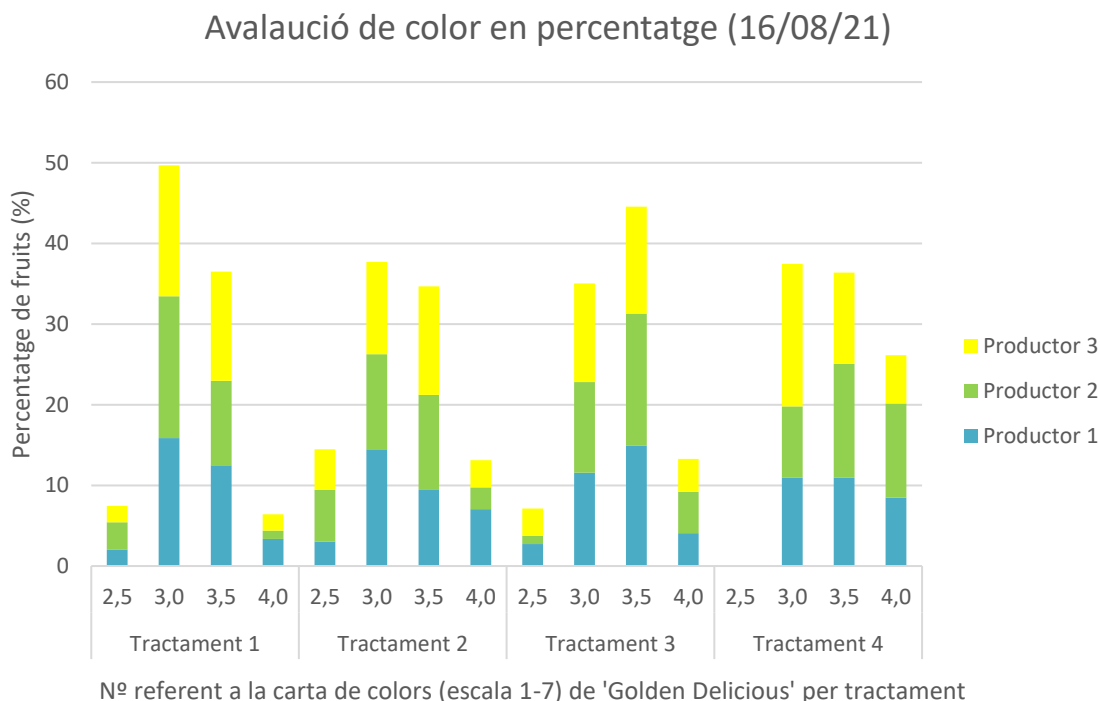
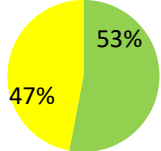
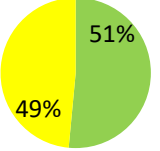
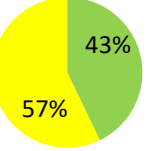
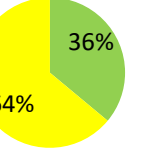
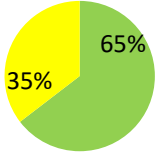
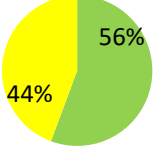
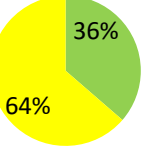
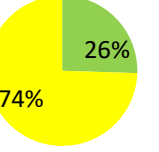
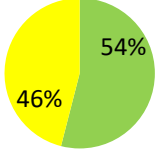
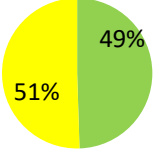
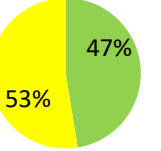
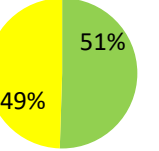
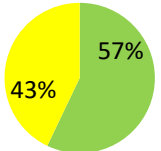
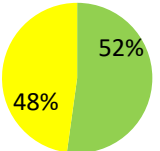
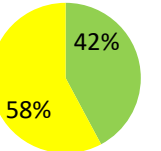
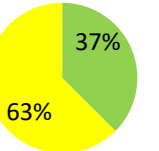


Figura 25. Avaluació del color expressat en percentatge (%) en data 16/08/2021 després de 10 dies de desverdització. Representa la relació entre el percentatge de pomes per cada color, per cada tractament i per cada productor. El tractament 1 fa referència al control (1,5° C), el tractament 2 a 5° C, el tractament 3 a 10° C i el tractament 4 a 20° C.

La Taula 13 que es mostra a continuació mostra el percentatge de pomes verdes i grogues que hi havia per cada productor i tractament. També mostra la mitjana de les pomes per tractament, en el moment que portaven 10 dies de tractament de desverdització.

S'observa que pel tractament 1 (1,5° C, Control) i el tractament 2 (5° C), la majoria del percentatge pertany a pomes verdes, tant si fa l'anàlisi per productor com per mitjana. Pel que fa al tractament 3 (10° C) i tractament 4 (20° C), els resultats mostren que els dos tractaments es comporten igual si es compara amb la mitjana. Per contra, si es compara entre els productors, s'observa que les pomes del productor 3 no van madurar gaire respecte la resta, ja que només s'obté un 49% de pomes grogues. En més o menys mesura, en tots els casos, es va observar una tendència a augmentar el color groc a mesura que augmentava la temperatura.

Taula 13. Percentatge de pomes verdes (color entre 2,5 i 3 de l'escala de colors Val Venosta per a 'Golden Delicious') i pomes grogues (color entre 3,5 i 4 de l'escala de colors Val Venosta per a 'Golden Delicious'). Mitjana dels tractaments després de 10 dies de desverdització. Tots els resultats s'expressen en percentatge (%).

Productor	Tractament 1 (1,5° C, Control)	Tractament 2 (5° C)	Tractament 3 (10° C)	Tractament 4 (20° C)
P1				
P2				
P3				
Mitjana per tractament				

A la Figura 26, que es mostra a continuació, es va poder observar que en cap dels tractaments hi havia pomes a color 2,5 això volia dir que totes les pomes havien virat cap al groc. Si es compara amb la Figura 25, es pot observar que hi havia pomes que van virar per sobre de 4 i no n'hi havia cap per sota de 3.

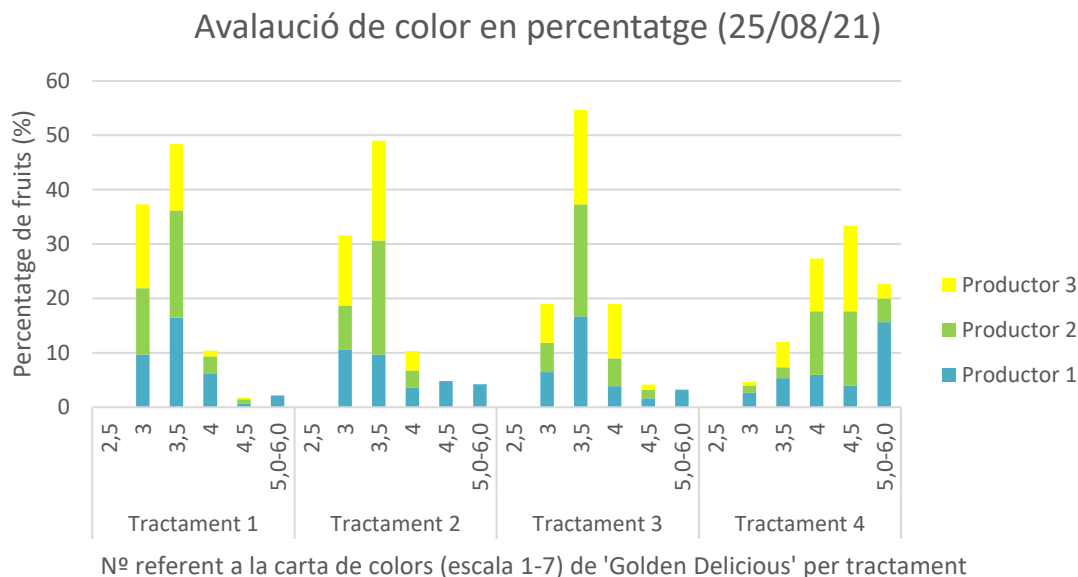


Figura 26. Avaluació del color expressat en percentatge (%) en data 25/08/2021. Representa la relació entre el percentatge total de pomes per cada color, per cada tractament i per cada productor després de 20 dies de desverdització. El tractament 1 fa referència al control (1,5° C), el tractament 2 a 5° C, el tractament 3 a 10° C i el tractament 4 a 20° C.

Per tal de tenir una idea de quin tractament dóna millors resultats amb el color, es va fer un anàlisi de freqüències als 10 i 20 dies aplicant tractament de desverdització.

La Taula 14 que es mostra a continuació, expressa la mitjana ponderada de tots els tractaments, amb el nombre total de fruits que correspon a cada número de color de la carta de colors de Val Venosta, i el valor que representa en percentatge. S'observa que a 10 dies aplicant temperatures altes, cap dels tractaments sobrepasa el número de la categoria de color en 3,5, tots es troben per sota.

Taula 14. Anàlisi de freqüències per cada tractament a 10 dies del tractament de desverdització amb el nombre total de fruits per cada color i el valor que representa el nombre de fruits expressat en percentatge (%).

	nº total	color	Percentatge (%)	Resultat
Tractament 1	22	2,5	7,432432432	3,21
	147	3	49,66216216	
	108	3,5	36,48648649	
	19	4	6,418918919	
Suma T1	296		100	
Tractament 2	43	2,5	14,47811448	3,23
	112	3	37,71043771	
	103	3,5	34,68013468	
	39	4	13,13131313	
Suma T2	297		100	
Tractament 3	21	2,5	7,14285714	3,32
	103	3	35,03401361	
	131	3,5	44,55782313	
	39	4	13,26530612	
Suma T3	294		100	
Tractament 4	0	2,5	0	3,44
	106	3	37,45583039	
	103	3,5	36,39575972	
	74	4	26,14840989	
Suma T4	283		100	

Es va fer el mateix, aplicant el tractament de desverdització durant 20 dies. I el resultat es mostra a la Taula 15.

Taula 15. Anàlisi de freqüències per cada tractament a 20 dies del tractament de desverdització amb el nombre total de fruits per cada color i el valor que representa el nombre de fruits expressat en percentatge (%).

	nº total	color	Percentatge (%)	Resultat
Tractament 1	104	3,00	37,27598566	3,43
	135	3,50	48,38709677	
	29	4,00	10,39426523	
	5	4,50	1,792114695	
	6	5,50	2,150537634	
Suma T1	279		100	
Tractament 2	98	3,00	31,61290323	3,53
	152	3,50	49,03225806	
	32	4,00	10,32258065	
	15	4,50	4,838709677	
	13	5,50	4,193548387	
Suma T2	310		100	
Tractament 3	59	3,00	18,97106109	3,61
	170	3,50	54,66237942	
	59	4,00	18,97106109	
	13	4,50	4,180064309	
	10	5,50	3,215434084	
Suma T3	311		100	
Tractament 4	14	3,00	4,666666667	4,40
	36	3,50	12	
	82	4,00	27,33333333	
	100	4,50	33,33333333	
	68	5,50	22,66666667	
Suma T4	300		100	

Els resultats van mostrar que aplicant 20 dies tractaments de temperatura alta, el color millora en els tractaments 2 (5° C), 3 (10° C) i 4 (20° C). Tots els tractaments, exceptuant el tractament control, van sobrepassar el 3,5 en l'escala de color de 'Golden Delicious' de Val Venosta.

Pel que fa a la fermesa, aquesta s'avalua al finalitzar els tractaments, en data 25/08/2021. La Figura 27, mostra cada tractament amb la mitjana de fermesa que va obtenir cada productor per cada tractament.

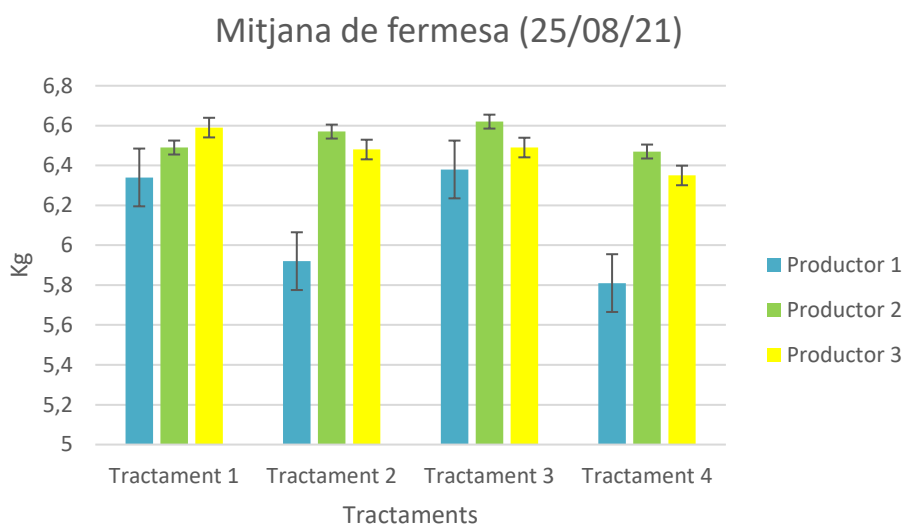


Figura 27. Es mostra la mitjana de la fermesa expressada en Kg avaluada el dia 25/08/2021. Representa la relació entre els Kg de fermesa per cada productor i per cada tractament. El tractament 1 fa referència al control (1,5° C), el tractament 2 a 5° C, el tractament 3 a 10° C i el tractament 4 a 20° C.

Els resultats que es van obtenir van indicar que el productor 1 va ser el que més variava entre els altres productors. També es va observar que la mitjana entre productors per cada tractament, va ser pràcticament la mateixa entre 6,2 i 6,4 kg (Figura 27). En tots 3 productors va coincidir que el valor més baix de fermesa es va donar al tractament 4 (20° C), de mitjana 6,2 kg. Malgrat això, no es van apreciar grans diferències de fermesa, el valor més alt es va donar al tractament control i a 10° C (6,5 kg) només 0,3 kg més que a 20° C.

Taula 16. Mitjana entre els productors per tractament.

Tractament	Mitjana entre els productors
Tractament 1 (Control, 1,5° C)	6,473
Tractament 2 (5° C)	6,323
Tractament 3 (10° C)	6,496
Tractament 4 (20° C)	6,210

5. DISCUSSIÓ

5.1 Tractaments a pre-collita

Pel que fa a tractaments pre-collita, es van aplicar Regalis[®] i Harvista[®] per veure l'efecte sobre el color de les pomes tan a collita com a post-collita.

Pel que fa a collita (Taula 6, Taula 7 i Taula 8), es va poder veure que el total de fruits arbre, no va ser significatiu entre tractaments, és a dir, no es va modificar la producció segons si es va fer un tractament o altre. Les càrregues dels arbres, van donar un resultat igual entre tractaments, obtenint un resultat no significatiu, per tant, la càrrega dels arbres i el nombre total de fruits arbre, no van afectar al color. Aplicant els tractaments de Regalis[®] i Harvista[®], el que es busca és alterar la distribució dins l'arbre de pomes grogues i verdes sense tenir l'efecte de la càrrega de l'arbre, ja que quan es fa una 1a passada, es redueix la càrrega de l'arbre amb la conseqüència que entri més llum i això pot afavorir a que les pomes virin més cap al groc.

La Taula 10 va mostrar que hi va haver diferències significatives entre tractaments pel que fa al color, això va voler dir que la diferència de color no va ser degut a la càrrega de l'arbre, sinó al tractament. Concretament, la 2a passada de Harvista[®] va ser el que tenia més color i també el que tenia més sucres. Per tant, quants més sucres té la poma, més madura és i més color té. Però per contra, no va perdre fermesa, tot i que no es va allunyar dels altres dos tractaments. En definitiva, el Harvista[®], va mantenir la fermesa, tot i collir més tard.

Altres estudis relacionats, van mostrar que el tractament amb 1-MCP provoca també una retenció del color verd de la pell dels fruits durant la conservació i vida comercial. En fruits tractats amb 1-MCP es redueix l'activitat de l'enzim clorofil·lase, responsable de la degradació de les clorofil·les (Hershkovitz *et al.*, 2005). Però quan l'1-MCP causa un bloqueig de la maduració, no es produeix un bloqueig similar en el canvi de color. La pèrdua de color verd dels fruits tractats sempre es veu alentida però no s'atura per complet, això indica una efecte diferencial del 1-MCP sobre els diferents indicadors de la maduració (fermesa i color). Aquest efecte diferencial també va ser observat per do Amarante *et al.* (2022).

El que s'hauria d'esperar és que com més madura sigui la poma, menys fermesa té, però els resultats de la Taula 10 van mostrar el contrari, era més madura però no perdia fermesa, i això es pot explicar perquè l'1-MCP (Harvista) té l'aplicació de mantenir la fermesa. Per tant, collint més tard, es va aconseguir millorar el color i millorar la qualitat, principalment, fermesa i sucres.

Però quan es mira en conjunt, i s'avalua la mitjana ponderada (Taula 11), només es va aconseguir millorar els sucres. També es va veure que els fruits tenien molt color i això és degut a que l'any va acompanyar. Seria interessant repetir aquest assaig un any on les condicions meteorològiques no siguin tan favorables.

Els resultats a post-collita, van mostrar que no hi va haver diferències significatives entre tractaments. Ni el Regalis[®] ni el Harvista[®], van millorar la coloració groga de les pomes en comparació al control.

Aquest assaig va ser molt innovador, ja que actualment, el Harvista[®], encara no es pot comercialitzar a Espanya per aplicar-ho a pre-collita. El fet de poder disposar d'aquest producte podria suposar una estratègia per afavorir el color groc de les pomes, permetria endarrerir la collita, tot esperant condicions favorables al color però sense perdre fermesa.

5.2 Tractaments a collita

L'objectiu dels tractaments a collita va ser provocar xocs tèrmics als fruits, per veure l'eficàcia del tractament de desverdització. Els resultats van mostrar que a mesura que s'aplicaven xocs tèrmics, més viraven les pomes cap al color groc. L'avaluació del color al final del tractament de desverdització, va mostrar que gran part del percentatge de pomes, havien virat cap a groc, aconseguint un número entre 4,5 i 5 a l'escala de color de Val Venosta 1-7 (Figura 22).

Aquests tractaments, van ser útils per simular les temperatures que es troben a les muntanyes, és a dir, com més contrast de temperatura entre el dia i la nit, més carotens hi haurà a les pomes, i més grogues seran. Si es contrasta amb altres estudis, es va poder observar que segons Sdiri (2013), els tractaments de desverdització amb i sense aplicació de l'etilè, milloren notablement el color extern del fruit.

Els xocs tèrmics van donar bons resultats, tot i això, convindria repetir-ho per poder validar el color amb la qualitat (fermesa i sucres), ja que es va aconseguir el color que es buscava, però si s'obté una fermesa baixa, no serveix de res aplicar aquests xocs tèrmics.

5.3 Tractaments a post-collita

Pel que fa als tractaments a post-collita, els resultats van mostrar que a mesura que passaven els dies aplicant tractaments de desverdització (aplicant diferents temperatures), més color groc agafaven les pomes (Figura 25 i Figura 26). En quan a l'anàlisi de freqüències a 10 dies de tractament de desverdització, no es va observar cap diferència entre tractaments, ja que tots els tractaments, van obtenir una mitjana ponderada entre 3,2 i 3,4, cap per sobre de 3,5 (Taula 14 i Taula 15). Aquest valor indica el valor mínim perquè les pomes tinguin un color groc correcte pel consumidor. Per tant, les pomes van obtenir un resultat de pomes verdes després de 10 dies aplicant tractaments de desverdització. En canvi, pel que fa a la mitjana ponderada a 20 dies aplicant el tractament de desverdització, es va observar que tots els tractaments a 5, 10 i 20° C, exceptuant el control (1,5° C), van superar el valor de 3,5 a l'escala de Val Venosta. És a dir, aquestes pomes van obtenir el color groc apreciat pel consumidor i per tant, són atractives per vendre.

En quan a fermesa, no es van apreciar gaires diferències, només una davallada de 0,3 kg entre el control i 20° C i, en canvi, l'augment de color va ser de 1 punt a l'escala de 1-7 (de 3,4 al control a 4,4 a 20° C). no es va apreciar cap gradient de pèrdua de fermesa relacionat amb l'augment de temperatures.

6. APLICABILITAT

Les tasques desenvolupades en el present treball, són aplicables a llarg termini. Sobretot el tractament Harvista[®], a pre-collita i els xocs tèrmics a post-collita, són aplicables a llarg termini, ja que en el treball s'ha vist que milloren les condicions de color. Excepte perquè el producte Harvista[®] encara no té l'ús autoritzat a Espanya, aquestes estratègies podrien tenir una aplicació immediata.

Aquest treball, vol contribuir a poder millorar els paràmetres de qualitat, principalment, del color i de la fermesa mitjançant tractaments que no alterin la sostenibilitat en tota la traçabilitat de la fruita. També vol donar una empenta als fructicultors que no s'acaben de decidir si utilitzar aquests tractaments o no. Però sobretot, es vol donar valor a utilitzar els tractaments de desverdització, per poder obtenir unes pomes Golden iguals o millors que les d'altres zones més afavorides climatològicament parlant.

7. CONCLUSIONS

En aquest treball, s'ha volgut millorar la intensitat de la coloració groga de la poma Golden mitjançant tractaments a pre-collita i tractament de temperatura de desverdització. A partir dels resultats obtinguts es conclou:

1. Les condicions meteorològiques de l'any 2021 van afavorir el color de les pomes. De mitjana es van assolir valors de 5 de l'escala de colors 1-7 de Val Venosta.
2. L'aplicació de Harvista[®] a pre-collita va endarrerir la collita i va permetre augmentar de forma significativa el color groc de les pomes a collita en comparació a Regalis[®] i Control. Després del període de frigoconservació aquestes diferències ja no es van apreciar.
3. Les aplicacions de Regalis[®] a pre-collita no van millorar el color groc de les pomes Golden a collita. Tampoc a post-collita.
4. Pel que fa a fermesa, no hi va haver diferències significatives entre els tractaments Control, Regalis[®] i Harvista[®].
5. L'aplicació de xocs tèrmics durant un període d'entre 22 i 35 dies, aconsegueix millorar el color groc de les pomes. Les pomes per sobre de color 4 en una escala de 1-7 representen un 55,6% després de 35 dies mentre que a les pomes del Control va donar 0%. A valors tant alts de color, les pomes ja tenen masses sucres, midó i perden fermesa.
6. L'aplicació de tractaments de desverdització (aplicar diferents temperatures) a post-collita, va augmentar el percentatge de pomes grogues especialment després de 20 dies de tractament.
7. A major temperatura de desverdització, fins a 20° C, major percentatge de pomes grogues però també incrementa la pèrdua de fermesa dels fruits.

Per tant, com a conclusió general, es conclou que el tractament Regalis[®] no ha servit per millorar el color de les pomes aplicat en pre-collita. En canvi, el Harvista[®], sempre que permeti endarrerir la collita i les condicions acompanyin per agafar color, és una bona eina a tenir en compte. Els xocs tèrmics milloren el color, tot i que faltaria relacionar-ho amb altres paràmetres de qualitat com pot ser la

fermesa. Els tractaments de desverdització, afavoreixen el color groc de les pomes però quan més alta és la temperatura també s'augmenta la pèrdua de fermesa.

8. BIBLIOGRAFIA

- Abbott, J. A., Saftner, R. A., Gross, K. C., Vinyard, B. T., & Janick, J. (2004). Consumer evaluation and quality measurement of fresh-cut slices of 'Fuji,' 'Golden Delicious,' 'GoldRush,' and 'Granny Smith' apples. *Postharvest biology and technology*, 33(2), 127-140. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2003.12.008>
- Alegre, S., & Casals, M. (2006). Criteris de collita per poma Gala i Golden: l'opinió del consumidor. *IRTA-Estació Experimental de Lleida*. https://www.researchgate.net/publication/36731037_Criteris_de_collita_per_poma_Gala_i_Golden_l'opinio_del_consumidor
- Almacellas, J., Torà, R., Dosel, A. (2011) La mota de la pomera. *Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural*.
- Alquezar, B., Rodrigo, M.J., & Zacarias, L. (2008). Regulation of carotenoid biosynthesis during fruit maturation in the red-fleshed orange mutant Cara Cara. *Phytochemistry*, 69, 1997-2007. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2008.04.020>
- Ampomah-Dwamena, C., Dejnopratt, S., Lewis, D., Sutherland, P., Volz, R.K., & Allan, A.C. (2012). Metabolic and gene expression analysis of apple (*Malus x domestica*) carotenogenesis. *Journal of Experimental Botany*, 63(2), 4497-4511. <https://doi.org/10.1093/jxb/ers134>
- Barceló i Vidal, C., Bonany, J., & Carbó, J. (2017). Compositional analysis of correlation of weather parameters with russet of 'Golden Delicious' apples. *DUGiDocs*. <http://hdl.handle.net/10256/13663>
- Barry, Graham H. & Le Roux, Smit. (2010). Preharvest Foliar Sprays of Prohexadione–calcium, a Gibberellinbiosynthesis Inhibitor, Induce Chlorophyll Degradation and Carotenoid Synthesis in Citrus Rinds. *HortScience*, 45(2), 242-247. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.45.2.242>
- Calvo, G., & Candan, Ana P. (2013). *Guía para la identificación de fisiopatías en manzanas y peras*. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_guia-fisiopatias-en-peras-y-manzanas.pdf

Dades agrometeorològiques del Rural.cat.

https://ruralcat.gencat.cat/web/guest/agrometeo.estacions?p_auth=T1xxdeGM&p_p_id=AgrometeoEstacions_WAR_AgrometeoEstacions100SNAPSHOT&p_p_lifecycle=1&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_pos=2&p_p_col_count=4&AgrometeoEstacions_WAR_AgrometeoEstacions100SNAPSHOT_action=goEstacion

Dang, Q., Sha, H., Nie, J., Wang, Y., Yuan, Y., & Jia, D. (2021). An apple (*Malus domestica*) AP2/ERF transcription factor modulates carotenoid accumulation. *Horticulture research*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41438-021-00694-w>

Delgado-Pelayo, R., Gallardo-Guerrero, L., & Hornero-Méndez, D. (2014). Chlorophyll and carotenoid pigments in the peel and flesh of commercial apple fruit varieties. *Food Research International*, 65, 272-281. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.03.025>

Departament d'Acció Climàtica, Alimentació i Agenda Rural (DACAAR). (2022). Indicacions geogràfiques protegides (IGP). <https://agricultura.gencat.cat/ca/ambits/alimentacio/segells-qualitat-diferenciada/distintius-origen/dop-igp/igp/>

Direcció General d'Alimentació, Qualitat i Indústries Agroalimentàries (2022). Plec de condicions de Indicació Geogràfica Protegida Poma de Girona. https://agricultura.gencat.cat/web/.content/al_alimentacio/al02_qualitat_alimentaria/al02_05_igp/documents/fitxers_binaris/plec_condicions_catala_igp_poma_girona.pdf

Do Amarente, C.V.T., Argenta, L.C., de Freitas, S.T & Steffens, C.A. (2022). Efficiency of pre-harvest application of 1-MCP (Harvista 1.3 SC) to delay maturation of 'Cripps Pink' apple fruit. *Scientia Horticulturae*, 293, 110715. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110715>

El bloc de QuercusLab (2022). <https://quercuslab.es/blog/guia-para-mantener-y-calibrar-un-phmetro/>

EUROSTAT (2022). Database European Statistics (2020). <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

FAOSTAT (2022). Agriculture Organization of the United Nations statistics division (2020). <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>

- Gago, Custódia M. L., Guerreiro, Adriana C., Miguel, G., Panagopoulos, T., Sánchez, C., & Antunes, Maria D.C. (2015). Effect of harvest date and 1-MCP (SmartFresh™) treatment on 'Golden Delicious' apple cold storage physiological disorders. *Postharvest Biology and Technology*, 110, 77-85. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.07.018>
- Harker, F.R., Maindonald, J., Murray, S H., Gunson, F.A., Hallett, I.C., & Walker, S.B. (2002). Sensory interpretation of instrumental measurements 1: texture of apple. *Postharvest Biology and Technology*, 24(3), 225-239. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(01\)00158-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(01)00158-2)
- Hershkovitz, V., Saguy, Sam I & Pesis, E. (2005). Postharvest application of 1-MCP to improve the quality of various avocado cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, 37(3), 252-264. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.05.003>
- Horta de Barbens (2022). <https://hortadebarbens.com/es/manzana-golden-reinders/>
- Iglesias I., Carbó, J., Bonany, J., Dalmau, R., Guanter, G., Montserrat, R., Moreno, A., & Pagès, J.M. (2000). *Pomera: Les varietats de més interès*. Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries (IRTA).
- Iglesias, I., & Carbó, J. (2018, març 02). *El cultivo del Manzano en España: situación actual e innovacions varietal*. <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/208474-El-cultivo-del-manzano-en-Espana-situacion-actual-e-innovacion-varietal.html>
- Invia1912 (2022). <https://www.tiendainvia.com/ca/refractr%C3%B2metres/2215-refractmetre-digital-mesura-grau-alcohol-probable.html>
- López, L., Echevarria, G., Usall, J., & Teixidó, N. (2015). The detection of fungal diseases in the 'Golden Smoothee' apple and 'Blanquilla' pear based on the volatile profile. *Postharvest biology and technology*, 99, 120-130. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.08.005>
- Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació (2022). IGP. Manzana de Girona/Poma de Girona. https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/calidad-diferenciada/dop-igp/frutas/IGP_ManzanaGirona.aspx
- Ministeri d'Agricultura, Pesca i Alimentació (2000). <https://www.mapa.gob.es/app/MaterialVegetal/fichaMaterialVegetal.aspx?idFicha=1111>

Poma de Girona (2022). Les nostres pomes. <https://pomadegirona.cat/les-nostres-pomes/>

Ramírez, H., Sánchez-Canseco, J.C., Zamora-Villa, V.M., Rancaño-Arrijo, J.H. (2017) Effect of Prohexadione calcium, 6-benzyl amino purine and 6-furfuryladenine on vegetative growth and fruit quality in apple. *Pyton International Journal of Experimental Botany*, 86, 282-289.

Sdiri, S. (2013). *Mejora de la tecnología de desverdización de cítricos y aptitud a la Frigoconservación de nuevas variedades. Estudios sobre parámetros de calidad y composición nutricional.* (Tesis doctoral). Universitat Politècnica de Valencia, Comunitat valenciana.

Sisler, E.C., & Serek, M. (1997). Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: Recent developments. *Physiologia Plantum*, 100, 577-582. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1997.tb03063.x>

Southon, S. (2000). Increased fruit and vegetable consumption within the EU: potential health benefits. *Food Research International*, 33, (211-217). [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00036-3](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00036-3)

Symoneaux, R., Galmarini, M.V., & Mehinagic, E. (2012). Comment analysis of consumer's likes and dislikes as an alternative tool to preference mapping. A case study on apples. *Food Quality and Preference*, 24, 59-66. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.08.013>

Tanaka, Y., Sasaki, N., & Ohmiya, A. (2008). Biosynthesis of plant pigments: anthocyanins, betalains, and carotenoids. *The Plant journal: for cell and molecular biology*, 54(4), 733-749. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2008.03447.x>

Valoració àcid-base (pdf, 2022). <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://rmbello.files.wordpress.com/2019/03/practica-valoracion-acido-base-val-es-ca.pdf>

Varanasi, V., Shin, S., Johnson, F., Mattheis, J.P., Zhu, Y. (2013). Differential Suppression of Ethylene Biosynthesis and Receptor Genes in 'Golden Delicious' Apple by Preharvest and Postharvest 1-MCP Treatments. *Journal of Plant Growth Regulation*, 32(3), 585-595. <https://doi.org/10.1007/s00344-013-9326-8>

Watkins, C.B., Nock, J.F., Weis, S.A., Jayanty, S., Beaudry, R.M. (2004). Storage temperature, diphenylamine, and pre-storage delay effects on soft scald, soggy breakdown and bitter pit of 'Honeycrisp' apples. *Postharvest Biology and Technology*, 32, 213-221.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2003.11.003>

Watkins, C.B., Nock, J.F., Whitaker, B. D. (2000). Responen of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under ai rand controlled atmosphere storage conditions. *Postharvest Biology and Technology*, 19, 17-32.
[https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(00\)00070-3](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(00)00070-3)

9. ANNEX

Tractament	Materia activa	Moment	Dosi (g/mL/ha)
CONTROL	-	-	-
REGALIS®	400 ppm Prohexadiona-Ca	04/08/2021 27/08/2021	400 g REGALIS 400 g REGALIS
HARVISTA®	150 ppm 1-MCP	07/09/2021 21/09/2021	12 kg/ha 12 kg/ha

Gorga, Golden Reinders 2021

Assaig de REGALIS® i HARVISTA®
Marc de plantació: 3,8 x 1,1 m (2392 arbres/ha)

