



**Universitat de les
Illes Balears**

Escola Politècnica Superior

Memòria del Treball de Fi de Grau

**Estudi de la conservació post-collita de la
tomàtiga de *Ramellet* i la seva interacció amb
l'ús d'empelts.**

Martí Seguí Andreu

Grau d'Enginyeria Agroalimentària i Medi Rural.

Any acadèmic 2018-19

DNI de l'alumne: 41513217B

Treball tutelat per Jeroni Galmés Galmés i Mateu Fullana Pericàs
Departament de Biologia

S'autoritza la Universitat a incloure aquest treball en el Repositori Institucional per a la seva consulta en accés obert i difusió en línia, amb finalitats exclusivament acadèmiques i d'investigació	Autor		Tutor	
	Sí	No	Sí	No
	X		X	

Paraules clau del treball:

Empelt, patró, *Ramellet*, sequera, tomàtiga.

AGRAÏMENTS:

A tota la meva família, i en especial la meva mare, el meu pare i les meves tres germanes per haver donat el suport i animat a estudiar enfora de casa, ajudant-me en tot el que he necessitat i més.

Als tutors d'aquest treball de fi de grau que sense ells no hauria estat possible, concretament, a en Mateu Fullana per tota la seva ajuda tant en la fase experimental com en la redacció del treball. També, a en Jeroni Galmés pels coneixements que m'ha transmès i per confiar amb jo per la realització d'aquest treball.

Als amics i companys de carrera, per ajudar-me i motivar-me durant tots aquests anys i més quan venien èpoques d'exàmens i treballs.

A tots els professors de la carrera per tots els coneixements ensenyats durant aquests quatre anys.

I per descomptat, a la resta d'amics, per tots els moments que m'han ajudat a desconnectar i animar-me per finalitzar la carrera i aquest treball.

MOLTES GRÀCIES A TOTS

Índex:

1	Resum	13
2	Introducció	15
2.1	TAXONOMIA I MORFOLOGIA	15
2.2	ORÍGENS	17
2.3	VARIABILITAT GENÈTICA	19
2.4	IMPORTÀNCIA ECONÒMICA	21
2.5	LA TOMÀTIGA DE <i>RAMELLET</i>	23
2.5.1	<i>Introducció</i>	23
2.5.2	<i>Descripció</i>	23
2.5.3	<i>Origen</i>	24
2.6	L'EMPELT	25
2.7	CONSERVACIÓ	26
3	Objectius	27
3.1	OBJECTIU PRINCIPAL	27
3.2	OBJECTIUS SECUNDARIS	27
4	Material i mètodes	28
4.1	MATERIAL I MÈTODES CAMP EXPERIMENTAL	28
4.1.1	<i>Material vegetal</i>	28
4.1.2	<i>Combinacions</i>	30
4.1.3	<i>Elaboració del planter</i>	31
4.1.4	<i>Localització</i>	32
4.1.5	<i>Condicions climàtiques</i>	33
4.1.6	<i>Substrat</i>	34
4.1.7	<i>Tractaments</i>	35
4.1.8	<i>Manteniment de l'experiment</i>	37
4.2	MATERIAL I MÈTODES POST COLLITA	38
4.2.1	<i>Qualitat</i>	38
4.2.2	<i>Post collita</i>	43
4.2.3	<i>Anàlisi estadística</i>	46
4.3	INCIDÈNCIES DURANT LA FASE EXPERIMENTAL	47
5	Resultats i discussió	49
5.1	PRODUCCIÓ I QUALITAT DE COLLITA EN EL TRACTAMENT CONTROL	49

5.1.1	<i>Producció</i>	49
5.1.2	<i>Pes mig inicial del fruit</i>	50
5.1.3	<i>Qualitat inicial</i>	51
5.2	PARÀMETRES DE POST-COLLITA EN EL TRACTAMENT CONTROL.....	52
5.2.1	<i>Dies de conservació i fruits perduts</i>	52
5.2.2	<i>Pes final, percentatge de pes perdut i taxa de pèrdua de pes de fruit</i>	54
5.2.3	<i>Evolució dels paràmetres de qualitat</i>	56
5.3	PRODUCCIÓ I QUALITAT EN DÈFICIT HÍDRIC	61
5.3.1	<i>Producció</i>	61
5.3.2	<i>Pes mig inicial del fruit</i>	62
5.4	PARÀMETRES DE POST-COLLITA EN EL TRACTAMENT HÍDRIC DEFICITARI	63
5.4.1	<i>Pes final, percentatge de pes perdut i taxa de pèrdua de pes en estrès hídric</i>	66
5.4.2	<i>Evolució de la qualitat en el tractament en dèficit hídric</i>	67
5.5	RELACIONS ENTRE PARÀMETRES MESURATS.....	71
5.6	ANÀLISI DE COMPONENTS PRINCIPALS (PCA).....	75
6	Conclusions	77
7	Bibliografia	79

Figures:

Figura 2-1 Fulla adulta de una tomatiguera.....	16
Figura 2-2. Cicle biològic d'una planta de tomàtiga.....	17
Figura 2-3 Evolució de la producció i l'àrea recol·lectada de tomàtiga en els darrers 20 anys a nivell mundial.....	21
Figura 2-4 Evolució de la producció i àrea cultivada de tomàtiga a Europa.....	22
Figura 4-1 Imatges d'una tomàtiga de Ramellet, tradicional.....	28
Figura 4-2 Imatges d'una tomàtiga de Ramellet Palamós (HIB).....	29
Figura 4-3 Empelt de tomatiguera, on s'observa la pinça per subjectar la unió.....	30
Figura 4-4 Fotografia del planter que es va sembrar.....	32
Figura 4-5 Situació de la finca dins el municipi d'Ariany.....	33
Figura 4-6 Climograma de la setmana 16 a la 26 del 2018.....	34
Figura 4-7 Sac de fibra de coco, substrat sobre el que es plantaren les tomatigueres....	35
Figura 4-8 Fotografia de la plantació de tomatigueres.....	36
Figura 4-9 Sac de cultiu utilitzat a l'experiment.....	36
Figura 4-10 Poda per conduir la planta verticalment.....	37
Figura 4-11 Flors de tomatiguera pol·linitzada per Bombus terrestres.....	38
Figura 4-12 Imatge de la balança de precisió.....	39
Figura 4-13 Imatge del duròmetre utilitzat per mesurar la duresa dels fruits.....	39
Figura 4-14 Imatge de la trituradora emprada per triturar les tomàtigues.....	40
Figura 4-15 Imatge de tub Falcon de 15 ml emprat per omplir les tomàtigues triturades i posteriorment ser congelat.....	41
Figura 4-16 Imatge d'una centrifugadora.....	42
Figura 4-17 Imatge del vòrtex.....	42
Figura 4-18 Refractòmetre digital i conductímetre elèctric.....	43

Figura 4-19 Caixa utilitzada per a la recol·lecció i emmagatzematge dels fruits.....	44
Figura 4-20. Porxada on s'emmagatzemaven els caixons per dur a terme la conservació dels fruits.	44
Figura 4-21 Climograma de la setmana 22 a la 52 del 2018 de l'estació meteorològica pròxima a l'aula CAM (UIB)	45
Figura 4-22 Enumeració dels fruits	46
Figura 4-23 Tomàtigues que s'eliminaven durant la fase de conservació.....	46
Figura 4-24 Imatge on es pot observar que alguns dels fruits presenten mossegades de ratolí.....	47
Figura 4-25 Imatge d'una part de les tomàtigues que van arribar a la darrera collita, pell blana, amb signes d'excessiva maduració	48
Figura 4-26 Imatge en què s'observa clarament dos colors de tomàtigues distints dins la caixa.....	48
Figura 5-1 Diagrama de barres que presenta la producció en kg per planta segons l'empelt i el patró.....	49
Figura 5-2 Diagrama de barres que presenta el pes del fruit en g segons l'empelt i el patró.	50
Figura 5-3 Diagrama de barres de la conservació de les tomàtigues en dies segons l'empelt i el patró.....	53
Figura 5-4 Diagrama de barres que presenta el percentatge de fruits que es varen perdre entre 60 i 147 dies post collita segons l'empelt i el patró.....	54
Figura 5-5 Gràfic lineal que presenta l'evolució de la duresa de les tomàtigues en tres moments, després de la collita, mesura intermitja, i mesura final.....	57
Figura 5-6 Gràfic lineal que presenta l'evolució dels SST de les tomàtigues en tres moments, després de la collita, mesura intremitja, i mesura final.....	59
Figura 5-7 Gràfic lineal que presenta l'evolució de l'àcid cítric de les tomàtigues en tres moments, després de la collita, mesura intermig, i mesura final.....	60

Figura 5-8 Diagrama de barres que presenta els ràtios de producció entre el tractament de dèficit hídric i el control	61
Figura 5-9 Diagrama de barres que representa el ràtio de pes a collita entre el tractament amb dèficit hídric i el control	62
Figura 5-10 Diagrama de barres que presenta la conservació de les tomàtignes en dies en estrès hídric.....	63
Figura 5-11 Diagrama de barres que presenta la diferència en dies de la conservació de les tomàtignes entre el tractament en dèficit hídric i el tractament control.....	64
Figura 5-12 Diagrama de barres que presenta el percentatge de fruits que no arribaren a la mesura final en estrès hídric	65
Figura 5-13 Diagrama de barres que presenta el ràtio amb el percentatge de fruits perduts entre el tractament amb dèficit hídric i el control.....	65
Figura 5-14 Gràfic lineal que presenta l'evolució de la duresa de les tomàtignes en tres moments, després de la collita, mesura intermitja i mesura final.....	69
Figura 5-15 Gràfic lineal que presenta l'evolució dels SST de les tomàtignes en tres moments, després de la collita, mesura intermitja i mesura final.....	69
Figura 5-16 Gràfic lineal que presenta l'evolució de l'acidesa de les tomàtignes en tres moments, després de la collita, mesura intermitja i mesura final.....	70
Figura 5-17 Gràfic de dispersió que presenta la correlació entre la producció expressada en kg planta i la duresa (A), SST (B) i l'àcid cítric (C) inicial sota condicions control.	72
Figura 5-18 Gràfic de dispersió que presenta la correlació entre la producció per planta i el pes inicial per fruit de les combinacions amb tractament control	73
Figura 5-19 Gràfic de dispersió que representa la correlació entre la taxa de pes perdut i els fruits perduts (%) del tractament control	74
Figura 5-20 Gràfic de dispersió que representa la correlació entre la taxa de pes perdut i els pes perdut per fruit (%) del tractament control.	74
Figura 5-21 Gràfic de dispersió que representa la correlació entre la taxa de pes perdut i els pes perdut per fruit del tractament en estrès hídric.	75

Figura 5-22 Anàlisi de components principals de totes les combinacions, tant sotmesos al tractament de control com en dèficit hídric, agrupats segons l'aportació hídrica 76

Taules:

Taula 1. Classificació taxonòmica de la tomàtiga	15
Taula 2 Combinacions patró-empelt utilitzades al present experiment.....	31
Taula 3 Dosis d'abonament aportat en el reg de tomatigueres de Ramellet.....	37
Taula 4 Època de realització de les distintes mesures de qualitat.	41
Taula 5 Recopilació dels paràmetres de mesura inicial (duresa, sòlids solubles totals i acidesa) per les 8 combinacions.	52
Taula 6 Recopilació dels paràmetres finals de conservació (pes final, percentatge de pes perdut respecte a la inicial i la taxa de grams diaris perduts per tomàtiga).....	56
Taula 7. Recopilació de paràmetres finals en dèficit hídric (pes final, percentatge de pes perdut respecte a la inicial i la taxa de grams diaris perduts per tomàtiga).....	67
Taula 8. Recopilació dels paràmetres de qualitat (duresa, sòlids solubles totals i acidesa) per l'empelt RAM i HIB.....	70
Taula 9 Quantitat de litres d'aigua, conductivitat elèctrica i pH aportat en el reg de les tomatigueres, per setmanes i al total del cicle.	83
Taula 10 Productes fitosanitaris utilitzats durant el cicle a l'hivernacle.	84

1 Resum

La tomàtiga (*Solanum Lycopersicum* L.) presenta una vida útil reduïda després de la collita degut al caràcter de maduració i a les malalties que deterioren els fruits. No obstant, la tomàtiga de *Ramellet* és un genotip tradicional de les Illes Balears amb llarga durabilitat post collita i requeriments hídrics baixos.

L'objectiu d'aquest estudi era estudiar l'efecte de l'empelt i de l'ús de patrons comercials i experimentals damunt la producció, qualitat i conservació del fruit a dos genotips de tomàtiga de *Ramellet*, una tradicional i l'altra comercial (híbrid de tomàtiga de *Ramellet* i tomàtiga no *Ramellet*), i la seva interacció amb el dèficit hídric en cultiu d'hivernacle.

En el tractament hídric de plena demanda d'aigua, l'empelt comercial presentà un comportament més òptim que l'empelt basat en *Ramellet* tradicional en paràmetres com els dies de conservació, la taxa diària de pes perdut, el percentatge de pes perdut, la duresa, els sòlids solubles totals (SST) i l'acidesa inicial. Pel que fa al tractament d'estrès hídric, s'observaren diferències entre els dos empelts en els paràmetres de pes inicial, dies de conservació, percentatge de pes perdut, duresa inicial, SST finals i acidesa intermitja.

Entre els dos tractaments hídrics, les diferències significatives foren presents en producció i pes dels fruits. No obstant, en dies de conservació i percentatge de podritament, no totes les combinacions presentaren diferències significatives, i en la resta de paràmetres estudiats no s'observaren diferències entre els tractaments.

Pel que respecte als patrons analitzats, no s'observaren excessives diferències amb cap dels dos empelts, ni amb cap dels dos tractaments, sense que cap patró destaqués sobre la resta. Per tant, l'elecció d'un patró o un altre no afectaria l'empelt ni els paràmetres analitzats.



2 Introducció

2.1 Taxonomia i morfologia

La tomàtiga (*Solanum lycopersicum* L.) és una planta angiosperma dicotiledònia que pertany a la família de les solanàcies (Taula 1).

Taula 1. Classificació taxonòmica de la tomàtiga (Font: Plants data base USDA (Departament d'Agricultura dels Estats Units))

Taxonomia	Nom
Regne	Plantae
Classe	Magnoliopsida
Ordre	Solanales
Família	Solanaceae
Gènere	<i>Solanum</i>
Espècie	<i>Solanum lycopersicum</i> L.

És una planta de cultiu anual encara que, en condicions idònies, pot sobreviure un parell d'anys. El seu sistema radicular és ampli, amb unes arrels que poden arribar fins als 150 centímetres en el cas de tomàtiguera a la seca, si bé la major part de les arrels es localitzen als primers 50-60 cm de fondària (Sobrino, 1989).

La tija de la tomàtiguera inicialment és herbàcia i circular, i evoluciona a formes més anguloses i recoberta de pèls. L'estructura inicial de la tija és erecta encara que pel pes la planta arriba a tombar si no té un objecte per subjectar-se. Podem distingir dos tipus de tomàtiguera en funció del seu creixement: determinats i indeterminat. El primer es caracteritza perquè la tija principal acaba el seu creixement amb una inflorescència, mentre que es defineix com creixement indeterminat quan l'apex principal presenta un meristem vegetatiu i les inflorescències s'originen als laterals. Aquest tipus de creixement depèn del genotip, sent un punt determinant a l'hora de la recol·lecció. Generalment, els

genotips de creixement determinat permeten la seva mecanització. A l'extrem basal de la tija les tomàtiqüeres tendeixen a desenvolupar arrels adventícies. (Sobrino, 1989).

Les fulles, de color verd clar al revers i de verd més intens a l'anvers, són pinnadacompostes, i presenten entre 3 i 7 folíols lobulats dentats. Les fulles es disposen sobre la tija de manera alterna i recobertes de pèls glandulars (Chamarro, 1995) (Figura 2-1).



Figura 2-1 Fulla adulta de una tomàtiqüera (Chamarro, 1995)

Les inflorescències de la tomàtiqüera acostumen a tenir entre 3 i 10 flors, però en alguns casos excepcionals poden arribar a tenir-ne prop de 50. Les flors són grogues, petites, pedunculades i formen corimbels axil·lars.

El calze consta de 5 sèpals i la corol·la està soldada per dins formant un petit tub compost per 5 pètals. La part masculina consta de 5 estams soldats sobre un únic estigma, inclòs en la corol·la en la majoria de varietats. L'ovari conté molts de carpels. Les tomàtiqüeres són de pol·linització autògama (Maroto, 1994).

Els fruits són baies carnosos de distints colors i formes segons el genotip, encara que generalment són de color vermellós, dividides interiorment en lòculs carpel·lars. A l'interior d'aquests es troben les llavors recobertes d'una gelatina formada per cèl·lules

del parènquima. Els fruits tarden entre 6 i 7 setmanes a assolir la seva mida màxima des que es produeix la fecundació. Es tracta d'un fruit climatèric, on la maduració ve acompanyada d'un augment en la respiració i la producció d'etilè, substància que segons diversos estudis contribueix a la iniciació dels primers processos bioquímics de la maduració (Baker, 1975; Salunkhe, 1984).

Les llavors són grisenques, discoidals i recobertes de vellositat. Dins 1 g de llavors hi pot haver fins a 300-350 llavors, i la seva capacitat germinativa pot durar entre uns 4 i 5 anys (Maroto, 1994).

El cicle biològic de la tomàtiga es diferencia per tenir distintes etapes (Figura 2-2). La primera d'elles normalment es realitza a un planter i posteriorment es trasplanta a la zona de cultiu. A més, durant les seves diferents etapes, les necessitats hídriques i nutricionals poden anar variant (Carpena *et al.* 1987).

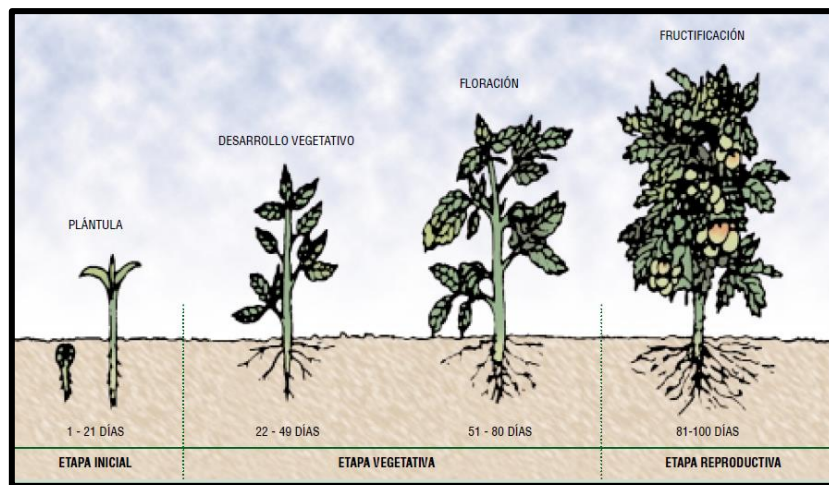


Figura 2-2. Cicle biològic d'una planta de tomàtiga (Font: Guía Técnica del cultivo del Tomate, CENTA)

2.2 Orígens

L'origen i centre de diversificació de la tomàtiga silvestre s'estén dins el continent sud americà, en la regió dels Andes que comprèn des de l'Equador fins al nord de Xile. El relleu muntanyós dels Andes ha creat diverses zones climàtiques que comprenen des de

zones desèrtiques, zones temperades, fins arribar a zona de selves tropicals a la conca de l'Amazones (Nakazato *et al.* 2010).

La tomатуera va passar per dos grans processos de domesticació ben diferenciats: el primer, i més general, va tenir lloc a la zona dels Andes, mentre que el segon a la zona de Mèxic, on es va produir un coll de botella genètic (Bauchet, 2012, Sacco *et al.* 2015).

En el segle XVI, durant el descobriment d'Amèrica, va ser el moment en què els vaixells que tornaven d'Amèrica van introduir a Europa distints vegetals d'origen americà com la patata, el blat de les índies i la tomатуera. Aquests vaixells portaren un número reduït de llavors, que crearen un nou coll de botella. A mode d'exemple, dels 123 genotips estudiats d'arreu del món per Sacco *et al.* (2015), 61 genotips eren varietats locals Europees, provenint la majoria d'aquestes varietats de tan sols dos ancestres. Amb el pas del temps, mitjançant la combinació i selecció de diferents genotips, s'induí la creació de noves varietats, principalment en la zona mediterrània, afavorida per condicions climàtiques òptimes per al cultiu de la tomатуera (Bauchet, 2012).

Avui en dia, les varietats locals han anat perdent força i han aparegut un conjunt de varietats comercials que les han reemplaçat, degut a la seva major acceptació per part del consumidor. A més, algunes de les comercials han estat millorades per ser resistents a la majoria de plagues i malalties que es poden trobar habitualment als camp de cultiu.

Segon Causse *et al.* (2010), les preferències a Europa són bastant homogènies, encara que els resultats mostraren que es requereix una petita diversificació tant en el sabor com en la fermesa i la textura, per tal de satisfer a tots els consumidors.

Entre aquestes millores destaquen l'ús d'espècies silvestres com *S. pennellii* i *S. habrochaites* per la creació d'híbrids mitjançant creuaments o l'ús d'aquestes espècies com a patrons. *S. pennellii* presenta un contingut de ceres tres vegades superior al de la tomатуera cultivada, mentre que *S. habrochaites* presenta una elevada resistència a estressos biòtics, gràcies a una gran concentració de tricomes glandulars que ajuden a

proporcionar una resistència a estressos biòtics i a estressos hídrics (Peralta *et al.* 2008; Moyle, 2008).

2.3 Variabilitat genètica

La tomàtiga és un cultiu global que presenta una multitud de varietats adaptades a diferents metodologies de cultiu, climes i pràctiques agronòmiques. El criteri de selecció dels diferents genotips de tomàtiga a l'hora de sembrar depèn de diversos factors. En l'àmbit europeu, les preferències del consumidor són similars fins i tot entre les distintes cultures i pràctiques alimentàries. Un exemple són les tomàtiques per consum en fresc. Aquestes han estat millorades per adaptar-se a les seves preferències del mercat on el sabor i la fermesa són els aspectes més importants, encara que sempre es necessària una petita diversificació de textura, forma i gust dels fruits per satisfer tots els consumidors, ja que alguns prefereixen fruits durs, amb menor o major dolçor i una distinta intensitat en el gust (Causse *et al.* 2010).

Només a Europa existeixen 3912 varietats de tomàtiga registrades, amb una variabilitat genètica més elevada que altres cultius d'importància com el pebre (*Capsicum annuum*), amb 2271 varietats, i la lletuga (*Lactuca sativa*), amb 2220 varietats. A l'estat Espanyol existeixen 428 varietats de tomàtiga registrades (un 11% del total europeu) (Plant Variety Database 2015).

Un aspecte on s'intenta tenir una gran diversitat genètica és en la forma i la qualitat del fruit, tant per satisfer les distintes demandes del mercat com per oferir-ne noves constantment. Els paràmetres que més freqüentment varien són la concentració d'aigua, el color, les formes, la mida i el contingut de sòlids solubles (SST) (principalment els sucres). Tot i la diversitat de gusts, el contingut en SST ha de ser 4 - 6 ° Brix per tal que les tomàtiques tinguin una aroma i sabor òptim per al seu consum (Aguayo, 2001).

Altres genotips de tomàtiga presenten el fenotip *long shelf-life* (LSL), caracteritzat per tenir una llarga vida post collita. Aquest és el cas de la tomàtiga de *Ramellet*. Les

tomatigueres amb el tret LSL han sigut tradicionalment cultivades a la conca mediterrània i, generalment, presenten un cert nivell de tolerància al dèficit hídric (Figàs *et al.* 2018). Això és pel fet que s'han adaptat a les condicions climàtiques mediterrànies, que destaquen pels seus períodes secs durant l'estiu. El fet de presentar aquestes característiques les fa un material molt valuós a l'hora d'utilitzar-los com a parents per obtenir noves varietats o, fins i tot, utilitzar-les com a patrons de tomatigueres empeltades (Conesa *et al.* 2014). Tant és així que en els darrers anys són moltes les empreses que han creat noves varietats utilitzant varietats locals. No obstant això, diversos estudis assenyalen que aquestes noves varietats presenten un menor contingut de sòlids solubles totals (SST) i menor fermesa que les varietats locals originals (Gómez *et al.* 2001).

Per tal d'augmentar la variabilitat genètica, les eines són diverses, encara que la més utilitzada es el creuament entre espècies vegetals. Un d'aquests creuaments més recents ha estat la combinació de tomatigueres productives amb tomatigueres silvestres pròximes o tomatigueres d'altres indrets que naturalment hauria estat molt difícil creuar, amb la finalitat de crear noves varietats. Aquest creuaments anaren dirigits a incorporar resistències i toleràncies a distints estressos biòtics i abiòtics a les tomatigueres que no tenien aquestes resistències. Aquest procés de creuaments entre tomatigueres pot durar entre 4 i 5 anys (Foolad, 2012).

Un altre mètode molt utilitzat són els empelts, combinació de dos vegetals, mitjançant la unió de cambiums. La combinació de ambdós vegetals serveix per transferir una característica que la planta abans no tenia. La part radicular s'anomena patró i la part aèria, que s'insereix al patró, rep el nom d'empelt. El patró proporciona un major vigor i producció i pot ser resistent a malalties radiculars que l'empelt no té. Aquest patró no afecta la qualitat del fruit (Di Gioia *et al.* 2010). Això fa de l'empelt una tècnica molt interessant per a millorar de manera senzilla i ràpida els cultius.

2.4 Importància econòmica

La tomàtiga és l'hortalissa més extensa en producció en tot el món i la de major valor econòmic. La seva demanda, producció i comercialització van augmentant contínuament. De fet, l'increment del 100% en la producció de tomàtiga durant els darrers 20 anys ha estat ocasionada tant per un augment tant del rendiment com de la superfície cultivada (Figura 2-3) (FAO, 2018). El comportament respiratori de tipus climatèric de la tomàtiga no facilita la seva conservació i transport, encara que si es realitza una recol·lecció abans de la completa maduració i es transporta dins de càmeres, la maduració es retarda i es conserva correctament. Això és un tret important, ja que avui dia els aliments han de recórrer grans distàncies des de les zones de producció fins als consumidors, necessitant conservar el fruit en les condicions òptimes el més temps possible.

En l'àmbit mundial, la tomàtiga representa una superfície de cultiu de 4848384 ha i una producció de 182301395 tones (any 2017), fet que demostra l'alt rendiment del cultiu de la tomàtiga amb 37.60 tones/ha (FAO, 2018) (Figura 2-3).

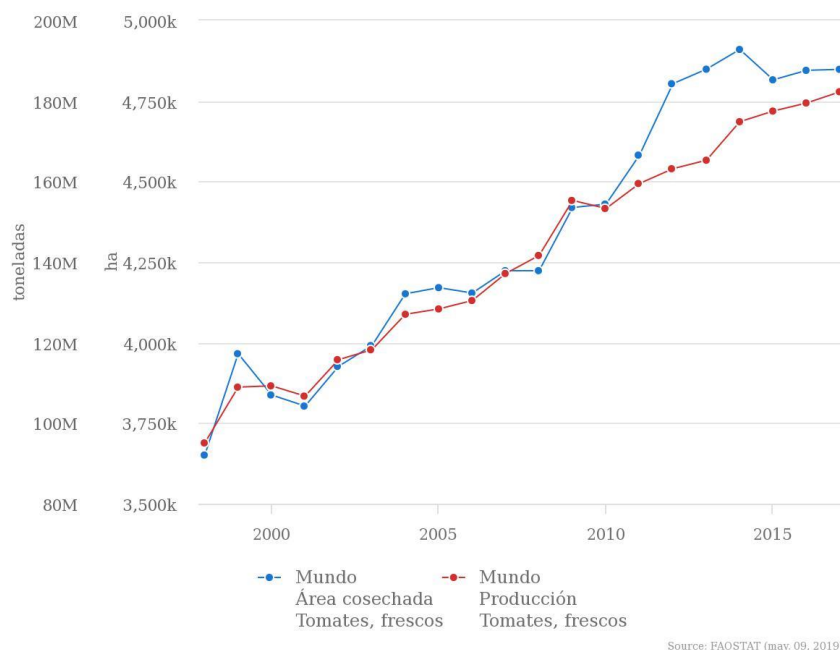


Figura 2-3 Evolució de la producció i l'àrea recol·lectada de tomàtiga en els darrers 20 anys a nivell mundial (FAO 2018).

Entre els països productors de tomàtiga més importants es troben la Xina, amb 59626900 tones l'any 2017 (32.7% de la producció mundial), i l'Índia, amb 20708000 tones (11.4%). A l'estat Espanyol, es produïren 5163466 tones al 2017 (un 2.8% de la producció mundial) (FAO, 2018).

A la Unió Europea, la tomàtiga és l'hortalissa (sense comptar tubercles) amb més superfície de cultiu, 496163 ha, amb una producció de 24601360 tones (FAO, 2018) (Figura 2-4).

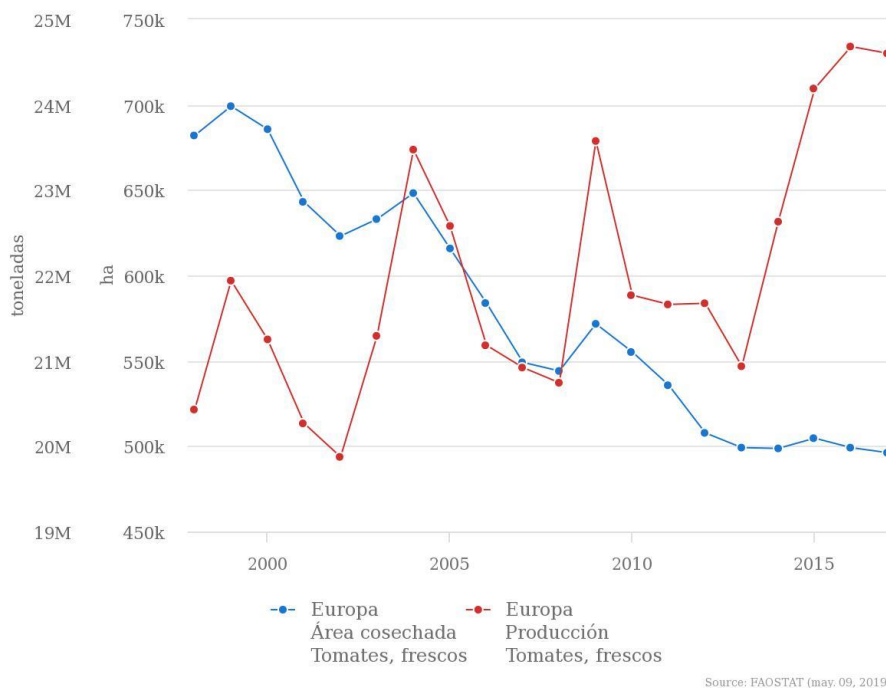


Figura 2-4 Evolució de la producció i àrea cultivada de tomàtiga a Europa (FAO, 2018).

A Europa, l'evolució de la producció segueix un cicle de descensos i increments durant els últims vint anys, on en els darrers quatre anys presenta un augment. A més, la tendència de superfície cultivada és clarament descendent, encara que en alguns moments hi ha algun petit increment que, a posteriori, torna a descendir. Això significa que, el rendiment per metre quadrat s'ha elevat molt els darrers anys i en especial els darrers 5 anys (Figura 2-4). Aquest fet és degut a la tecnificació del camp i l'ús d'hivernacles, on l'augment de producció per metre quadrat és molt més elevat que en produccions a l'aire lliure.

La tomàtiga també és l'hortalissa amb més superfície de cultiu a l'estat Espanyol, amb 60.852 ha l'any 2017. D'aquestes, únicament 496 ha són a la seca (<1% respecte al regadiu) (MAGRAMA, 2018).

A l'estat Espanyol, les comunitats autònomes amb major producció són Andalusia i Extremadura, amb 2220975 i 2075704 tones, respectivament. Balears representa el 0.2% de la producció de l'estat, amb 10709 tones (MAGRAMA, 2018).

2.5 La tomàtiga de *Ramellet*

2.5.1 Introducció

La tomàtiga de *Ramellet* és una varietat local de les Illes Balears que destaca per dues característiques principals: la seva durabilitat post-collita, el que permet el seu emmagatzematge durant un període llarg, i el seu menor requeriment hídric durant el cultiu, produint-se fins i tot en cultius a la seca. També és coneguda a diversos indrets de les Illes Balears amb altres noms com tomàtiga de ferro, de penjar, blanca, etc. Al 2012 va ser inclosa en el Registre de varietats comercials amb el nombre de registre 20100178.

Aquesta varietat ha estat el pilar de diversos treballs finals de carrera i fi de grau (Ochogavía, 2009; López, 2009, Canyelles, 2019; Ponce, 2013), treballs final de màster (Fullana, 2016, Ochogavía, 2012) i publicacions a revistes científiques (Galmés *et al.* 2011; Galmés *et al.* 2012; Bota *et al.* 2014, Fullana-Pericàs *et al.* 2017, Fullana-Pericàs *et al.* 2018).

2.5.2 Descripció

Les plantes presenten un creixement indeterminat, la floració de la tomàtiga de *Ramellet* es caracteritza per tenir 5 flors per brot, situats de manera que fan un ramell escalonat on els fruits maduren més o menys a l'hora. Aquesta disposició permet realitzar

la collita del ramell sencer, d'on li prové el nom de “*Ramellet*”. La forma i disposició dels folíols a la fulla és variable i el més normal és que en presenti 7 (Rosselló *et al.* 2002).

Per norma general, els fruits són petits, de forma arrodonida però una mica aplanada. Acostuma a presentar entre tres i quatre lòculs carpel·lars, la pell és gruixada i el color pot variar des d'un ataronjat fins a vermell. El fruit es caracteritza per una bona conservació, fet que ve donat pel seu punt d'acidesa (pH pròxim a 4.7) (Rosselló *et al.* 2002, Ochogavía *et al.* 2009).

És una planta que funciona bé en plantacions a la seca, sistema de cultiu que no utilitza aportació d'aigua mitjançant reg o en alguns casos una quantitat molt petita. Això és gràcies al fet que s'ha adaptat a les condicions climàtiques Mediterrànies. Al ser una tomàtiga vinculada a cultura de les Illes Balears, és present en una gran quantitat de receptes de la gastronomia balear, entre elles el pa amb oli i els sofregits.

2.5.3 Origen

L'origen de la tomàtiga de *Ramellet* no es coneix amb exactitud, però segons els estudis sembla ser que es tracta d'una varietat bastant diversa, formada a partir de la introducció de 3 o 4 tomàtiges distintes a les Balears i un procés de selecció per part de diverses generacions de pagesos (Bota *et al.* 2008; Conesa *et al.* 2010). Dos dels caràcters distintius i comuns per a la selecció d'aquesta genotip foren la durabilitat del fruit durant el temps i la possibilitat del seu conreu a la seca, dues de les característiques bàsiques i distintives de les tomàtiges de *Ramellet*.

El poc comerç que hi havia entre pobles i illes antigament va influir en què els pagesos de cada zona cultivessin la seva pròpia tomàtiga, seleccionant-la i millorant-la segons les característiques que els resultessin més interessants. Per això, podem trobar una gran diversitat entre les tomàtigues de les Illes Balears (Bota *et al.* 2014).

De les accessions que té el banc de llavors de la UIB, provinents de distints indrets de les Balears, molts s'estan utilitzant de cada vegada menys pels pagesos perquè la majoria ja no produeixen el seu planter. L'encomanen a un viver, reduint així problemes d'homogeneïtat i permetent que les tomatigueres puguin venir ja empeltades sobre un patró comercial. Això, juntament amb el fet que molts productors particulars abandonen el camp, fa que s'estigui perdent tota la diversitat després de molts anys de selecció.

2.6 L'empelt

L'empelt és la unió de dues plantes diferents perquè es desenvolupin com una sola planta (Hartmann *et al.* 2002). La part radicular s'anomena patró o portaempelt i la part vegetativa o aèria s'anomena empelt.

Hi ha una gran diversitat d'empelts, que es classifiquen en tres grups: empelt de gemma, empelt de pua o estaqueta i empelt d'aproximació. Segons el tipus de cultiu o espècie vegetal a empeltar, s'utilitza un sistema o un altre, sent els més comuns els empelts de pua o estaqueta a vegetals.

L'empelt és una de les eines agronòmiques que ha experimentat un gran increment d'utilització tant en les distintes plantes com en el percentatge d'ús gràcies a què s'ha incorporat com a una solució a diversos problemes, com poden ser la resistència a malalties, incrementar la tolerància a estressos abiòtics i a augmentar la producció. Tot i que a l'antiguitat era utilitzada únicament a cultius llenyosos, avui en dia l'empelt és una eina àmpliament utilitzada a hortícoles. A un dels primers cultius hortícoles que es va implantar l'empelt va ser al cultiu de síndria, per tal de solucionar la problemàtica derivada de les malalties del sòl, sobretot *Fusarium* i *Verticillium* (Rouphael *et al.* 2010).

A tomatigueres, l'empelt s'utilitza per diversos propòsits, entre els que destaquen: reduir la infecció causada per fongs i nematodes del sòl, major tolerància a l'estrès per temperatura, dèficit hídric i salinitat, incrementar el vigor de les plantes, augmentar el

rendiment per millor l'absorció de nutrients i reduir l'ús de plaguicides. No obstant això, en absència d'estrès, els resultats de literatura semblen indicar que el genotip patró no té molta influència sobre els resultats productius i qualitatius del genotip de l'empelt (Flores *et al.* 2010; Hartmann, 2002). Algunes companyies de millora apunten a una certa influència del patró sobre la qualitat, com el pH, el gust, el sucre, el color o la textura, argumentant que aquests trets són alterats per la incompatibilitat entre patró i empelt, que pot alterar la translocació de aigua i nutrients (Rouphael *et al.* 2010; Davis *et al.* 2008a, b). Sent aquests resultats dependents del genotip i de les condicions ambientals de cultiu.

2.7 Conservació

La vida útil post collita és un tret importantíssim per a la majoria de fruits, en especial els climatèrics. En el cas de la tomàtiga, hi ha estudis on la recerca va encaminada a esbrinar quins són els trets encarregats de perllongar el temps post collita. Aquest tret pot ser conseqüència de mutacions monogèniques, no al·lèliques, en gens reguladors de la maduració, com el Rin (inhibidor de la maduració), Ni (no madura), Cnr (no canvia de color), Nr (maduració lenta), Gr (maduració verda) i Alc (Alcobaça) (Conesa *et al.* 2014). Entre aquestes mutacions, la més interessant i que no presenta alteracions en forma de malformacions i perturbacions fenotípiques és l'Alc, que indueix una maduració normal seguida per una lenta degradació del fruit.

La tomàtiga de *Ramellet* presenta un conservació post collita especialment llarga gràcies a la qual els fruits segueixen sent aptes per all consum durant molts mesos després d'arribar a un estadi completament madur. No obstant això, no totes les accessions de tomàtiga de *Ramellet* tenen la mateixa vida útil, ja que mostren una àmplia variació entre accessions, segurament associada a un component genètic lligat a la presència de la mutació Alc, però també a les condicions ambientals i específicament al règim hídric durant el cultiu (Conesa *et al.* 2014).

3 Objectius

3.1 Objectiu principal

- Estudiar l'efecte de l'empelt i de l'ús de patrons comercials i experimentals sobre la producció, qualitat i conservació del fruit a dos genotips de tomàtiga de *Ramellet*, una tradicional i l'altra comercial (híbrida), i la seva interacció amb el dèficit hídric.

3.2 Objectius secundaris

- Avaluar si la correlació entre distints paràmetres està influenciada pel genotip i com s'ha adaptat el genotip tradicional de tomàtiga de *Ramellet* al cultiu baix hivernacle, tant en tractament control com en dèficit hídric.
- Comparar i valorar com afecten els tractaments hídrics, i la seva interacció amb els patrons, als paràmetres productius, de conservació i de qualitat del genotip de tomàtiga de *Ramellet* i del genotip híbrid.

4 Material i mètodes

4.1 Material i mètodes camp experimental

4.1.1 Material vegetal

Per al present experiment s'utilitzaren tres genotips: dos genotips de tomàtiga de *Ramellet* (un tradicional i l'altra comercial) i el peu comercial Maxifort. A continuació es descriuen les seves principals característiques:

***Ramellet* tradicional (RAM):** El genotip de tomàtiga de *Ramellet* utilitzada a l'experiment pertany al banc de llavors de la Universitat de les Illes Balears (Figura 4-1). Està identificada amb el codi 2-70, i ha estat utilitzada anteriorment a altres treballs final de grau (Ponce, 2013 i Andreu, 2016) i publicacions científiques (Fullana-Pericàs *et al.* 2018), on es valora el seu rendiment a l'hora de ser empeltada. A més, ha estat utilitzada a experiments anteriors per avaluar la seva tolerància a l'estrès hídric (Galmés *et al.* 2011), sent un dels genotips de tomàtiga de *Ramellet* amb un major consum d'aigua.



Figura 4-1 Imatges d'una tomàtiga de *Ramellet*, tradicional exterior i interior (Font: Pròpia).

- ***Palamós* (HIB):** Genotip comercial de tomàtiga de *Ramellet*: Es tracta d'un híbrid pertanyent a la casa comercial "Semillas Fitó" (Barcelona). El fruit és de color vermell gerd, amb un lleuger coll verd i viratge a madur des de la creu. La maduració interna és homogènia amb un alt contingut d'aigua amb absència de

fruits buits tant a la primavera com a la tardor, ideal per penjar i conservar en ambient natural (Figura 4-2).

El calibre pot variar significativament depenent del tipus de maneig, que pot anar d'un diàmetre de 47 fins a 82 mm. Es caracteritza per tenir un bon quallat tant en fred com en calor i absència de "cat face". Cadascun dels pomells (ramificació secundària que conté flor) genera entre 4 i 5 fruits, amb un bon tancament pistil·lar i una correcta inserció del calze en el fruit. Es permet una fàcil recol·lecció tant individual com amb brots. Presenta resistències a diversos ceps dels virus ToMV (*Tomato mosaic virus*) i TSWV (*Tomato spotted wilt virus*).

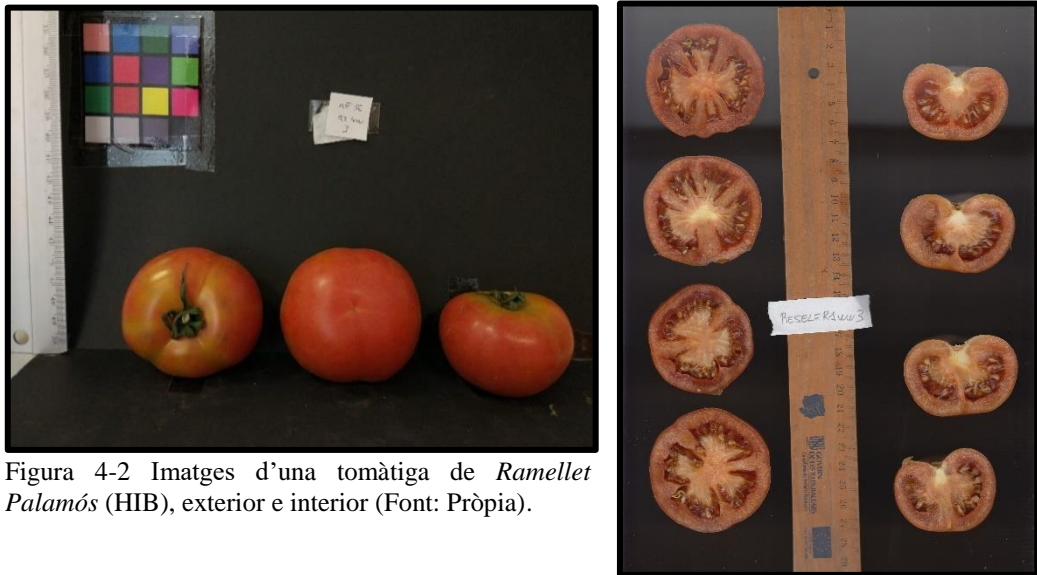


Figura 4-2 Imatges d'una tomàtiga de *Ramellet Palamós* (HIB), exterior e interior (Font: Pròpia).

- **Maxifort (MX):** Genotip comercial de la marca "De Ruiters Seeds" (Holanda). És un patró utilitzat tant en tomàtiga com en albergínia, que presenta un vigor alt i un comportament òptim davant les baixes temperatures i en sòls amb salinitat alta. Està especialment indicat per a la utilització en cultius de poca vegetació, poc vigor, mida petita i en condicions de cultiu molt extremes. Presenta un elevat nombre de resistències tant a virus com a malalties del sòl (incloent fongs i nematodes).

4.1.2 Combinacions

Per dur a terme l'experiment es van realitzar 8 combinacions: a la part aèria (empelt) es van utilitzar dos genotips de tomàtiga: el genotip tradicional de *Ramellet* (RAM) i el genotip comercial híbrida (HIB). Per a cada empelt, la primera combinació consistia en plantes sense empeltar (RAM-NON o HIB-NON depenent de l'empelt). La segona combinació eren plantes empeltades sobre el mateix genotip de tomàtiga que la part aèria (RAM-SELF i HIB-SELF segons l'empelt); i la tercera combinació era l'empelt sobre el patró Maxifort (RAM-MX i HIB-MX depenent de l'empelt). Per últim, si la part aèria era RAM, es va empeltar sobre el genotip HIB com a patró (RAM-HIB), i viceversa, sent la part aèria HIB i el patró a RAM (HIB-RAM) (Taula 2 i Figura 4-3)



Figura 4-3 Empelt de tomàtiga, on s'observa la pinça per subjectar la unió.

Taula 2 Combinacions patró-empelt utilitzades al present experiment.

Descripció	Patró	Empelt	Abreviació
<i>Ramellet</i> tradicional sense empeltar	RAM	NON	RAM-NON
<i>Ramellet</i> tradicional sobre ell mateix	RAM	RAM	RAM-SELF
<i>Ramellet</i> tradicional sobre Maxifort	RAM	MX	RAM-MX
<i>Ramellet</i> tradicional sobre Palamós	RAM	HIB	RAM-HIB
<i>Ramellet</i> comercial híbrid sense empeltar	HIB	NON	HIB-NON
<i>Ramellet</i> comercial híbrid sobre ell mateix	HIB	HIB	HIB-SELF
<i>Ramellet</i> comercial híbrid sobre Maxifort	HIB	MX	HIB-MX
<i>Ramellet</i> comercial híbrid sobre <i>Ramellet</i> tradicional	HIB	HIB	HIM-RAM

4.1.3 Elaboració del planter

Al laboratori de Fisiologia Vegetal (Edifici Guillem Colom, UIB) es va dur a terme un procés de desinfecció de totes les llavors per evitar problemes de virosi. El protocol seguit, facilitat pel Centre de Conservació i Millora de l'Agrodiversitat Valenciana (COMAV), va ser:

1. Tractar les llavors amb trifosfat de sodi ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) al 10% durant 3 h.
2. Rentar amb aigua destil·lada.
3. Tractar les llavors amb lleixiu comercial (NaClO) al 30% durant 1 h.
4. Rentar amb aigua destil·lada.
5. Assecar les llavors deixant-les sobre paper de filtre a un lloc ventilat durant 8 h.
6. Posar les llavors dins un recipient hermètic amb gel de sílice per aconseguir una humitat màxima del 50%.
7. Assecar les llavors a estufa a 74 °C durant 24 h.

Les llavors es van enviar a principis de desembre de 2017 a Semilleros LA SALA (San Pedro del Pinatar, Múrcia), que va ser l'empresa encarregada de realitzar el planter. Es van preparar a safates de poliestirè expandit de 12x18 alvèols, es va usar substrat agrícola amb una proporció de 20% de perlita expandida en v/v, es va recobrir amb el mateix

substrat un cop sembrada la llavor a l'alvèol, a 1-1.5 cm de profunditat, i seguidament, es va regar a capacitat de camp. La traçabilitat es va dur a terme posant només dos genotips per safata, retolats i separats dins la safata (deixant alvèols lliures entre un i l'altre).

Un cop sembrat, es varen portar a bancades de germinació, amb unes condicions òptimes de temperatura de 24 °C i una humitat relativa de 70% (Chamarro, 2001). Es va anar regant el planter per capil·laritat, introduint els alvèols dins safates de plàstic que s'anaven omplint d'aigua. L'empelt es va realitzar quan les plàntules tenien un mes (Figura 4-3) (primeres setmanes de gener), a dues vies, sistema que consisteix en què d'un patró surtin dos àpex principals, i es varen dur de Murcia a Mallorca a principis de febrer (Figura 4-4), on es va realitzar la sembra a l'hivernacle.



Figura 4-4 Fotografia del planter que es va sembrar.

4.1.4 Localització

La finca on es va realitzar l'estudi es situa al municipi d'Ariany (Mallorca) (Figura 4-5). La finca es dedica principalment a la producció de tomàtiga de *Ramellet*, encara que també produeix altres cultius d'hortalissa. Està integrada dins l'empresa agrària Agroilla.

L'hivernacle on es va realitzar la plantació de tomatigueres era de tipus túnel de 22.5 metres d'amplada i 100 metres de llargada.

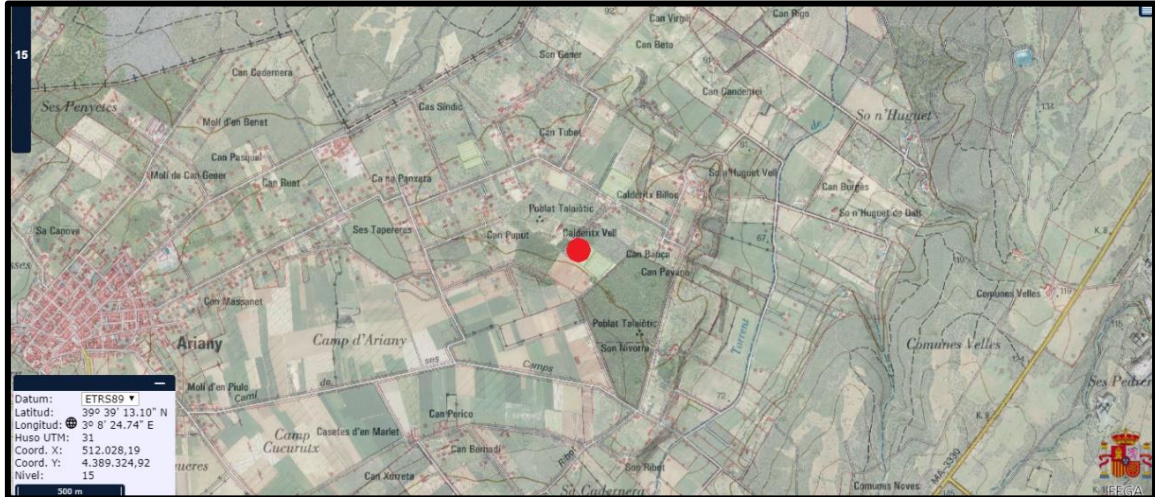


Figura 4-5 Situació de la finca dins el municipi d'Ariany, a l'illa de Mallorca. El punt vermell fa referència a la localització de la finca, amb les coordenades geogràfiques: 39°39'13" N i 3°8'24"E. Font: SIGPAC.

4.1.5 Condicions climàtiques

Les dades climàtiques de l'hivernacle van ser obtingudes amb un registrador de temperatura i humitat (Hobos UX100-003, Onset). Aquestes dades es van registrar des del dia 15 d'abril coincidint amb les dates d'inici de floració fins al 24 de juny, coincidint amb la recol·lecció (Figura 4-6).

La mitjana de temperatura setmanal experimentà una evolució progressiva ascendent, en la setmana 16 de l'any 2018, la mitjana estava entorn als 19 °C i en la setmana 26 del mateix any (darrera setmana de juny) s'arribaren als 26 °C. La mitjana de percentatge d'humitat relativa de l'atmosfera dins l'hivernacle es va situar entre el 28 i el 33%.

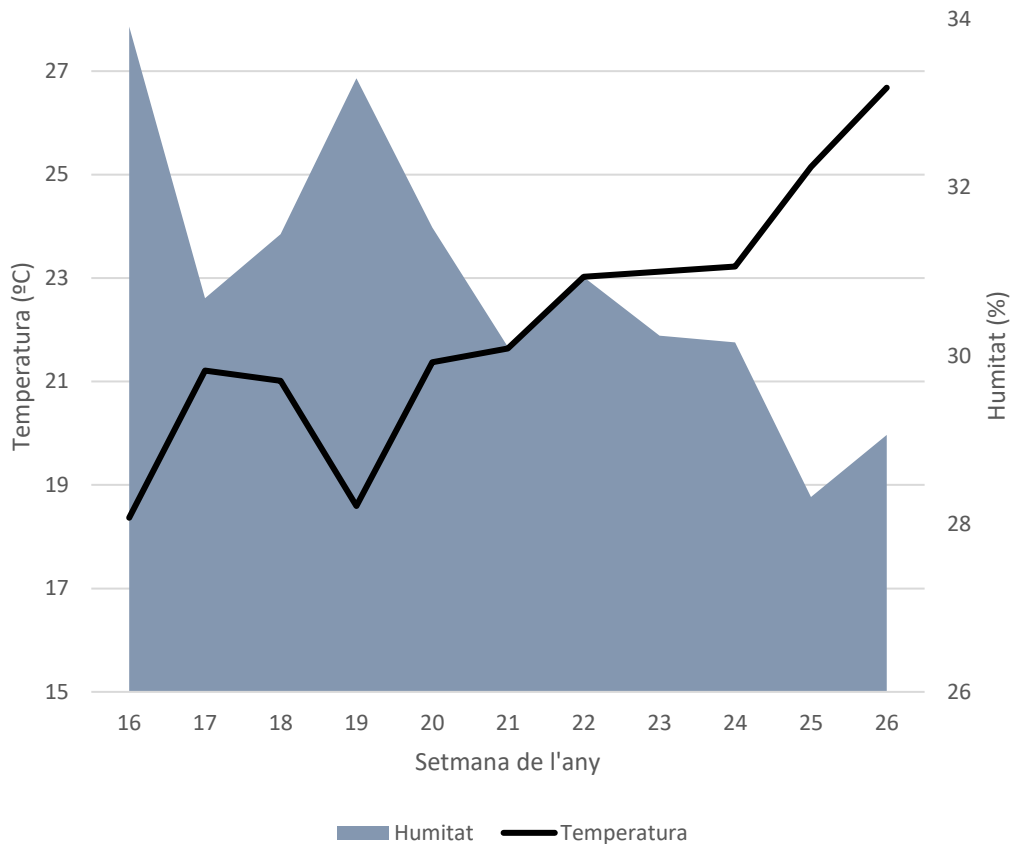


Figura 4-6 Climograma de la setmana 16 a la 26 del 2018. La línia de color negre correspon a la temperatura mitjana setmanal i l'àrea ombrejada a la mitjana d'humitat relativa atmosfèrica de l'interior de l'hivernacle (Font: Hobos UX100-003).

4.1.6 Substrat

La sembra de les tomàti-gueres es va fer en sacs de fibra de coco (Figura 4-7) de l'empresa Dutch Plantin (Holanda). Aquesta fibra és molt utilitzada en la sembra d'hidropònic, ja que permet una gran retenció d'aigua i bon desenvolupament de les arrels. Els sacs de cultiu estan compostos amb una doble capa, a la part inferior, una capa d'encenalls de coco (5-15 mm), i a la superior una capa de medul·la de coco, a la qual se li ha tret la pols fina.



Figura 4-7 Sac de fibra de coco, substrat sobre el que es plantaren les tomàti-gueres (Font: Pròpia).

4.1.7 Tractaments

Es van aplicar dos tractaments hídrics, cadascun d'ells corresponent a una fila distinta dins l'hivernacle (Figura 4-8). Per una banda, un tractament control, que cobria el 100% de l'evapotranspiració (ETP) a través del reg i, per altra banda, un tractament amb dèficit hídric que va començar a la setmana 6 d'estar plantades les tomàti-gueres. En les 6 primeres setmanes dels tractaments, les aportacions hídriques van ser idèntiques en els dos tractaments (al 100% de l'ETP). Al final del cicle, les tomàti-gueres control van rebre 250 litres d'aigua per planta, mentre les plantes del tractament amb dèficit hídric 96.4 litres.

Cada tractament es va aplicar a 48 plantes, corresponents a 6 plantes per combinació d'empelt, havent-hi 3 plantes (totes de la mateixa combinació) per sac de fibra de coco (Figura 4-9).



Figura 4-8 Fotografia de la plantació de tomàtiugeres. La fila de més a l'esquerra pertany a les tomàtiugeres control i la següent fila a les d'estat hídric deficitari.



Figura 4-9 Sac de cultiu utilitzat a l'experiment.

La dosi d'adob NPK que es va realitzar fou mitjançant la fertirrigació, constant i idèntica durant tota la fase del cultiu, i anava en funció de la quantitat de litres d'aigua que s'aplicava, seguint les pràctiques dutes a terme habitualment en produccions comercials (Taula 3). La conductivitat elèctrica i el pH va ser similar en ambdós tractaments (Annex 01 Taula 9).

Taula 3 Dosis d'abonament aportat en el reg de tomàti-gueres de *Ramellet*. La primera columna correspon als fertilitzants, la segona columna a la concentració de molècules per litre, la columna tres els grams de concentrat per metre cúbic d'aigua i per últim el total de producte fertilitzant en g o ml de producte per metre cúbic.

Fertilitzant	(mmol/l)	g/m ³	TOTAL
H ₃ PO ₄	2.00	261.33	218 ml/m³
HNO ₃	2.78	312.75	420 ml/m³
Ca(NO ₃) ₂	2.38	2571.59	2572 g/m³
KNO ₃	4.20	424.62	425 g/m³
K ₂ SO ₄	0.40	69.72	70 g/m³

4.1.8 Manteniment de l'experiment

Les plantes es varen anar entutorant i podant durant el cicle, de tal manera que estaven formades per dues tiges per planta (Figura 4-10). Dins l'hivernacle, es varen col·locar diversos ruscs amb *Bombus terrestris* per tal d'augmentar l'efectivitat de la pol·linització (Figura 4-11). Es varen aplicar els tractaments fitosanitaris habitualment realitzats per la producció comercial en condicions d'hivernacle (Annex 2, Taula 10).



Figura 4-10 Poda per conduir la planta verticalment, només deixant el brot apical, eliminant els xupons o ulls secundaris, permetent una recol·lecció escalonada i més prolongada que un cultiu de tomàti-gueres determinades (sense eliminar els ulls secundaris).



Figura 4-11 Flors de tomatiguera pol·linitzada per *Bombus terrestris*.

4.2 Material i mètodes post collita

4.2.1 Qualitat

Per a la mesura dels paràmetres de qualitat (laboratori de l'aula CAM i laboratori d'Enologia de la UIB), de cada tomatiguera s'agafaren 8 tomàtiques madures, les més representatives, que es feren netes amb un paper i aigua. Posteriorment, de manera individual, es mesurava el pes del fruit amb una bàscula de precisió (Figura 4-12), i la duresa de la tomàtiga per la part equatorial del fruit mitjançant un duròmetre (Figura 4-13). Una vegada realitzat aquest procés als 8 fruits de la mateixa planta, es batien les 8 tomàtiques alhora amb una batedora (Figura 4-14).



Figura 4-12 Imatge de la balança de precisió emprada per pesar les tomàtiques (Nimbus ADAM).



Figura 4-13 Imatge del duròmetre utilitzat per mesurar la duresa dels fruits (Laboratori Aula CAM, UIB).



Figura 4-14 Imatge de la trituradora emprada per triturar les tomàtigues (Laboratori Aula CAM, UIB).

El puré obtingut es guardava dins tubs Falcons de 15 ml (Figura 4-15) que s'emmagatzemaven dins un congelador a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Aquesta obtenció dels paràmetres de qualitat es va dur a terme en tres ocasions: just després de la recol·lecció, a mitjan període de conservació i a finals de conservació (Taula 4). En la mesura intermitja, el número de tomàtigues analitzades va ser de 4 envers de 8.

No obstant, la mesura final es va realitzar en dues ocasions distintes perquè el moment de realització venia determinat quan les caixes només conservaven 10 o menys fruits. La primera va ser a principis d'octubre i es va fer a un total de 36 caixes de les 96 que hi havia en total, sent aquestes 36 caixes de l'empelt RAM. La resta de mesures finals es realitzaren a principis de Desembre (Taula 4).



Figura 4-15 Imatge de tub Falcon de 15 ml emprat per omplir les tomàtiques triturades i posteriorment ser congelat (Laboratori Aula CAM, UIB).

Taula 4 Època de realització de les distintes mesures de qualitat.

Mesura inicial	Mesura intermitja	Mesura final
Durant el juny de 2018	21/08/2018 i 02/09/2018	03/10/2018 → 36 tomàtiques de RAM 06/12/2018 i 09/12/2018 la resta de tomàtiques.

Una vegada obtingudes totes les mostres, es va procedir a mesurar els diferents paràmetres de qualitat. Per fer això, s'extreien les mostres del congelador i es deixaven descongelar entre 2 i 3 dies a la gelera a 4 °C. Un cop descongelades, s'homogeneïtzaven amb un vòrtex (Figura 4-17) i es centrifugaven durant 2 minuts a 6000 rpm per separar el sobrenedant del pellet (Figura 4-16).



Figura 4-16 Imatge d'una centrifugadora emprada per clarificar les mostres dels Falcons (Laboratori d'Enologia, UIB)



Figura 4-17 Imatge del vòrtex que s'utilitzava per homogeneïtzar el contingut dels Falcons (Laboratori d'Enologia, UIB)

Una vegada separat el sobrenedant, se n'agafaven 200 μL amb una micropipeta i es dipositaven sobre un refractòmetre digital (Atago, Tokio, Japan) (Figura 4-18) per

mesurar la concentració de sòlids solubles totals. Un cop mesurat, es netejava l'ocular de l'aparell amb aigua destil·lada i un paper per la següent mesura. La mesura obtinguda era en ° Brix i anava del 0.0 al 60%.

Per mesurar l'acidesa, s'agafaven 20 µL del sobrenedant i es diluïen en un Falcon amb 980 µL d'aigua destil·lada, es tapava el Falcon i s'agitava per mesclar-ne el contingut. D'aquesta solució, s'agafaven 600 µL i es dipositaven sobre l'ocular del refractòmetre per realitzar la mesura d'acidesa. Acte seguit, es tornava a rentar l'ocular amb aigua destil·lada i s'eixugava. En aquest cas la mesura era en àcid cítric i els valors anaven de 0.1 al 3.00 % (annex 02).

El Falcon amb el sobrenedant i el pellet es tornà a congelar a -80 °C per si, posteriorment, s'haguessin de repetir algunes de les mesures en sòlids solubles totals i l'acidesa.



Figura 4-18 Refractòmetre digital i conductímetre elèctric (PAL-BXACID F5, Atago, Tokyo, Japó), per a la mesura de la concentració de sucres i acidesa.

4.2.2 Post collita

La recol·lecció dels fruits es feia individualitzada per planta en un total de 5 collites, i a mesura que els fruits anaven madurant. La producció es pesava al propi camp i després es traslladava a la UIB (Figura 4-19). Un cop a la universitat, els fruits

s'emmagatzemaven dins els seus corresponents caixons baix una porxada situada al camp experimental (Figura 4-20).



Figura 4-19 Caixa utilitzada per a la recol·lecció i emmagatzematge dels fruits



Figura 4-20. Porxada on s'emmagatzemaven els caixons per dur a terme la conservació dels fruits.

Durant tot el procés de conservació es va enregistrar el percentatge d'humitat relativa i la temperatura ambiental, des de la setmana 22 a la 52 de 2018. Les dades d'humitat relativa van variar entre el 55% i el 99%, i la temperatura des dels 28 °C al juliol fins als 10 °C al desembre (Figura 4-21).

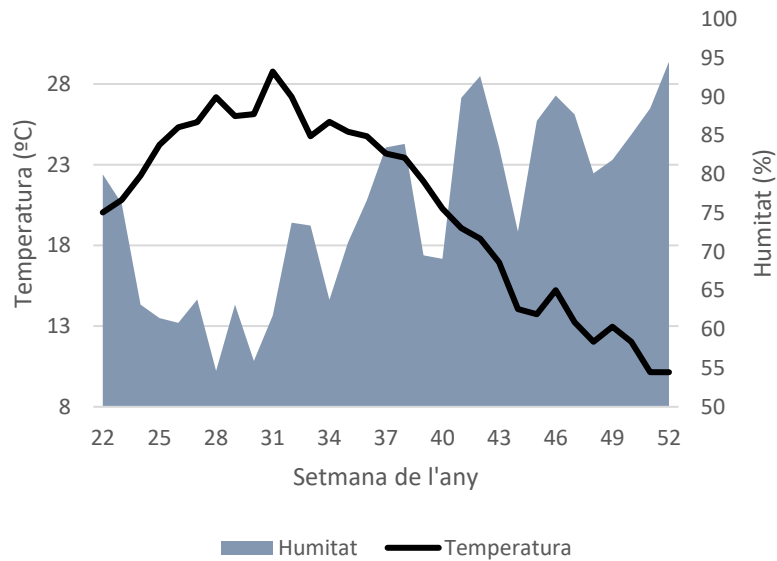


Figura 4-21 Climograma de la setmana 22 a la 52 del 2018 de l'estació meteorològica pròxima a l'aula CAM (UIB) mesurat amb un Hydrodata Serie 3000C. La línia de color negre correspon a la temperatura mitjana setmanal i l'àrea ombrejada a la mitjana d'humitat relativa (Font: Hydrodata Serie 3000C, Ceonica).

Una vegada realitzada la mesura de qualitat inicial, de cada planta es guardaren 25 fruits que s'enumeraren de l'1 al 25 al costat del pecíol (Figura 4-22). D'aquests 25 fruits, 4 es destinaren a la mesura intermitja i, per tant, no es varen tenir en compte per al registre dels paràmetres de conservació.

El període d'estudi de la durabilitat dels fruits va anar des de finals de maig fins a finals de novembre. Periòdicament, cada 12 dies, es pesaven els fruits individualment per registrar la pèrdua de pes. Les dues darreres mesures, al novembre, es van fer amb una freqüència de 20 dies. Així doncs, en total, es van realitzar 13 mesures i, en cada una d'elles, s'eliminaven totes les tomàtiques en mal estat (Figura 4-23) i s'apuntava la data d'eliminació del fruit.

Amb aquestes dades es va obtenir el percentatge de fruits podrits, el qual es va fer sobre 21 fruits. Els grams perduts per fruit, el percentatge de pes perdut i la taxa de pes diària només es va tenir en compte en els fruits que arribaren a la mesura final.



Figura 4-22 Enumeració dels fruits. En cada caixa s'enumeraven del 1 al 25.



Figura 4-23 Tomàtiques que s'eliminaven durant la fase de conservació, per símptomes de podrint.

4.2.3 Anàlisi estadística

L'anàlisi estadística es va realitzar mitjançant una anàlisi de variància (ANOVA) amb el programa estadístic R (R Core Team, Viena). Es va dur a terme mitjançant un test post-hoc de Duncan amb un nivell de significació de $p < 0.05$. Així es van determinar les diferències entre empelts NON i entre els distints patrons dins un mateix empelt.

Amb el programa R també es va realitzar una anàlisi de correlació de Pearson, considerant les correlacions significatives entre paràmetres quan $p < 0.05$. Per últim, es va fer l'anàlisi de components principals (PCA).

Els resultats obtinguts de R s'exportaren a Excel (Microsoft, Washington, Estats Units), per expressar-ne els resultats de forma visual i gràfica mitjançant figures i taules.

4.3 Incidències durant la fase experimental

S'observaren diferències visuals entre les primeres i les darreres collites. Aquestes últimes arribaren amb una maduració i coloració avançada respecte a la primera collita i, en alguns casos, es varen haver de descartar les tomàtiques per evitar que la maduració avançada afectés els resultats de les mesures (Figura 4-25 i Figura 4-26).

Alguns emprats per al seguiment post collita van ser descartats a causa de les mossegades de ratolins. El problema va ser detectat el 3 de setembre, i es va aconseguir acabar amb el problema en els següents dies (Figura 4-24).



Figura 4-24 Imatge on es pot observar que alguns dels fruits presenten mossegades de ratolí, fet que va significar haver que tirar el fruit i la disminució de la mostra, depreciant les dades corresponents a aquest fruit des de l'inici de les mesures.



Figura 4-25 Imatge d'una part de les tomàtiques que van arribar a la darrera collita, pell blana, amb signes d'excessiva maduració que va implicar que moltes d'elles no aconseguissin allargar el procés de conservació post collita.

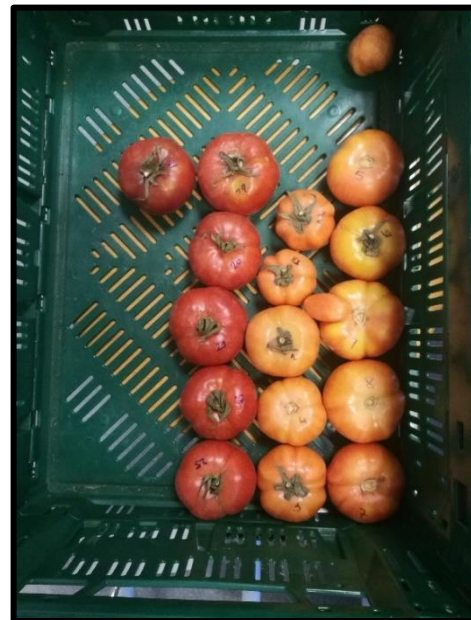


Figura 4-26 Imatge en què s'observa clarament dos colors de tomàtiques distintes dins la caixa, el color més clar són els fruits de les primeres collites i el més vermell són el fruits de la darrera collita, en la imatge de l'esquerra s'observa un fruit podrit.

5 Resultats i discussió

5.1 Producció i qualitat de collita en el tractament control

5.1.1 Producció

La producció de les diferents combinacions de tomàtiugeres varià entre els 5 i 7 kg per planta (Figura 5-1). No s'observaren diferències significatives entre els dos NONs (tomàtiugeres sense empeltar), descartant que el genotip comercial sigui més productiva que la tradicional.

Pel que fa a l'ús dels patrons, tant en l'empelt RAM com en l'HIB, no s'observaren diferències significatives, confirmant els resultats obtinguts prèviament a altres estudis realitzats tant a *Ramellet* (Ponce, 2013) com a altres varietats de tomàtiga (*Kyndia*, *Moneymarker* i *Boludo*) (Flores *et al.* 2010).

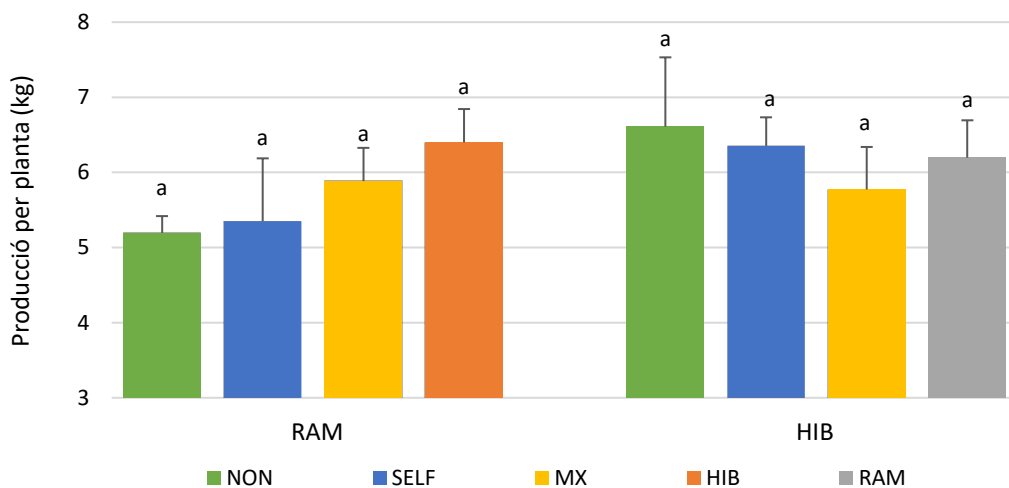


Figura 5-1 Diagrama de barres que presenta la producció en kg per planta segons l'empelt i el patró. Els colors són indicatius del patró utilitzat, segons es mostra a la mateixa figura. Les dades representen mitjanes \pm SE ($n=6$). Les lletres expressen les diferències significatives entre patrons dins el mateix empelt, i l'asterisc entre les dues combinacions no empeltades de RAM i HIB després d'un test post-hoc de Duncan ($p<0.05$).

5.1.2 Pes mig inicial del fruit

Pel que fa al pes mig inicial per fruit, no s'observaren diferències significatives entre els NONs del genotip tradicional i la comercial (Figura 5-2). Aquests resultats afirmen els resultats de l'estudi de Canyelles (2019) amb tomàtiga de *Ramellet*, on no es trobaren diferències entre genotips de tomàtiga comercial (*heirloom*, genotips de planta comercialitzada fa 50 anys) i plantes tradicionals. A l'estudi d'Ochogavía (2009), on el pes mig inicial per fruit va ser de 55.4 ± 1.1 grams, tampoc es trobaren diferències entre les accessions de *Ramellet*. Ambdós estudis es varen realitzar a l'aire lliure i a sòl, dues característiques distintes a les d'aquest experiment.

Pel que fa a l'ús del patró, les combinacions amb el patró comercial Maxifort (MX) tendiren a produir els fruits de menor pes, però sense diferències significatives amb la resta de patrons. Aquest resultat contradiu un estudi previ de patrons amb distints genotips de tomàtiga de *Ramellet* dut a terme per Ponce (2013), on sí que s'aprecià un menor pes de fruita les combinacions amb MX.

Com a conclusió parcial, sota tractament control, ni el patró ni els dos genotips d'empelt influïren en els paràmetres de producció i pes per fruit (Figura 5-1 i Figura 5-2).

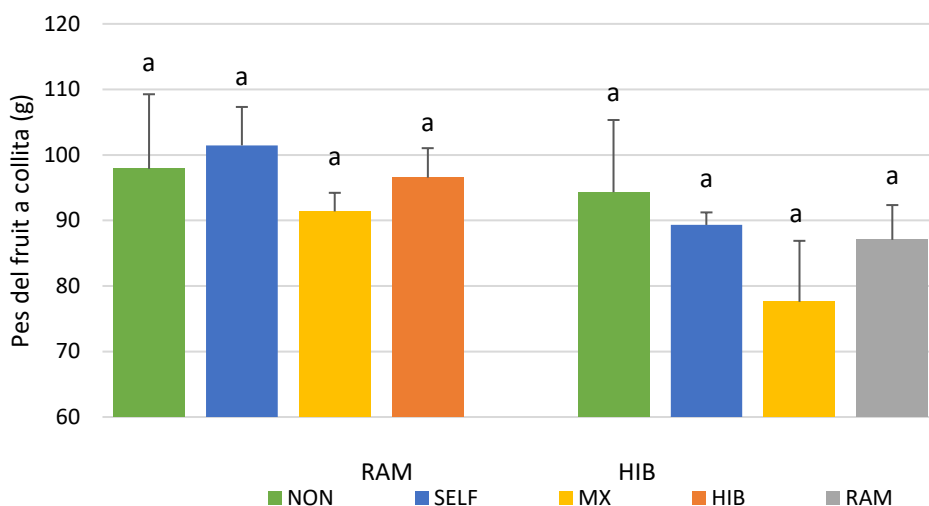


Figura 5-2 Diagrama de barres que presenta el pes del fruit en g segons l'empelt i el patró. Els colors són indicatius del patró utilitzat, segons es mostra a la mateixa figura. Les dades representen mitjanes \pm SE ($n=48$). Les lletres expressen les diferències significatives entre patrons dins el mateix empelt, i l'asterisc* entre les dues combinacions no empeltades de RAM i HIB després d'un test post-hoc de Duncan ($p<0.05$).

5.1.3 Qualitat inicial

La mesura inicial de qualitat de fruit realitzada just després de la recol·lecció indica que per a l'empelt RAM no hi va haver cap diferència entre els diferents patrons en els paràmetres de duresa, sòlids solubles totals (SST) i acidesa (Taula 5). En canvi, a les combinacions de l'empelt HIB sí que s'observen diferències significatives en duresa i SST, sent HIB-NON la combinació amb major duresa i menor SST.

Pel que fa a les diferències entre combinacions no empeltades, l'HIB-NON presentà una major duresa i una menor concentració de SST i acidesa que RAM-NON. Els resultats del present treball contradiuen els de Gómez *et al.* (2001), en el que els genotips de tomàtiga tradicional presentaven un major fermesa i concentració de SST que els comercials. Aquest efecte podria ser causat per la producció baix hivernacle, ja que el cultiu del genotip tradicional emprat es va típicament a exterior, a la seca i sense enfilat.

Les diferències significatives obtingudes en duresa, tant entre els distints patrons de l'empelt HIB com entre els dos empelts NONs, no coincideixen amb els resultats obtinguts en altres estudis, els quals no trobaren diferències significatives entre les tomàtiques empeltades i les tomàtiques NON (Khah *et al.* 2006; Ponce 2013). A més, a diferència dels resultats obtinguts per Di Gioia *et al.* (2010), Khah *et al.* (2006) i Flores *et al.* (2010), en el present estudi no s'observà influència de l'ús del patró sobre els SST inicials. Aquests resultats sí que coincideixen amb els de Davis *et al.* (2008a, b), que observà com el patró influïa en SST, acidesa i pH. Rouphael *et al.* (2010) justifica aquests resultats contradictoris en la possible incompatibilitat d'unió entre l'empelt i el patró.

Taula 5 Recopilació dels paràmetres de mesura inicial (duresa, sòlids solubles totals i acidesa) per les 8 combinacions. Els valors representen la mitjana \pm SE ($n=6$), les lletres expressen si hi ha diferències significatives entre patrons dins el mateix empelt i l'asterisc* entre les combinacions no empeltades de RAM i HIB després d'un test post-hoc de Duncan ($p<0.05$).

Empelt	Patró	Duresa	SST	Acidesa
		° Shore	° Brix	Àcid cítric (%)
RAM	NON	40.12 \pm 2.62 ^{a*}	5.50 \pm 0.31 ^{a*}	1.40 \pm 0.08 ^{a*}
	SELF	38.52 \pm 1.98 ^a	6.03 \pm 0.10 ^a	1.57 \pm 0.10 ^a
	MX	40.59 \pm 3.79 ^a	6.15 \pm 0.22 ^a	1.37 \pm 0.05 ^a
	HIB	39.17 \pm 1.95 ^a	6.05 \pm 0.26 ^a	1.54 \pm 0.12 ^a
HIB	NON	57.97 \pm 1.68 ^a	4.13 \pm 0.24 ^b	1.08 \pm 0.08 ^a
	SELF	50.33 \pm 1.33 ^b	5.15 \pm 0.32 ^a	1.00 \pm 0.06 ^a
	MX	51.45 \pm 0.60 ^b	4.97 \pm 0.34 ^a	1.12 \pm 0.15 ^a
	RAM	51.20 \pm 2.73 ^b	5.23 \pm 0.34 ^a	1.13 \pm 0.17 ^a

5.2 Paràmetres de post-collita en el tractament control

5.2.1 Dies de conservació i fruits perduts

S'observen diferències significatives entre els distints patrons i entre els empelts (Figura 5-3). Entre empelts, l'HIB-NON presentà diferències significatives amb la combinació RAM-NON. La primera d'elles tingué una conservació d'uns 130 dies enfront als 60 dies de RAM. Aquestes diferències poden ser degudes al factor del sistema de cultiu baix hivernacle. Durant molts d'anys les tomàtiques de *Ramellet* tradicionals han estat seleccionades per ser cultivades a l'aire lliure. En canvi, les HIB són un híbrid comercial optimitzat per produir sota condicions d'hivernacle i maximitzar la producció. Aquest condicionant podria haver condicionat que les tomàtiques RAM tinguin una cutícula més blana, influenciant la seva conservació.

Si observem els 4 patrons de l'empelt RAM, s'aprecien diferències significatives entre les combinacions NON i SELF enfront MX i HIB (Figura 5-3). Aquestes diferències

indiquen que l'ús de patrons influencia la conservació, sent les combinacions amb els patrons comercials les que van tenir una major conservació, d'uns 30-40 dies més. Entre patrons dins l'empelt HIB, les diferències significatives també foren presents, sent la combinació HIB-RAM la que proporcionà una major conservació del fruit. A més, qualsevol dels tres empelts (HIB-SELF, HIB-MX i HIB-RAM) presentà una major durabilitat que la HIB-NON, per tant, el fet d'empeltar millorà la conservació.

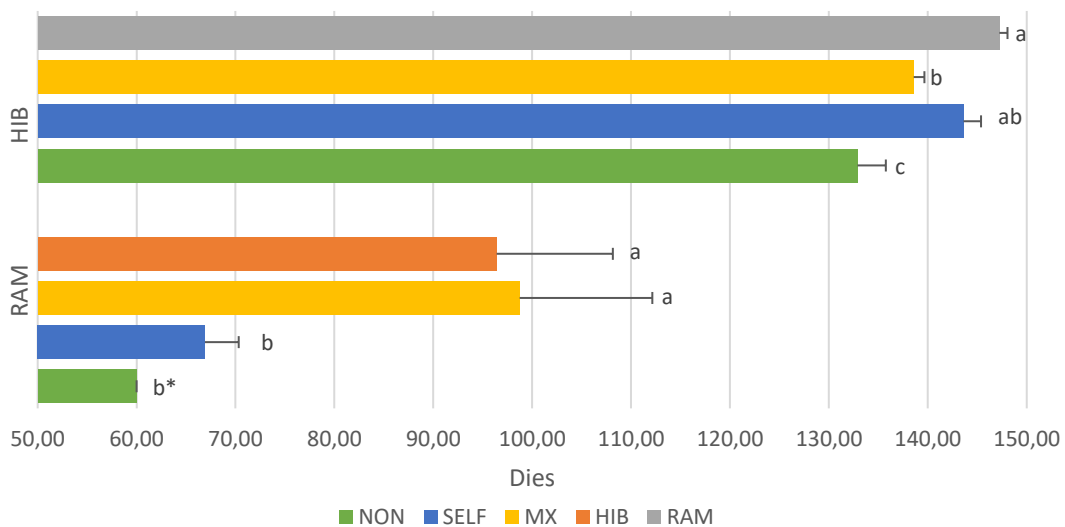


Figura 5-3 Diagrama de barres de la conservació de les tomàtigues en dies segons l'empelt i el patró. Els colors són indicatius del patró utilitzat, segons es mostra a la mateixa figura. Les dades representen mitjanes \pm SE ($n=50-70$). Les lletres expressen les diferències significatives entre patrons dins el mateix empelt, i l'asterisc* entre les combinacions no empeltades de RAM i HIB després d'un test post-hoc de Duncan ($p<0.05$).

Durant el període de conservació de les distintes tomàtigues (Figura 5-3), es va calcular el percentatge de fruits perduts (Figura 5-4). En totes les combinacions, el percentatge de fruits perduts fou d'entre el 30 i el 55%. Entre les combinacions NON de RAM i HIB no es trobaren diferències significatives pel que fa al percentatge de fruits perduts.

En canvi, per a l'empelt RAM l'ús de distintes patrons sí que va afectar significativament la conservació, i les tomàtiqüeres empeltades sobre sí mateix (RAM-SELF) foren les que

van perdre menor nombre de fruits. En canvi, les combinacions RAM-NON i RAM-MX foren les que més fruits perduren, amb una durada d'uns 60-100 dies.

Si s'analitzen les Figures 5-3 i 5-4 conjuntament, s'observa que a l'empelt RAM hi ha hagut menor temps de conservació i un percentatge de fruits perduts més elevat, i que el patró va influenciar en el percentatge de fruits perduts. En canvi, a l'empelt HIB els fruits van durar més temps i es podriren menys sense que el patró intervingui en el podriment dels fruits. Aquests resultats semblen indicar de nou que el genotip de tomàtiga de *Ramellet* emprat no estava adaptada a un cultiu baix hivernacle.

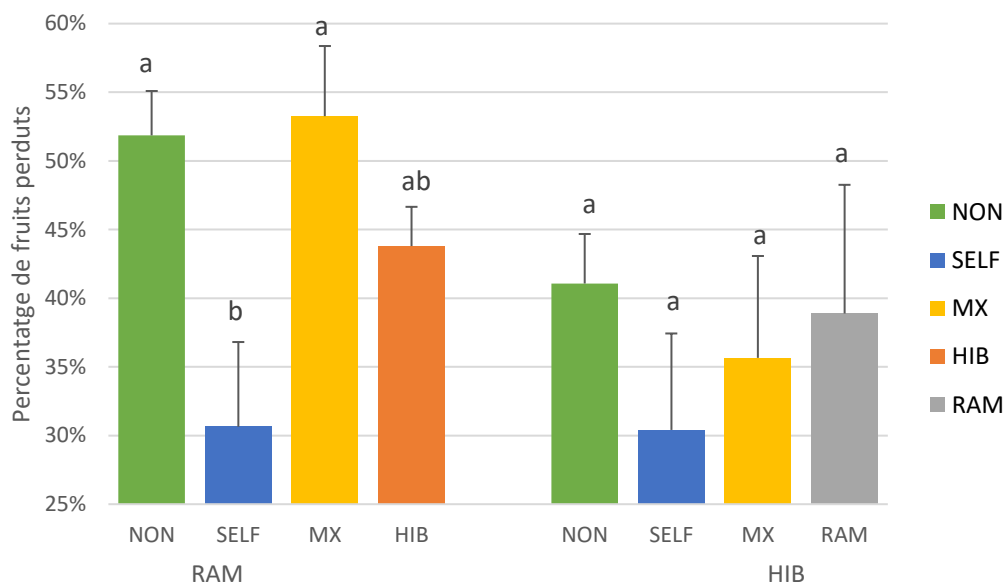


Figura 5-4 Diagrama de barres que presenta el percentatge de fruits que es varen perdre entre 60 i 147 dies post collita segons l'empelt i el patró. Els colors són indicatius del patró utilitzat, segons es mostra a la mateixa figura. Les dades representen mitjanes \pm SE ($n=115-126$). Les lletres expressen les diferències significatives entre patrons dins el mateix empelt, i l'asterisc* entre les combinacions no empeltades de RAM i HIB després d'un test post-hoc de Duncan ($p<0.05$).

5.2.2 Pes final, percentatge de pes perdut i taxa de pèrdua de pes de fruit

No s'aprecien diferències significatives entre els dos empelts NONs en el pes final de fruit (Taula 6). Aquests resultats són oposats als de la Figura 5-2, on els fruits de l'empelt

RAM presentaren un major pes inicial post collita. Tampoc s'aprecien diferències significatives entre els patrons dins cada un dels dos empelts.

Referent al percentatge de pes perdut, la pèrdua va ser entre 15% i 23% al llarg del període de mesura, on l'HIB-NON presentà un major percentatge de pes perdut en comparació a RAM-NON (Taula 6). Tant a l'empelt HIB com a RAM, no s'obtingueren diferències significatives entre l'ús dels distints patrons (Figura 5-2). Si aquest estudi es compara amb altres ja realitzats, per exemple en tomàtiques de Penjar, a 120 dies post-collita, s'havia perdut un 17% (Casals *et al.* 2015).

En relació a la taxa diària de pèrdua de pes, els fruits RAM-NON, amb una pèrdua de 0.19 g/dia, presenten diferències significatives en comparació amb els fruits HIB-NON, amb 0.13 g/dia (Taula 6). Aquest paràmetre pren rellevància depenent de si la comercialització es pretén realitzar immediatament després de la collita o a èpoques més allunyades de l'època de cultiu. L'ús dels diferents patrons de l'empelt HIB no presentaren diferències significatives entre ells. Per contra, dins l'empelt RAM sí que s'observen diferències significatives entre els diferents patrons. En els tres casos en què es va realitzar empelt a RAM, la taxa diària de pèrdua de pes és menor que la combinació de no empelt, el que suggereix que l'empelt en sí ja implica una millora en aquest paràmetre.

En resum, la taxa de pèrdua de pes a RAM fou major que l'HIB. No obstant, com que l'empelt HIB va durar més temps post-collita els percentatges de pes perdut són majors en HIB.

Taula 6 Recopilació dels paràmetres finals de conservació (pes final, percentatge de pes perdut respecte a la inicial i la taxa de grams diaris perduts per tomàtiga). Les dades són mitjanes \pm SE ($n=60-70$). Les lletres expressen si hi ha diferències significatives entre patrons dins el mateix empelt i l'asterisc* entre les combinacions no empeltades de RAM i HIB després d'un test post-hoc de Duncan ($p<0.05$).

Empelt	Patró	Pes final g	Percentatge de pes respecte a collita % pes	Taxa de pèrdua de pes g/dia
RAM	NON	62.77 \pm 6.47 ^a	15.99 \pm 1.28 ^{a*}	0.19 \pm 0.02 ^{a*}
	SELF	62.39 \pm 5.68 ^a	16.18 \pm 1.92 ^a	0.16 \pm 0.01 ^b
	MX	55.48 \pm 3.57 ^a	20.85 \pm 2.13 ^a	0.15 \pm 0.01 ^b
	HIB	58.33 \pm 2.85 ^a	19.16 \pm 1.42 ^a	0.15 \pm 0.01 ^b
HIB	NON	72.87 \pm 6.43 ^a	19.98 \pm 0.46 ^a	0.13 \pm 0.01 ^a
	SELF	64.29 \pm 5.54 ^a	22.49 \pm 2.26 ^a	0.12 \pm 0.00 ^a
	MX	69.84 \pm 4.41 ^a	18.92 \pm 1.57 ^a	0.11 \pm 0.01 ^a
	RAM	67.18 \pm 3.32 ^a	22.19 \pm 1.38 ^a	0.12 \pm 0.01 ^a

5.2.3 Evolució dels paràmetres de qualitat

La duresa disminuï al llarg del temps post-collita, com s'observa en la Figura 5-5. Això es degut a que el fruit va augmentant el grau de maduració i es van debilitant les parets, la membrana cel·lular i al funcionament enzimàtic (Zapata *et al.* 2007).

S'apreciaren diferències significatives en els paràmetres de qualitat entre els NONs en la mesura inicial, en canvi, aquestes diferències desaparegueren en les mesures intermitja i final (Figura 5-5). Aquests resultats mostren com HIB inicialment presentà una major duresa però amb el temps s'igualava a RAM, indicatiu que RAM no ha estat seleccionada per cultivar-se baix hivernacle.

Per a l'empelt RAM, independentment del patró, s'observà una disminució general en la duresa des de la mesura inicial a la intermitja, significativa en tots els casos excepte a RAM-SELF. Posteriorment, la duresa no experimentà cap canvi significatiu si es comparen els valors intermitjos i finals.

En el cas de l'empelt HIB s'observà el mateix patró que per a l'empelt RAM quant a l'evolució de la duresa, però amb una caiguda inicial més accentuada. Igualment, la manca de diferències entre els valors intermitjos i els finals indica que el descens en duresa no és lineal en el temps, el que podria ser causat per una desacceleració en la degradació de la paret cel·lular

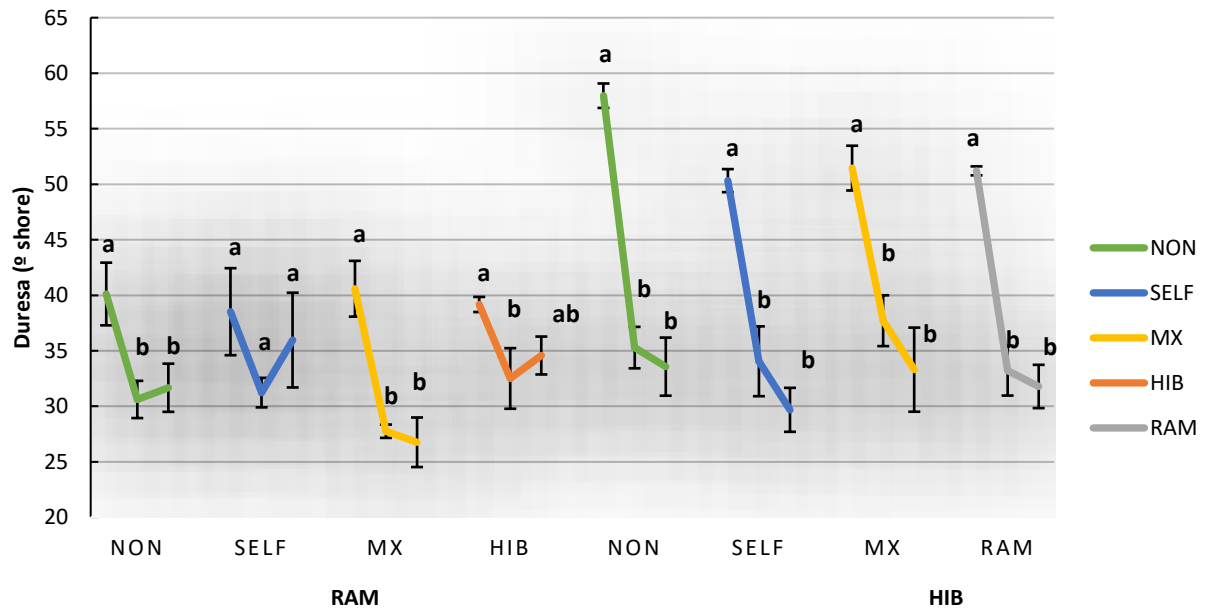


Figura 5-5 Gràfic lineal que presenta l'evolució de la duresa de les tomàtiques en tres moments, després de la collita, mesura intermitja, i mesura final. Els colors són indicatiu del patró utilitzat, segons es mostra a la mateixa figura. Les dades representen mitjanes \pm SE (n (inicial i final)=48 i n (intermitja)=24). Les lletres expressen les diferències significatives entre els distintes mesures posteriors a la collita dins el mateix empelt, i l'asterisc* entre la mateixa mesura entre les dues combinacions no empeltades de RAM i HIB després d'un test post-hoc de Duncan ($p < 0.05$).

En l'evolució dels SST, RAM-NON presentà majors valors que HIB-NON en les mesures inicial i final, si bé en la mesura intermitja aquesta diferència desaparegué (Figura 5-6).

Aquest resultat confirma l'argument de Gómez *et al.* (2001) en relació a què els genotips tradicionals solen presentar un major contingut de SST i major fermesa.

Dins l'empelt RAM, el patrons NON i MX no presentaren diferències significatives entre les distintes mesures. En contraposició, RAM-SELF i RAM-HIB sí que experimentaren un descens de la concentració de SST al llarg del temps de conservació.

En l'empelt HIB, només la combinació HIB-NON és la que presenta diferències significatives entre la mesura inicial i l'intermitja, entre aquestes mesures es produeix un increment. No obstant, entre la mesura intermitja i l'anàlisi final, les diferències significatives en tots els patrons van ser presents amb un descens generalitzat, aquest descens es degut a que des de la mesura intermitja a la final, els sucres i altres sòlids van començar-se a degradar.

Comparant els nostres resultats amb altres estudis i genotips, en la varietat *Penjar* (varietat catalana similar a la *Ramellet*) es va reportar una pèrdua ràpida de sucres (fructosa i glucosa) els dos primers mesos post-collita, amb un alentiment d'aquest procés en mesos posteriors (Casals *et. al.*, 2015). En contraposició, Lopez (2013) observà un manteniment dels SST al genotip *Ramellet* en els dos primers mesos post-collita, per començar a descendir posteriorment. Ponce (2013) només va trobar diferències significatives entre els distints patrons en un dels tres empelts estudiats, no trobant diferències entre les dues mesures post collita. En la varietat *Reserva F1* es va observar una evolució ascendent dels SST els primer 30 dies i, a partir d'aquell moment es va iniciar una degradació (Navarro, 2012). Per tant, els estudis previs mostren un ample ventall de possibilitats pel que fa a l'evolució dels SST durant la conservació de la tomàtiga. Caldria analitzar en detall si aquest comportament diferenciat es troba relacionat amb pràctiques agrícoles i/o condicions de cultiu diferents.

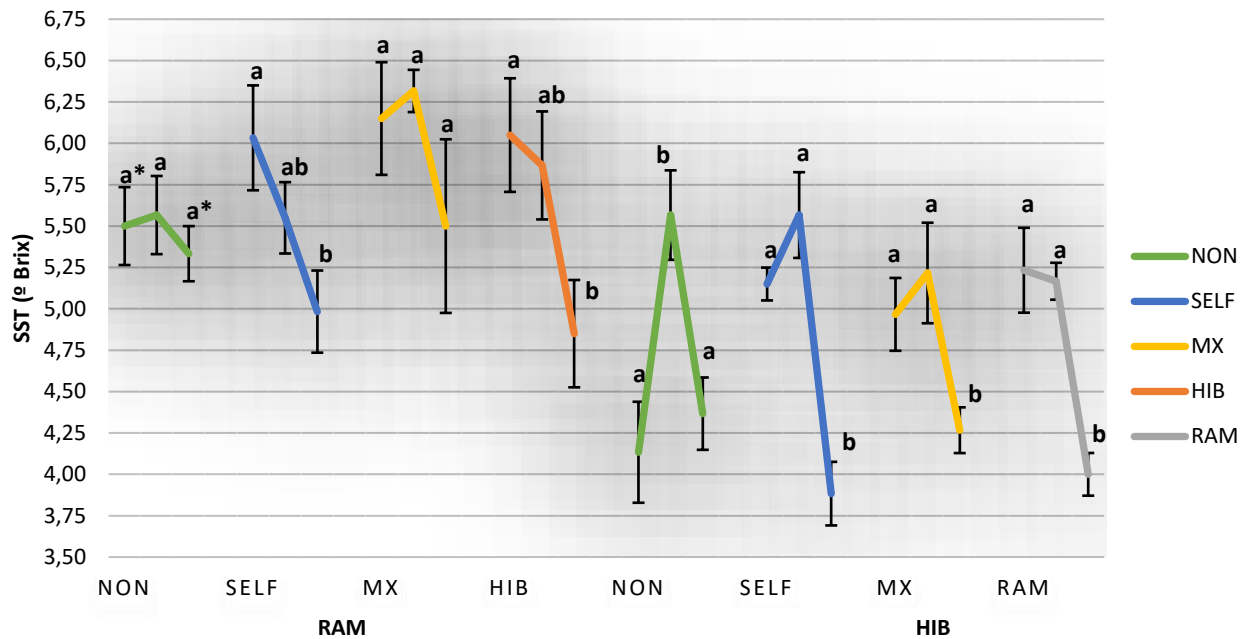


Figura 5-6 Gràfic lineal que presenta l'evolució dels SST de les tomàtiques en tres moments, després de la collita, mesura intermitja, i mesura final. Els colors són indicatius del patró utilitzat, segons es mostra a la mateixa figura. Les dades representen mitjanes \pm SE ($n=6$). Les lletres expressen les diferències significatives entre els distintes mesures posteriors a la collita dins del mateix empelt, i l'asterisc* entre la mateixa mesura entre les dues combinacions no empeltades de RAM i HIB després d'un test post-hoc de Duncan ($p < 0.05$).

L'acidesa presentà un increment amb el pas del temps post-collita, amb l'empelt RAM-NON mostrant valors superiors a l'HIB-NON, si bé amb diferències significatives només en les mesures inicial i intermitja (Figura 5-7).

Dins l'empelt RAM, cada patró seguí una evolució distinta. Només RAM-NON i RAM-MX presentaren diferències significatives entre les tres mesures. RAM-NON assolí el màxim valor d'acidesa en la mesura intermitja i la combinació RAM-MX a la mesura final.

En el cas de l'empelt HIB, la tendència fou similar que a l'empelt RAM, sent l'empelt sobre el patró MAX el que mostrà una evolució més diferenciada, amb canvis menors o no significatius en el cas de la resta de patrons..

Aquests resultats no es corresponen amb els obtinguts per Casals *et al.* (2015), que va realitzar un estudi de l'evolució dels distints àcids a 2 i 4 mesos post collita amb tomàtiga de *Penjar*. En el seu estudi, Casals *et al.* (2015) es va observar que l'àcid cítric descendia durant la conservació post collita per la participació d'aquest àcid en el cicle de Krebs. En canvi, l'àcid màlic i el glutamínic augmentaven durant la conservació post collita. Cal mencionar que l'àcid màlic està baix la regulació de l'etilè i es veu alterat per l'al·lel *Alc*, present tant en la varietat *Penjar* com a *Ramellet*. En canvi, l'àcid glutamínic, un dels principals aminoàcids de la tomàtiga, augmenta 10-40 vegades durant la maduració i posteriorment a la maduració (Boggio *et al.* 2000).

A l'estudi de López (2013) amb tomàtiga de *Ramellet*, els grams d'àcid cítric en 100 ml de dissolució van disminuir durant la conservació (de setembre a desembre), no obtenint els mateixos resultats que en aquest estudi, on el període de conservació es més prolongat. Aquest condicionant podria ser causat per l'efecte hivernacle al qual es van sotmetre les tomàtigueres en el present estudi.

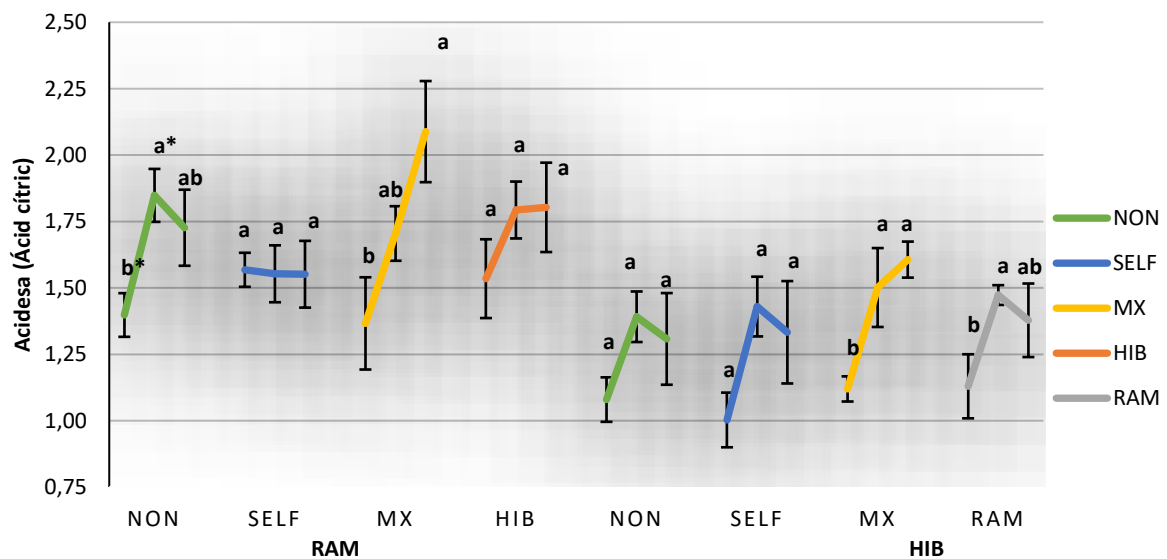


Figura 5-7 Gràfic lineal que presenta l'evolució de l'àcid cítric de les tomàtigueres en tres moments, després de la collita, mesura intermig, i mesura final. Els colors són indicatius del patró utilitzat, segons es mostra a la mateixa figura. Les dades representen mitjanes \pm SE ($n=6$). Les lletres expressen les diferències significatives entre les distintes mesures posteriors a la collita dins el mateix empelt, i l'asterisc* entre la mateixa mesura entre les dues combinacions no empeltades de RAM i HIB després d'un test post-hoc de Duncan ($p < 0.05$).

5.3 Producció i qualitat en dèficit hídric

5.3.1 Producció

La producció en dèficit hídric va representar entre un 20 i un 30% de la producció control, observant-se diferències significatives en totes les combinacions (Figura 5-8). En canvi, no s'obtingueren diferències significatives entre els diferents patrons ni empelts en estat hídric deficitari, amb una mitjana de producció de 1.57 ± 0.05 kg per planta.

Referent al patró MX, no s'aprecià cap millora en productivitat ni en la interacció amb el dèficit hídric, sent MX un genotip comercial d'alt vigor utilitzat com a patró per a genotips poc vegetatius i poc resistents a estressos hídrics i salins. Per tant, l'ús dels diferents patrons no va influenciar la producció de tomàtiga ni sota condicions control ni en dèficit hídric. El mateix efecte fou observat per Ponce (2013) amb *Ramellet* cultivat a hivernacle (no hidropònic) i sota reg a saturació.

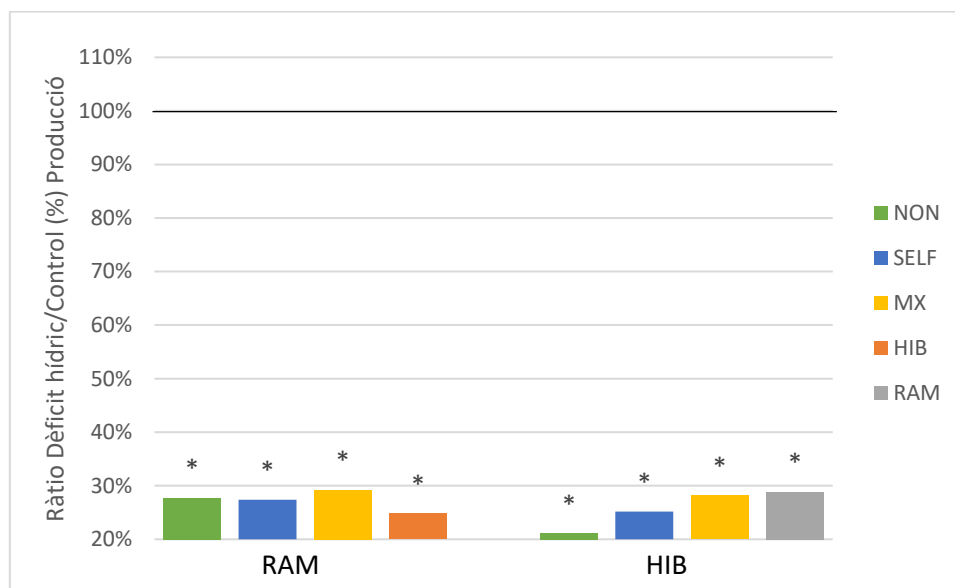


Figura 5-8 Diagrama de barres que presenta els ràtios de producció entre el tractament de dèficit hídric i el control. Els colors són indicatius del patró utilitzat, segons es mostra a la mateixa figura. Les dades representen mitjanes ($n=6$). L'asterisc* expressa les diferències significatives entre el mateix empelt entre la combinació de tractament control amb la de dèficit hídric després d'un test post-hoc de Duncan ($p < 0.05$).

5.3.2 Pes mig inicial del fruit

En condicions de dèficit hídric, la combinació HIB-NON va tenir un pes inicial del fruit major que la resta de combinacions, presentant diferències significatives amb RAM-NON i entre els distints patrons dins el mateix empelt. Concretament HIB-NON va ser la única combinació que no presenta diferències significatives entre el tractament control i el de dèficit hídric (Figura 5-9). En l'estudi de León, (2015) s'observaren que les tomatigueres amb un tractament al 100% d'ETC o al 50%, presentaven diferències significatives entre tractament en rendiment per planta i pes per fruit.

Referent a totes les combinacions de l'empelt RAM sota estrès hídric deficitari els fruits pesaren entre un 45-55% del pes dels fruits amb tractament control. En canvi, en l'empelt HIB els fruits foren entre el 60-75% del pes dels fruits control.

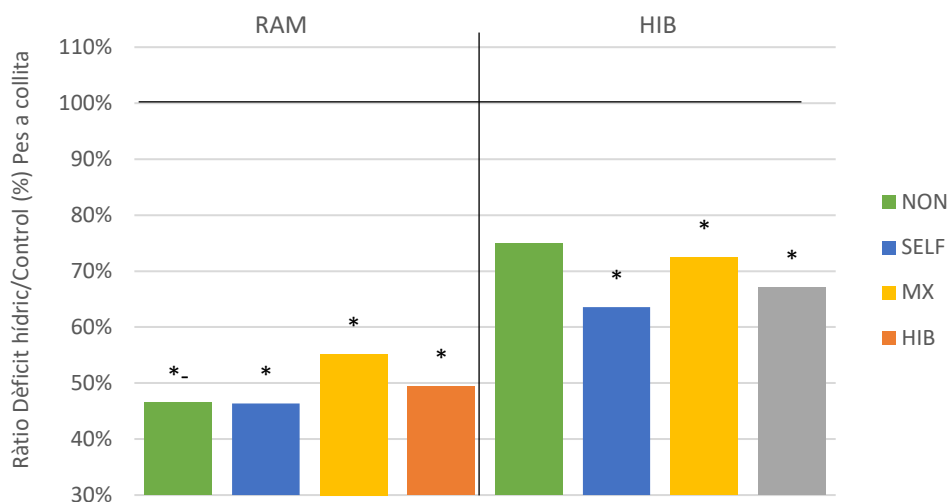


Figura 5-9 Diagrama de barres que representa el ràtio de pes a collita entre el tractament amb dèficit hídric i el control. Els colors són indicatius del patró utilitzat, segons es mostra a la mateixa figura. Les dades representen el percentatge ($n=48$). L'asterisc* expressa les diferències significatives entre la combinació de tractament control i la de dèficit hídric amb la mateixa combinació patró-empelt, el guió expressa les diferències entre les combinacions RAM-NON i RAM-HIB després d'un test post-hoc de Duncan ($p<0.05$).

5.4 Paràmetres de post-collita en el tractament hídric deficitari

Com s'observa en el diagrama dels dies de conservació dels fruits després de collita en estat hídric deficitari (Figura 5-10) les diferències significatives entre RAM-NON i HIB-NON i entre els distints patrons tant en l'empelt RAM com en l'HIB són presents. Dins l'empelt RAM, el patró HIB és el que presenta la major durabilitat respecte les altres combinacions. En canvi, en l'empelt HIB, la combinació HIB-SELF és la que presenta més durabilitat amb 147 dies post collita i HIB-RAM amb 138 dies la de menor.

Comparant el tractament control amb el tractament amb estrès hídric s'observaren diferències significatives en 6 de les 8 combinacions. En HIB, les tomàtiqüeres amb dèficit hídric van incrementar el temps de conservació respecte les de tractament control, presentant totes les combinacions diferències significatives. En canvi, en RAM les combinacions RAM-SELF i RAM-MX no presenten diferències significatives respecte control. Sent RAM-MX l'única combinació en què la conservació és inferior al tractament control (Figura 5-11).

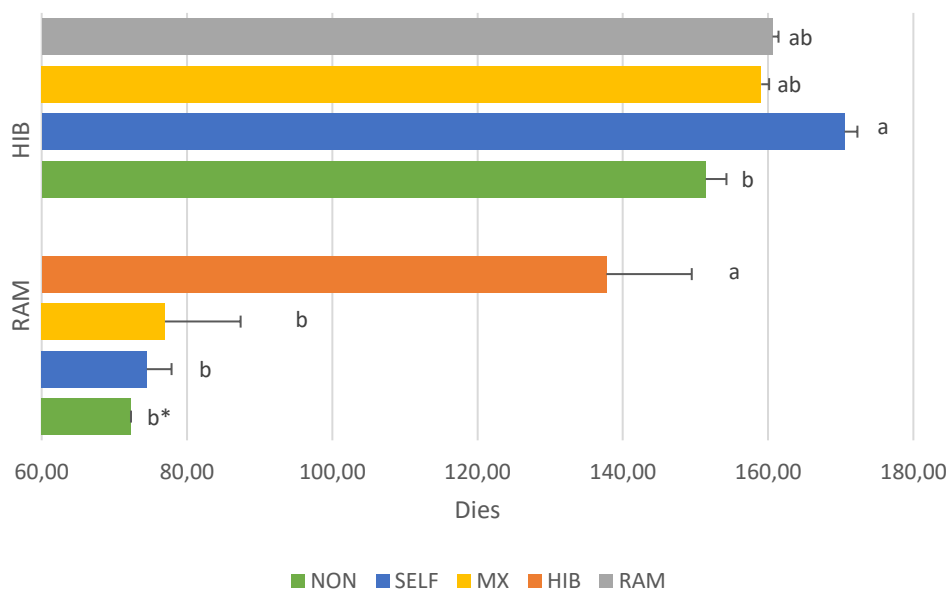


Figura 5-10 Diagrama de barres que presenta la conservació de les tomàtiqüeres en dies en estrès hídric. Els colors són indicatius del patró utilitzat, segons es mostra a la mateixa figura. Les dades representen mitjanes \pm SE ($n=50-70$). Les lletres expressen les diferències significatives entre patrons dins el mateix empelt, i l'asterisc* entre les dues combinacions no empeltades de RAM i HIB després d'un test post-hoc de Duncan ($p<0.05$).

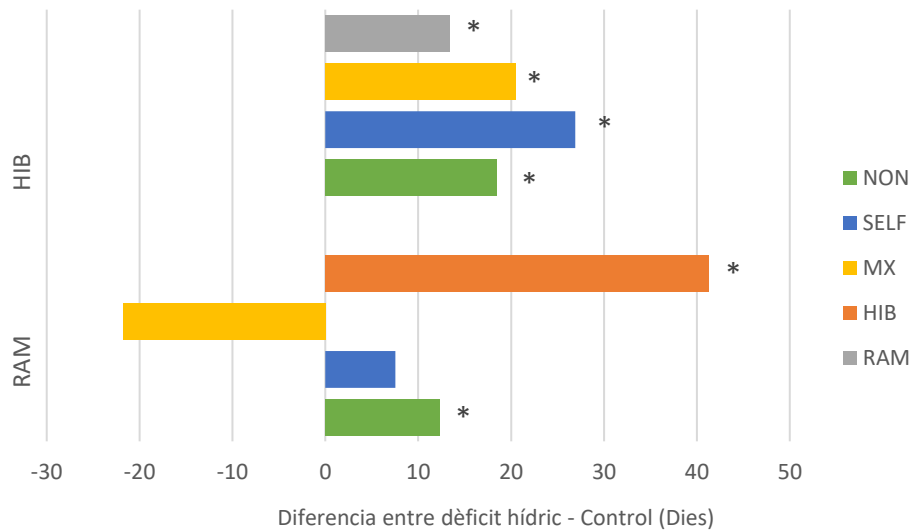


Figura 5-11 Diagrama de barres que presenta la diferència en dies de la conservació de les tomàtiques entre el tractament en dèficit hídric i el tractament control. Els colors són indicatius del patró utilitzat, segons es mostra a la mateixa figura. Les dades representen mitjanes \pm SE ($n=50-70$). L'asterisc* expressa les diferències significatives entre la mateixa combinació entre el tractament control amb la de dèficit hídric després d'un test post-hoc de Duncan ($p<0.05$).

Durant el període de conservació de les tomàtiques el percentatge de fruits perduts de les combinacions de tractament sota estrès hídric, fou d'entre el 20 i el 45% (Figura 5-12). Entre les combinacions NON de RAM i HIB no es trobaren diferències significatives pel que fa al percentatge de fruits perduts. En canvi tant dins l'empelt RAM com HIB el patró ha influenciat significativament la conservació, sent les tomàtiques RAM-NON, HIB-MX i HIB-RAM les de menor percentatge de fruits perduts.

Amb el percentatge de fruits perduts, les diferències significatives entre el tractament control i el tractament amb dèficit hídric, només han estat presents en les combinacions RAM-NON i RAM-MX. Aquestes dues combinacions amb el tractament amb dèficit hídric el percentatge de fruits perduts es inferior, per tant amb condicions de sequera es perden menys fruits. (Figura 5-13).

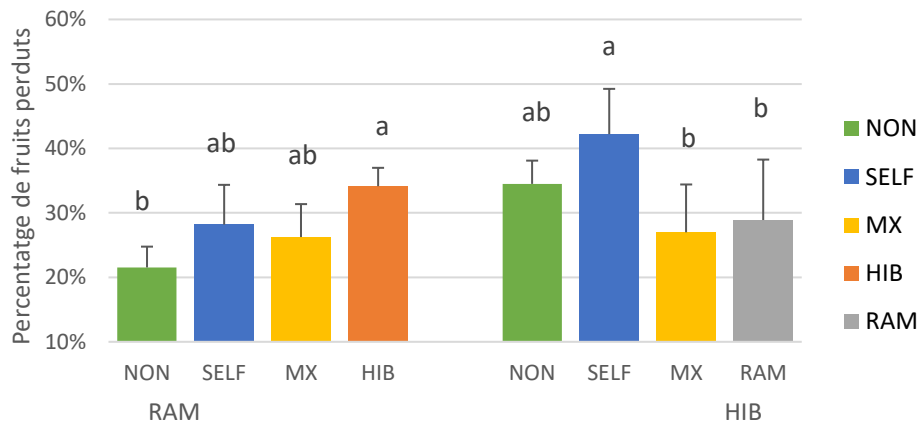


Figura 5-12 Diagrama de barres que presenta el percentatge de fruits que no arribaren a la mesura final en estrès hídric. Els colors són indicatius del patró utilitzat, segons es mostra a la mateixa figura. Les dades representen mitjanes \pm SE ($n=115-126$). Les lletres expressen les diferències significatives entre patrons dins el mateix empelt, i l'asterisc* entre les dues combinacions no empeltades de RAM i HIB després d'un test post-hoc de Duncan ($p<0.05$).

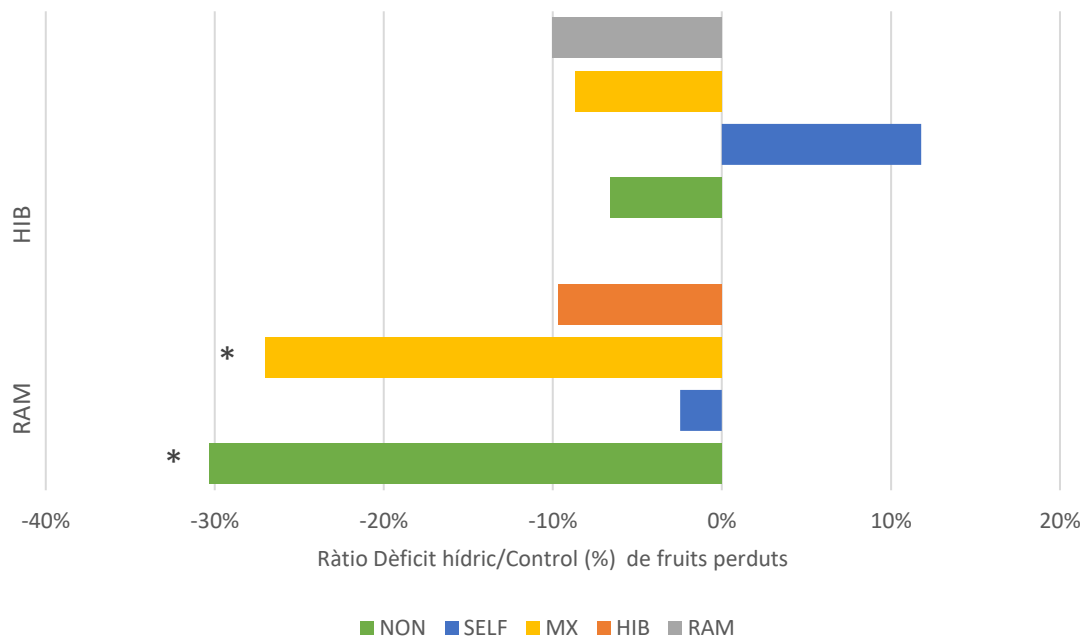


Figura 5-13 Diagrama de barres que presenta el ràtio amb el percentatge de fruits perduts entre el tractament amb dèficit hídric i el control. Els colors són indicatius del patró utilitzat, segons es mostra a la mateixa figura. Les dades representen mitjanes ($n=115-126$). L'asterisc* expressa les diferències entre la combinació control amb la de dèficit hídric del mateix empelt després d'un test post-hoc de Duncan ($p<0.05$).

5.4.1 Pes final, percentatge de pes perdut i taxa de pèrdua de pes en estrès hídric

Dels tres paràmetres analitzats en la mesura final (pes final, percentatge de pes perdut i taxa de pèrdua de pes) només s'observaren diferències significatives entre les combinacions RAM-NON i HIB-NON en el percentatge de pes perdut (Taula 7).

Entre els distints patrons de l'empelt RAM, el percentatge de pes no presenta diferències significatives; en canvi, al pes final i la taxa de pèrdua de pes sí que se n'observen. Comparant els resultats d'estres hídric amb els de tractament control, tant en pes final com amb la taxa de pèrdua de pes hi ha diferències significatives, en el cas de la taxa diària el tractament amb dèficit hídric NON va ser la meitat de la observada al control (0.09g/dia contra 0.19 g/dia) (Taula 7).

A l'empelt HIB, el pes final i el percentatge de pes respecte collita són els dos paràmetres on es troben diferències significatives entre els distints patrons. Sent a la combinació HIB-SELF la que presenta els fruits més lleugers i la té major percentatge de pes perdut, per tant la combinació menys favorable per cultiu baix estrès hídric.

Taula 7. Recopilació de paràmetres finals en dèficit hídric (pes final, percentatge de pes perdut respecte a la inicial i la taxa de grams diaris perduts per tomàtiga). Els valors representen la mitjana \pm SE ($n=60-70$). Les lletres expressen si hi ha diferències significatives entre patrons dins el mateix empelt i l'asterisc* entre les combinacions no empeltades de RAM i HIB després d'un test post-hoc de Duncan ($p<0.05$).

Empelt	Patró	Pes final g	Percentatge de pes respecte a collita % pes	Taxa de pèrdua de pes g/dia
RAM	NON	37.51 \pm 1.97 ^a	14.33 \pm 1.01 ^{a*}	0.09 \pm 0.01 ^{ab}
	SELF	32.87 \pm 1.17 ^b	17.99 \pm 2.54 ^a	0.10 \pm 0.01 ^a
	MX	37.36 \pm 1.38 ^{ab}	15.53 \pm 1.44 ^a	0.09 \pm 0.01 ^{ab}
	HIB	35.79 \pm 1.33 ^{ab}	19.21 \pm 2.25 ^a	0.06 \pm 0.01 ^b
HIB	NON	36.77 \pm 1.52 ^a	25.94 \pm 1.28 ^b	0.09 \pm 0.01 ^a
	SELF	30.72 \pm 1.03 ^b	31.93 \pm 0.63 ^a	0.08 \pm 0.00 ^a
	MX	32.15 \pm 0.98 ^b	28.77 \pm 1.57 ^{ab}	0.08 \pm 0.00 ^a
	RAM	33.82 \pm 1.15 ^{ab}	27.54 \pm 1.67 ^b	0.08 \pm 0.01 ^a

5.4.2 Evolució de la qualitat en el tractament en dèficit hídric

Els paràmetres de qualitat Duresa (Figura 5-14), SST (Figura 5-15) i acidesa (Figura 5-16) i la seva variació al llarg del període de conservació post-collita de les plantes en dèficit hídric els resultats varen ser molt similars als observats al tractament control.

A la duresa, només s'apreciaren diferències significatives entre les combinacions NONs en la mesura inicial, sent l'HIB-NON el que presentà major duresa, en les mesures intermitja i final desaparegueren les diferències. En totes les combinacions tan en l'empelt RAM com en l'HIB presenten diferències significatives entre la mesura inicial i la intermitja excepte RAM-SELF, produint-se un descens de la duresa. No obstant, entre la mesura intermitja i la final només HIB-SELF i HIB-MX hi ha hagut diferències, un altre cop amb un descens. (Figura 5-14).

Pel que fa a les diferències entre el tractament de control i el d'estrès hídric (Taula 8), les diferències significatives només foren presents en RAM intermig i HIB intermig, en la resta no aparegueren. A més, la duresa de les tomàtiques en dèficit hídric va ser menor que la duresa de les tomàtiques control.

Sobre el contingut de SST, el pas del temps originà un descens de la concentració de SST en totes les combinacions, excepte RAM-NON. Entre les combinacions NONs, només s'aprecien diferències significatives en la mesura final, sent l'HIB-NON més baix. Comparant les combinacions amb el tractament control, en totes les mesures s'observaren diferències significatives, tenint les tomàtiques en estrès hídric una major concentració de SST que las tomàtiques control (Figura 5-15 i Taula 8). Resultats que ja es trobaren en distintes línies de tomàtiga, entre elles algunes que el gen CIN1 estava més accentuat (Cantero, 2014).

Finalment, en acidesa entre les dues combinacions NONs en estrès hídric només es trobaren diferències significatives en la mesura intermitja. Individualment, dins cada combinació, només s'apreciaren diferències significatives en RAM-NON i HIB-SELF entre mesures, sent la mesura inicial la que contenia diferències respecte la mesura intermitja i la final. Comparant aquests resultats amb els de tractament control, s'observaren diferències en totes les mesures i empelts, sent la concentració d'àcid cítric major en estrès hídric (Figura 5-16).

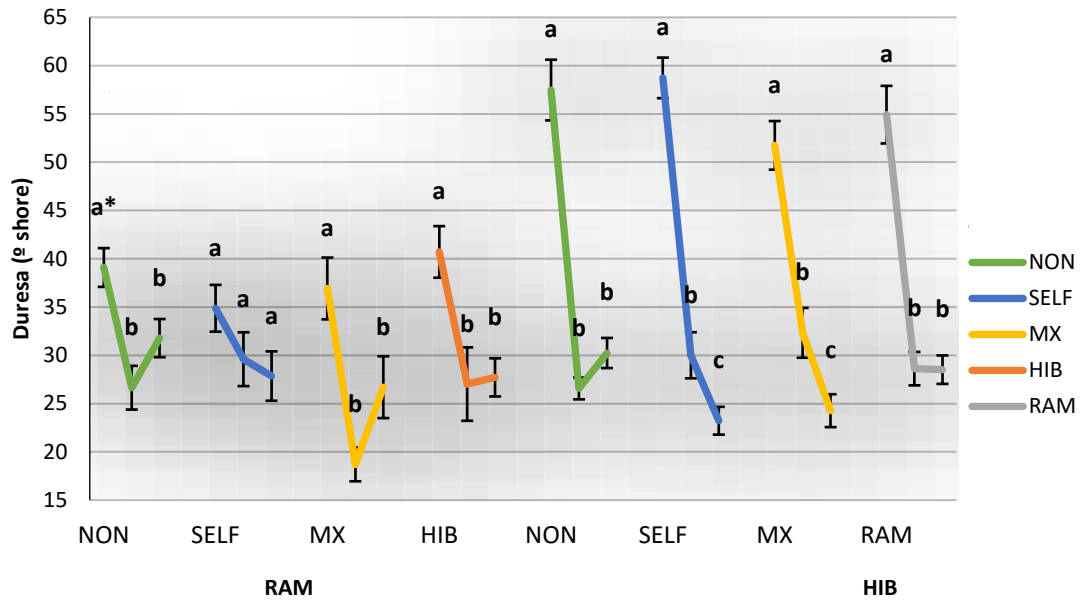


Figura 5-14 Gràfic lineal que presenta l'evolució de la duresa de les tomàtiques en tres moments, després de la collita, mesura intermitja i mesura final. Els colors són indicatius del patró utilitzat, segons es mostra a la mateixa figura. Les dades són mitjanes \pm SE (n (inicial i final)=48 i n (intermitja)=24). Les lletres expressen les diferències significatives entre les distintes mesures posteriors a la collita dins la mateixa combinació, i l'asterisc* entre la mateixa mesura entre les dues combinacions no empeltades de RAM i HIB després d'un test post-hoc de Duncan ($p < 0.05$).

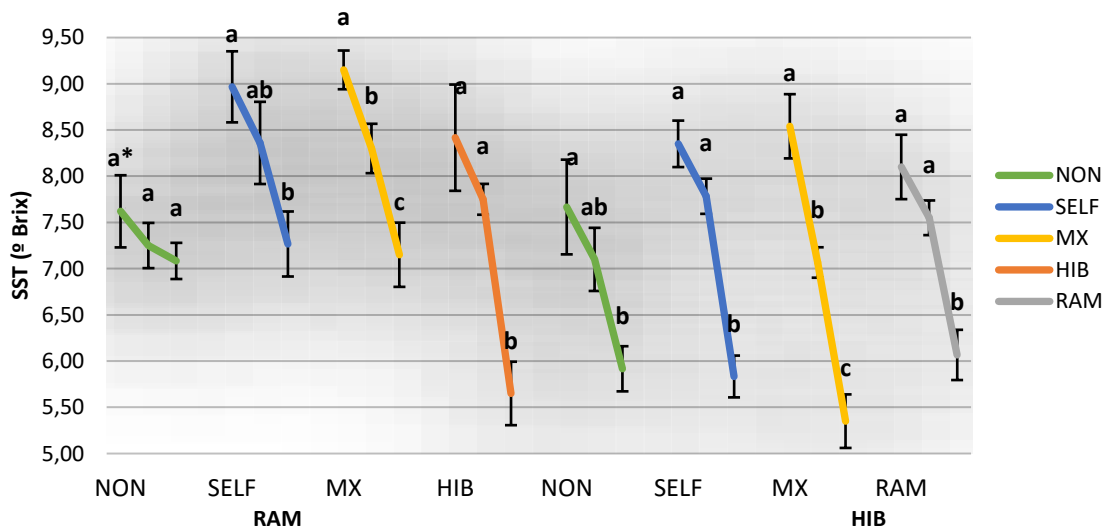


Figura 5-15 Gràfic lineal que presenta l'evolució dels SST de les tomàtiques en tres moments, després de la collita, mesura intermitja i mesura final. Els colors són indicatius del patró utilitzat, segons es mostra a la mateixa figura. Les dades són mitjanes \pm SE ($n=6$). Les lletres expressen les diferències significatives entre les distintes mesures posteriors a la collita dins la mateixa combinació, i l'asterisc* entre la mateixa mesura entre les dues combinacions no empeltades de RAM i HIB després d'un test post-hoc de Duncan ($p < 0.05$).

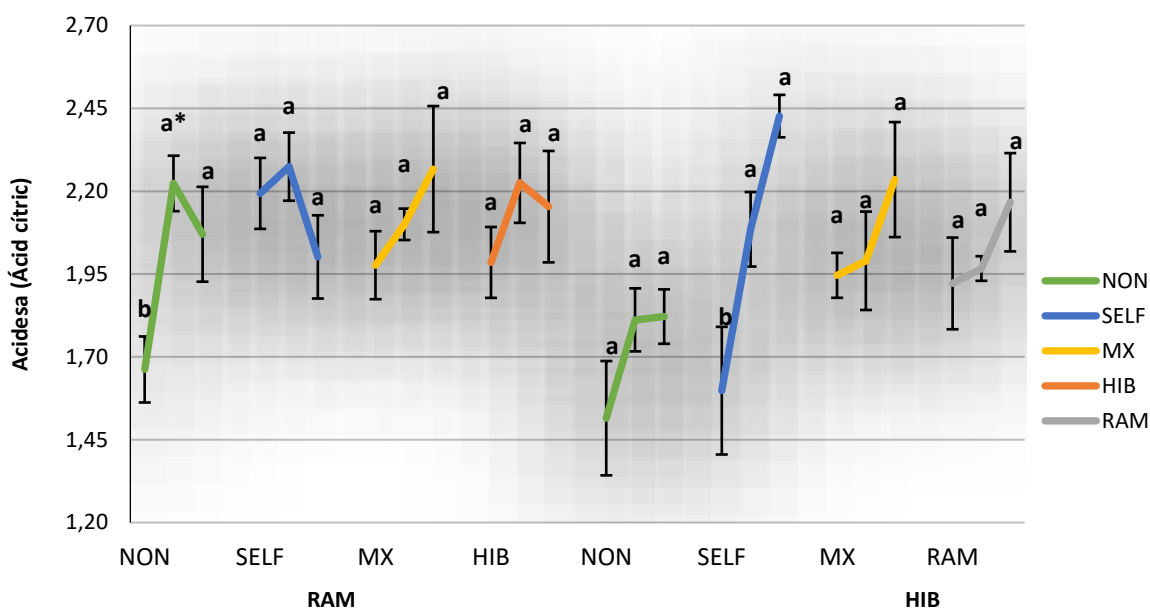


Figura 5-16 Gràfic lineal que presenta l'evolució de l'acidesa de les tomàtiques en tres moments, després de la collita, mesura intermitja i mesura final. Els colors són indicatius del patró utilitzat, segons es mostra a la mateixa figura. Les dades són mitjanes \pm SE ($n=6$). Les lletres expressen les diferències significatives entre les distintes mesures posteriors a la collita dins la mateixa combinació, i l'asterisc* entre la mateixa mesura entre les dues combinacions no empeltades de RAM i HIB després d'un test post-hoc de Duncan ($p<0.05$).

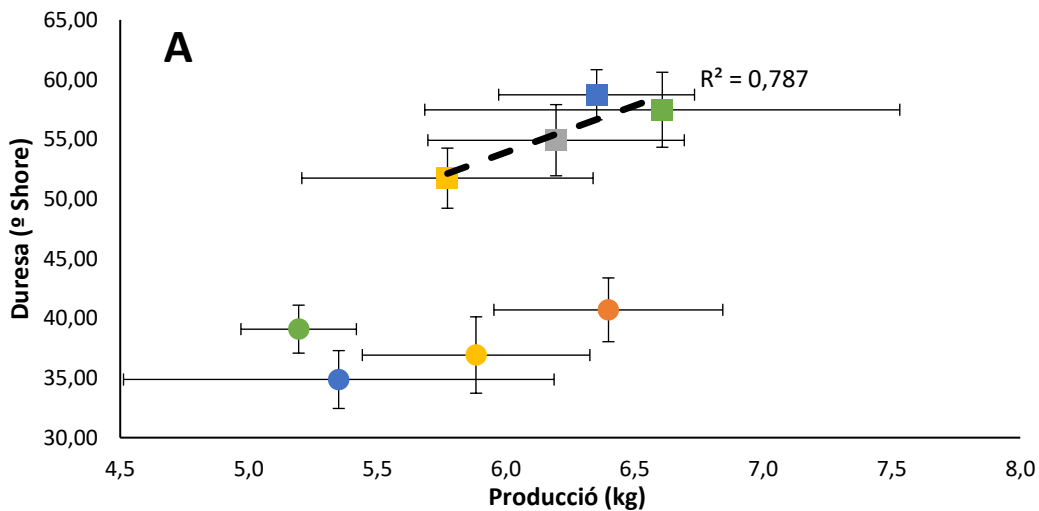
Taula 8. Recopilació dels paràmetres de qualitat (duresa, sòlids solubles totals i acidesa) per l'empelt RAM i HIB. Els valors representen la diferència entre la mitjana de tractament control menys la mitjana en dèficit \pm SE (n inicial i final=48 i n intermitja=24). L'asterisc* indica les diferències significatives entre WW i WS després d'un test post-hoc de Duncan ($p<0.05$).

	Diferència de duresa	Diferència de SST	Diferència de acidesa
RAM inicial	-1.70 \pm 1.25	2.61 \pm 0.22*	0.49 \pm 0.08*
RAM intermig	-5.04 \pm 1.55*	2.09 \pm 0.25*	0.48 \pm 0.08*
RAM final	-3.73 \pm 2.18	1.62 \pm 0.31*	0.33 \pm 0.06*
HIB inicial	2.98 \pm 2.03	3.29 \pm 0.17*	0.66 \pm 0.09*
HIB intermig	-5.69 \pm 1.05*	2.00 \pm 0.19*	0.51 \pm 0.05*
HIB final	-5.52 \pm 1.39*	1.66 \pm 0.22*	0.76 \pm 0.13*

5.5 Relacions entre paràmetres mesurats

Existeix una correlació amb els tres paràmetres de qualitat (duresa, SST i acidesa) amb la producció total per planta de l'empelt HIB en el tractament control. No obstant, aquesta correlació no s'observà per l'empelt RAM ni en cap dels dos casos baix condicions de dèficit hídric. (Figura 5-17).

En els paràmetres de SST i acidesa, la correlació és negativa, és a dir, a major producció menor és la concentració de sucres i àcid cítric, aquests resultats són similar als obtinguts per Casals *et al.* (2015) on la concentració de sucres va estar lligada al pes del fruit, que com menor era el pes major era la concentració de SST, aquesta correlació també va ser present en altres varietats de tomàtiga Valenciana (Prudent *et al.* 2009). En canvi, la duresa, va ser el contrari, com més producció, els fruits presentaren una major duresa, explicar aquesta relació es que com que la producció va lligada al pes de fruit (Figura 5-18), al tenir un fruit més pesat, conte més quantitat d'aigua i alhora aquest es més turgent, implicant que el fruit sigui més dur.



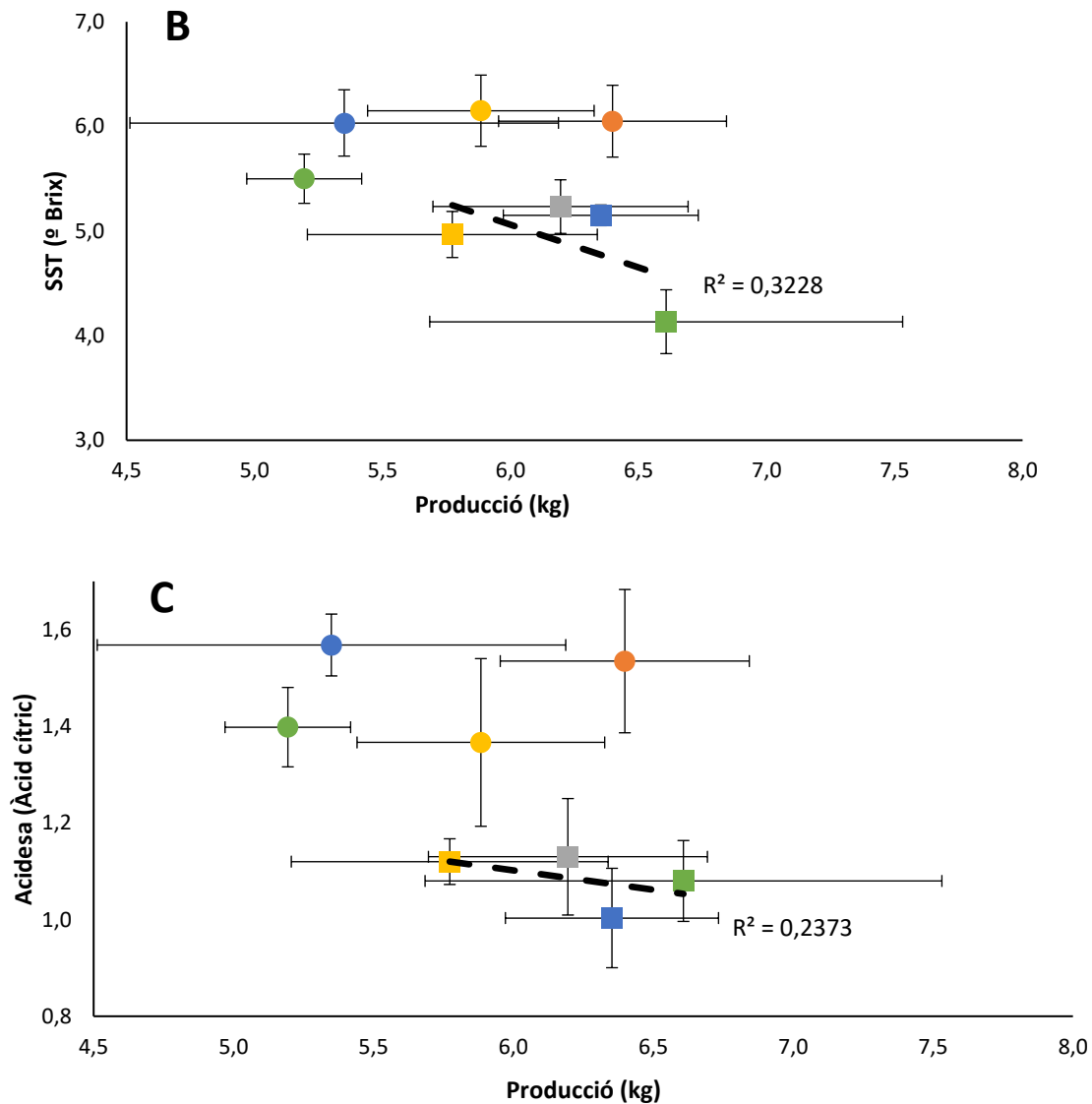


Figura 5-17 Gràfic de dispersió que presenta la correlació entre la producció expressada en kg planta i la duresa (A), SST (B) i l'àcid cítric (C) inicial sota condicions control. Els colors són indicatius del patró utilitzat. Les dades representen mitjanes \pm SE (n duresa= 48, n SST i acidesa= 6). La línia discontinua representa la correlació significativa ($p < 0.05$) entre patrons del mateix empelt. L' R^2 fa referència a la correlació del patró, que presenta una $p < 0.05$. Els símbols representen l'empelt: \circ RAM, \square HIB. Els colors representen: Verd \rightarrow NON, blau \rightarrow SELF, groc \rightarrow MX, taronja \rightarrow HIB i gris \rightarrow RAM

La producció i el pes inicial per fruit en el tractament control correlacionen positivament a l'empelt HIB, però no en el cas de RAM ni estrès hídric (Figura 5-18). Aquesta relació indica que com major és la mida dels fruits en el genotip comercial, major productivitat tenen les plantes, aquests resultats són similar als obtinguts amb distints genotips de tomàtiga per Red andaluz de experimentación agrària (2008), on observaren com major

era el pes per fruit més rendiment per hectàrea s'obtenia. En el nostre cas, la combinació HIB-NON, és la que va produir més sense trobar diferències quantitatives en producció amb els altres genotips, de la mateixa manera que amb el pes inicial dels fruits, per tant les tomàtiugeres HIB-NON no expressaren diferències significatives amb la resta de patrons de l'empelt HIB però si es postulen que foren les més productives.

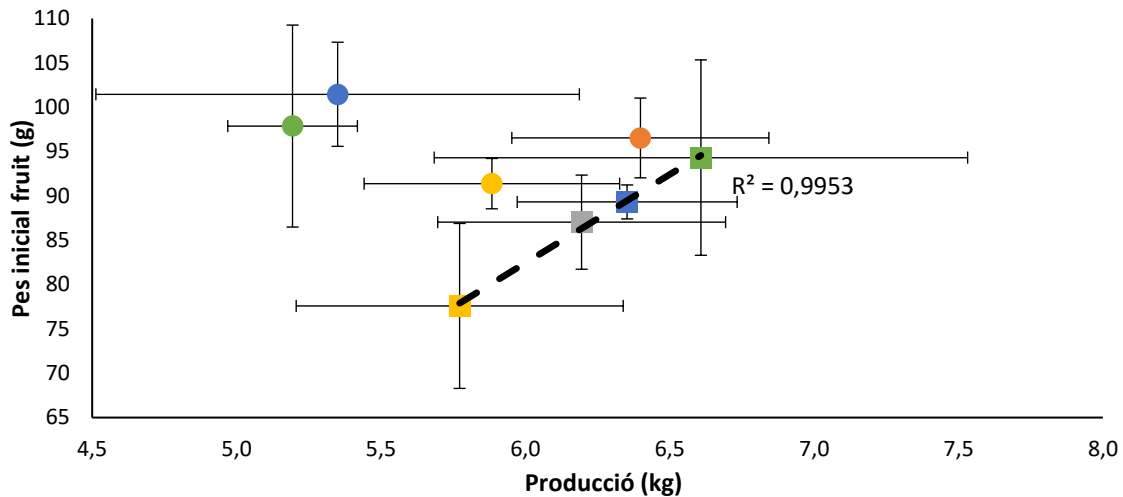


Figura 5-18 Gràfic de dispersió que presenta la correlació entre la producció per planta i el pes inicial per fruit de les combinacions amb tractament control. Els colors són indicatius del patró utilitzat. Les dades representen mitjanes \pm SE ($n=48$). La línia discontinua representa la correlació significativa ($p < 0.05$) entre patrons del mateix empelt. L' R^2 a la correlació del patró, que presenta una $p < 0.05$. Els símbols representen l'empelt: \circ RAM, \square HIB. Els colors representen: Verd \rightarrow NON, blau \rightarrow SELF, groc \rightarrow MX, taronja \rightarrow HIB i gris \rightarrow RAM.

Quant al percentatge de fruits perduts i el percentatge de pes i la seva correlació amb la taxa de pes perdut diari (Figura 5-19 i Figura 5-20), es pot observar que només es va trobar correlació a l'empelt HIB. L'empelt RAM al no respondre correctament baix un cultiu d'hivernacle, com en les anteriors correlacions, que ocasionà una conservació post collita més breu de la esperada suposadament sense ser baix hivernacle, aquesta alteració provocà que no es poguessin veure diferències entre els patrons. Per exemple, en l'estudi de López, (2009) on va analitzar distintes accessions de *Ramellet* d'arreu de les illes Balears, en aquest estudi que es va mirar on la conservació dels fruits va ser durant 5 mesos post collita, s'observaren com els fruits es conservaven entorn al 50 %. Percentatge un poc superior que l'empelt HIB, en el nostre cas.

Pel que fa al tractament en estrès hídric (Figura 5-21), el percentatge de fruits perduts amb la taxa de pes diari no presenta correlació en cap dels tractaments. En canvi, la correlació entre taxa i percentatge de pes perduts, ambdós empelts presenten correlació, concloent que la taxa diària influeix en la pèrdua de pes total.

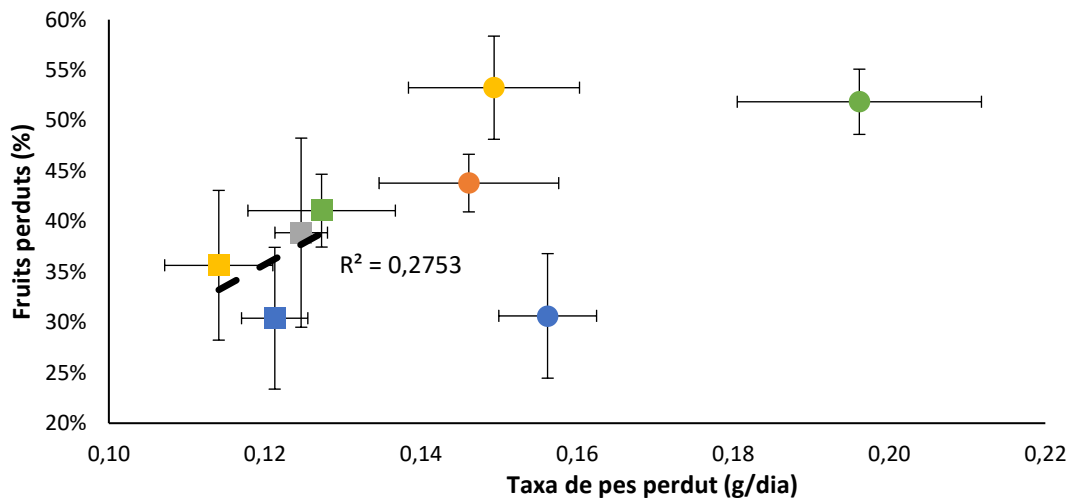


Figura 5-19 Gràfic de dispersió que representa la correlació entre la taxa de pes perdut i els fruits perduts (%) del tractament control. Els colors són indicatius del patró utilitzat. Les dades representen mitjanes \pm SE (n fruits perduts=120-130, n taxa de pes perdut=80-50). La línia discontinua representa la correlació significativa ($p < 0.05$) entre patrons del mateix empelt. L' R^2 a la correlació del patró, que presenta una $p < 0.05$. Els símbols representen l'empelt: ○ RAM, □ HIB. Els colors representen: Verd \rightarrow NON, blau \rightarrow SELF, groc \rightarrow MX, taronja \rightarrow HIB i gris \rightarrow RAM.

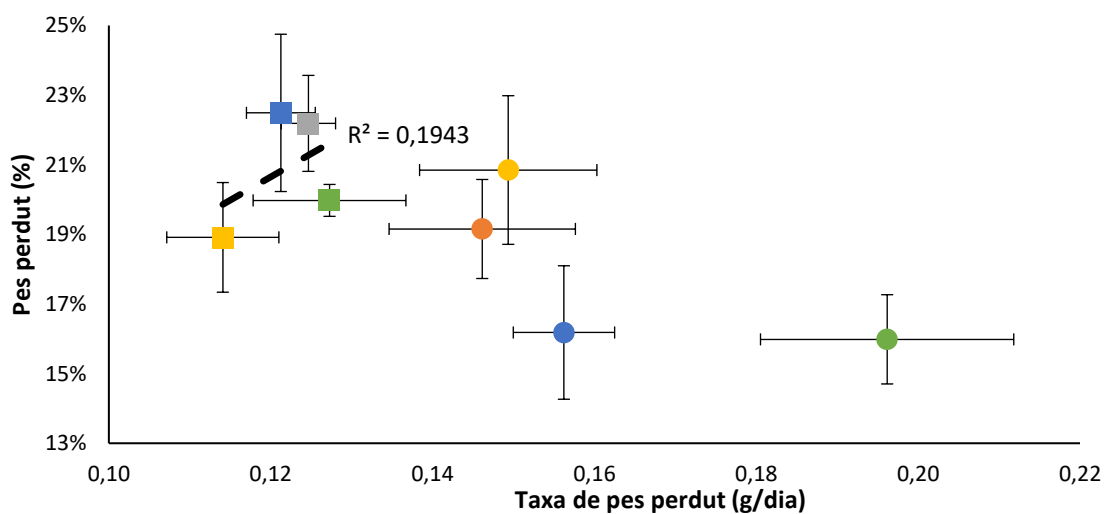


Figura 5-20 Gràfic de dispersió que representa la correlació entre la taxa de pes perdut i els pes perdut per fruit (%) del tractament control. Els colors són indicatius del patró utilitzat. Les dades representen mitjanes \pm SE (n pes perdut i taxa de pes perdut=50-80). La línia discontinua representa la correlació significativa

($p < 0.05$) entre patrons del mateix empelt. L' R^2 a la correlació del patró, que presenta una $p < 0.05$. Els símbols representen l'empelt: ○ RAM, □ HIB. Els colors representen: Verd→NON, blau→SELF, groc→MX, taronja→HIB i gris→RAM

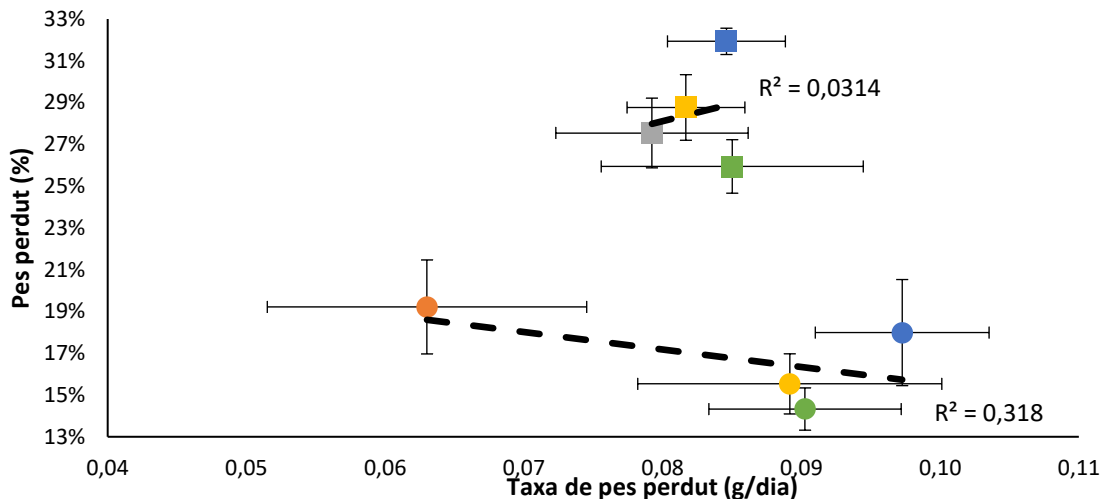


Figura 5-21 Gràfic de dispersió que representa la correlació entre la taxa de pes perdut i els pes perdut per fruit del tractament en estrès hídric. Els colors són indicatius del patró utilitzat. Les dades representen mitjanes \pm SE (n pes perdut i taxa de pes perdut=50-80). La línia discontinua representa la correlació significativa ($p < 0.05$) entre patrons del mateix empelt. L' R^2 a la correlació del patró, que presenta una $p < 0.05$. Els símbols representen l'empelt: ○ RAM, □ HIB. Els colors representen: Verd→NON, blau→SELF, groc→MX, taronja→HIB i gris→RAM.

5.6 Anàlisi de components principals (PCA)

Es va realitzar una anàlisi de components principals (PCA) de les distintes combinacions patró-empelt (Figura 5-22). El component principal 1 (PC1) va ser del 55.7% de la variació total i el component principal 2 (PC2), el 24.9% de la variació.

Dels paràmetres analitzats, tots excepte la duresa inicial, els dies de conservació i el percentatge de pes perdut varen tenir una elevada correlació amb el PC1; aquests tres, en canvi, influïren en la PC2. Es pot observar com les agrupacions control vs. dèficit hídric i empelt RAM vs. empelt HIB són obvies. Aquest resultat permet concloure que els principals factors inductors de variació foren el tractament i l'empelt, en aquest ordre, mentre que el factor patró tingué una influència minoritària.

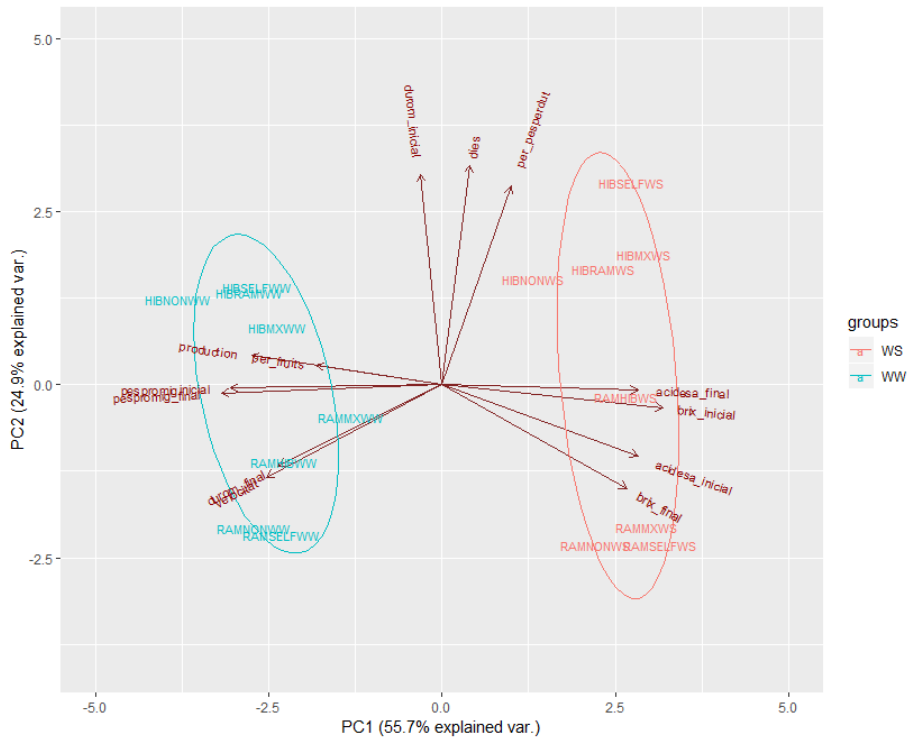


Figura 5-22 Anàlisi de components principals de totes les combinacions, tant sotmesos al tractament de control com en dèficit hídric, agrupats segons l'aportació hídrica ($n=6$ per combinació) on hi figuren els paràmetres de producció (producció), percentatge de pes perdut, pèrdua de fruits, pes per fruit (inicial i final), dies de conservació, velocitat (taxa de pes perdut diari) duresa (inicial i final), SST (inicial i final) i acidesa (inicial i final).

6 Conclusions

Objectiu 1:

Estudiar l'efecte de l'empelt i de l'ús de patrons comercials i experimentals sobre la producció, qualitat i conservació del fruit a dos genotips de tomàtiga de *Ramellet*, una tradicional i l'altra comercial (híbrida), i la seva interacció amb el dèficit hídric.

L'ús de l'empelt RAM o HIB va afectar els paràmetres de conservació i de qualitat inicial, tant al tractament control com al de dèficit hídric. En canvi, l'evolució de la qualitat al llarg del període post-collita només s'ha vist afectada per l'empelt al tractament de sequera. Comparant els dos empelts, HIB funcionà millor per als paràmetres analitzats que no pas RAM (més temps de conservació, major duresa). Per tant, per a cultiu baix hivernacle l'ús del genotip comercial és més apropiada que la de *Ramellet*.

Pel que fa a l'ús dels patrons, aquests no influeixen en producció ni en pes inicial dels fruits, excepte en pes inicial de l'empelt HIB sota estrès hídric que sí que influeixen. Per a la resta de paràmetres analitzats, s'observaren algunes diferències entre els distints patrons, sense destacar cap genotip (de patró) per damunt de la resta, ni en el tractament control ni sota estrès hídric.

Objectiu 2:

Avaluar si la correlació entre distints paràmetres està influenciada pel genotip i com s'ha adaptat el genotip tradicional de tomàtiga de *Ramellet* al cultiu baix hivernacle, tant en tractament control com en dèficit hídric.

En el cas de l'empelt HIB sota tractament control, la producció correlaciona amb duresa, SST, acidesa i pes inicial, i la taxa de pes perdut amb el percentatge de

fruits perduts i el percentatge de pes perdut. En canvi, per a l'empelt RAM no es va trobar cap correlació significativa, possiblement a causa de la manca d'adaptació de la tomàtiga de *Ramellet* a les condicions de cultiu d'hivernacle implementades en aquest estudi. Sota estrès hídric, només es va trobar correlació significativa entre el percentatge de pes perdut i la taxa de pèrdua de pes diària. Per tant, es pot concloure que sota les condicions de cultiu específiques implementades en aquest treball, el comportament general de l'híbrid és superior al de *Ramellet*, i específicament permet assolir resultats més òptims quant a homogeneïtat, durabilitat, producció i qualitat de la tomàtiga.

Objectiu 3:

Comparar i valorar com afecten els tractaments hídrics, i la seva interacció amb els patrons, als paràmetres productius, de conservació i de qualitat del genotip de tomàtiga de *Ramellet* i del genotip híbrid.

El dèficit hídric va afectar la majoria de paràmetres, reduint la producció i el pes dels fruits, però augmentant els SST i l'acidesa i, en algunes combinacions, la duresa.

Pel que fa a paràmetres de conservació, com dies i percentatge de fruits perduts, es varen observar diferències entre els dos tractaments hídrics en funció del patró, sense destacar cap combinació empelt-patró millor que la resta.

7 Bibliografia

- Aguayo, E. y Artés, F. (2001). Evolución de los azúcares en la comercialización del tomate procesado en fresco. I Congreso. Nacional (GPR- grupo postrecolección y refrigeración). Tecnología Alimentos. Granada.
- Baker, J.E. (1975). Morphological changes during maturation and senescence. *In*: Pantastico, E.B., (ed.) Postharvest Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables, AVI, Westport, CT.
- Bauchet, G., & Causse, M. (2012). *Genetic Diversity in Tomato (Solanum lycopersicum) and Its Wild Relatives*. Genetic Diversity in Plants 8, 134-162.
- Boggio, SB; Palatnik, JF; Heldt, HW; Valle, EM 2000. Cambios en la composición de aminoácidos y las enzimas metabolizadoras de nitrógeno en las frutas en maduración de *Lycopersicon esculentum* Mill. Plant Science 159: 125-133.
- Bota, J. Conesa, M. A. Ochogavia, J. M. Medrano, H. Francis, D. M. Cifre, J (2014) Characterization of a landrace collection for Tomàtiga de Ramellet (*Solanum lycopersicum* L.) from the Balearic Islands.
- Bota, J., J. Cifre, J. Rosselló, H. Medrano, M. Robbins, S. Sim & D. Francis (2008). Morphological and DNA sequence variation in local varieties of tomato from the Balearic Archipelago. Plant and Animal Genomes XVI Conference, p.429. January 12-16, 2008. Town & Country Convention Center. San Diego, CA. USA.
- Cantero, E (2014) Análisis genético y fisiológico del peso y composición del fruto del tomate: influencia de la disponibilidad de carbono en la detección de QTL. Tesis doctoral de la Universidad de Murcia.
- Canyelles J (2019) Aplicació de paràmetres d'alt rendiment per a l'estudi de la resposta al dèficit hídric de múltiples genotips de tomàtiga (*S. lycopersicum* L.) Projecte Final de Carrera de l'Enginyeria Tècnica Agrícola en hortofructicultura i jardineria.

- Carpena, O., A.M. Rodríguez y M.J. Sarro. 1987. Evaluación de los contenidos minerales de raíz, tallo y hoja de plantas de tomate como índices de nutrición. An. Edafol. Agrobiol. 46:117-127.
- Casals, J. Martí, R. Casañas, F. Cebolla J (2015) Sugar-and-acid profile of Penjar tomatoes and its evolution during storage Scientia Agricola, vol. 72, no 4, p. 314-321.
- Causse, M., Friguier, C., Coiret, C., Lépicier, M., Navez, B., Lee, M., Holthuysen, N., Sinesio, F., Moneta, E., & Grandillo, S. (2010). *Consumer Preferences for Fresh Tomato at the European Scale: A Common Segmentation on Taste and Firmness*. Journal of Food Science 75 (9), 531-541.
- Centa(Centro Nacional de Tecnología Agropecuarias y Forestal), Guía Técnica cultivo del tomate
- Chamarro, J. (1995). Anatomía y fisiología de la planta de tomate. En: El cultivo de tomate. Nuez, F. Bilbao: Mundi-Prensa, pp. 43-91.
- Conesa M. À, Bota J, Robbins M, Sim S.C, Caramante M, Rao R, Ochogavía J.M, Cifre J, Galmés J, Medrano H, Francis D (2010). Genetic characterization of the “Tomàtiga de Ramellet” tomato cultivars from the Balearic Islands. 28th International Horticultural Congress, p.565. August 22-27, 2010. Lisbon Congress Centre.
- Conesa, M., Galmés, J.M., Ochogavía, J., March, J., Jaume, J., Martorell, A., Francis, D. M., Medrano, H., Rose, J. K.C., & Cifre, J. (2014). *The postharvest tomato fruit quality of long shelf-life Mediterranean landraces is substantially influenced by irrigation regimes*. Postharvest Biology and Technology 93, 114–121.
- Davis, A.R., Perkins-Veazie, P., Hassell, R., Levi, A., King, S.R., Zhang, X., 2008a. *Grafting effects on vegetable quality*. HortScience 43, 1670–1672.
- Davis, A.R., Perkins-Veazie, P., Sakata, Y., López-I Galarza, S., Maroto, J.V., Lee, S.G., Huh, Y.C., Sun, Z., Miguel, A., King, S.R., Cohen, R., Lee, J.M., 2008b. *Cucurbit grafting*. Crit. Rev. Plant Sci. 27, 50–74.
- Di Gioia, F., Serio, F., Buttarò, D., Ayala, O., & Santamaria, P. (2010). *Influence of rootstock on vegetative growth, fruit yield and quality in “Cuore di Bue”, an*

heirloom tomato. Journal of Horticultural Science & Biotechnology 85 (6), 477-482.

- Druiterseeds <https://www.druiterseeds.com/es-mx/recursos/guia-de-abreviaturas-de-resistencia-a-las-enfermedades-del-portainjerto.html>
- Dutch plantin <https://www.dutchplantin.com/wp-content/uploads/2018/07/saco-de-cultivo.pdf>
- Figàs, M.R., Prohens, J., Raigón, M.D., Fernández-de-Córdova, P., Fita, A., & Soler, S. (2015). *Characterization of a collection of local varieties of tomato (Solanum lycopersicum L.) using conventional descriptors and the high-throughput phenomics tool Tomato Analyzer*. Genetic Resources and Crop Evolution 62, 189-204.
- Flores, F.B. Sanchez, P. Estañ, M.T. Martinez, M. Moyano, E. Morales, B. Campos, J,F *et al.*(2010) The effectiveness of grafting to improve tomato fruit quality. Scientia Horticulturae 125. P 211-217.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (2018). FAOSTAT statistics database.FAO - www.fao.org/faostat and <http://www.fao.org/faostat/es/#compare>
- Foolad, M. R., & Panthee, D. R. (2012). *Marker-Assisted Selection in Tomato Breeding*. Critical Reviews in Plant Sciences 31 (2), 93-123.
- Fullana-Pericàs, M., Conesa, M., Soler, S., Ribas-Carbó, M., Granell, A., Galmés, J., 2017. Variations of leaf morphology, photosynthetic traits and water-use efficiency in Western-Mediterranean tomato landraces. Photosynthetica 55, 121–133. doi:10.1007/s11099-016-0653-4
- Fullana-Pericàs, M., Ponce, J., Conesa, M.À., Juan, A., Ribas-Carbó, M., Galmés, J., 2018. Changes in yield, growth and photosynthesis in a drought-adapted Mediterranean tomato landrace (*Solanum lycopersicum* ‘Ramellet’) when grafted onto commercial rootstocks and *Solanum pimpinellifolium*. Sci. Hortic. (Amsterdam). 233, 70–77. doi:10.1016/j.scienta.2018.01.045
- Galmés J., Conesa M.A., Ochogavía J.M., Perdomo J.A., Francis D., Ribas-Carbó M., Savé R., Flexas J., Medrano H. & Cifre J. (2011). Physiological and

- morphological adaptations in relation to water use efficiency in Mediterranean accessions of *Solanum lycopersicum*. *Plant, Cell & Environment* 34, 245-260.
- Galmés J., Ochogavía J.M., Gago J., Roldán E.J., Cifre J. & Conesa M.A. (2012). Leaf responses to drought stress in Mediterranean accessions of *Solanum lycopersicum*: anatomical adaptation in relation to gas exchange parameters. *Plant, Cell & Environment* 36, 920-935.
 - Getinet, H. Seyoum, T. i Woldetsadik, K. (2008) “The effect of cultivar, maturity stage and storage environment on quality of tomatoes,” *Journal of Food Engineering*, vol. 87, no. 4, pp. 467–478.
 - Gómez, R., Costa, J., Amo, M., Alvarruiz, A., Picazo, M., & Pardo, J. (2001). *Physicochemical and colorimetric evaluation of local varieties of tomato grown in SE Spain*. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81, 1101-1105.
 - Hartmann, H. T., D. E. Kester, F. T. Davies, Jr. y R. L. Geneve. 2002. *Plant propagation, principles and practices*. 7th ed. Prentice Hall, N. J., USA. 880 p. 75:381-389.
 - Hoyos, P. (2007). Situación del injerto en horticultura en España: especies, zonas de producción de plante, portainjertos. *Horticultura*, 2007, 199:12-25.
<https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/export/sites/ifapa/galerias/adjuntos/recursos/investigacion/agraria/raea/horticulturaFloricultura/tomate/2008/RAEA08TomateIndustria.pdf>
<https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/export/sites/ifapa/galerias/adjuntos/recursos/investigacion/agraria/raea/horticulturaFloricultura/tomate/2008/RAEA08TomateIndustria.pdf>
 - Khah, E.M., Kakava, E.M., Mavromatis, A., Chachalis, D., Goulas, C. 2006. Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse and open-field. *Journal of Applied Horticulture*, 8(1): 3-7.
 - León, M. Cun, R. Chaterlán, Y. Rodríguez, R.(2005) Efficient use of wáter in protected tomato crop. Results obtained in Cuba. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, Vol. 14, No. 3

- López M. (2009). Estudi de la qualitat i la conservació de la tomàtiga de ramellet de les Illes Balears. Projecte Final de Carrera de l'Enginyeria Tècnica Agrícola en hortofructicultura i jardineria.
- MAGRAMA (Ministerio de agricultura) <http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/anuario-de-estadistica/default.aspx>
- Maroto, J.V. (1994). Horticultura herbácea especial. Cuarta edición. Madrid: Mundi- Prensa.
- Moyle, L.C. (2008). *Ecological and Evolutionary Genomics in the Wild Tomatoes (Solanum Sect. Lycopersicon)*. Indiana University: Evolution
- Nakazato T., Warren, D. L., & Moyle L. C. (2010). *Ecological and geographic modes of species divergence in wild tomatoes*. American journal of botany 97(4), 680–693.
- Navarro, E. Nieto, R. Corrales, J. García, M.R. Ramírez, A (2012) Calidad poscosecha de tomate hidroponico producidos con agua residual y de pozo. Revista chapingo sèrie horticultura, vol. 18, núm. 3, septiembre-diciembre, 2012, pp. 263-277
- Ochogavía J.M. (2009). Estudi morfològic, fenològic i productiu de les poblacions de tomàtiga de *Ramellet* de les Illes Balears. Directrius per a la seva conservació. Projecte Final de Carrera de l'Enginyeria Tècnica Agrícola en hortofructicultura i jardineria.
- Ochogavía J.M. (2012). Estudi de la morfometria de fruit de la tomàtiga de ramellet i la fisiologia de planta en condicions de sequera. Projecte Final de Màster en Biologia de les Plantes en Condicions Mediterrànies.
- Peralta, I.E., Spooner, D.M. & Knapp, S. (2008). *The taxonomy of tomatoes: a revision of wild tomatoes (Solanum section Lycopersicon) and their outgroup relatives in sections Juglandifolium and Lycopersicoides*. Editorial Committee. United States.
- Plants Database USDA. <http://plants.usda.gov/java/>
- Ponce J (2013) Estudi del comportament agronòmic de tres tipus varietals de tomàtiga de ramellet sobre diferents patrons. Avaluació dels paràmetres

morfològics, fisiològics, de qualitat del fruit i de la seva conservació. Projecte Final de Carrera de l'Enginyeria Tècnica Agrícola en hortofructicultura i jardineria.

- Prudente, M.; Causse, M.; Genard, M.; Tripodi, P.; Grandillo, S.; Bertin, N. 2009. Análisis genético y fisiológico del peso y composición del fruto del tomate: influencia de la disponibilidad de carbono en la detección de QTL. *Journal of Experimental Botany* 60: 923-937.
- RAEA 2018 Tomate para industria Campaña 2008. Red andaluza de experimentación agrària Web:
- Rosselló, C., I. Bestard, J. Cañellas, A. Femenia i S. Simal (2002). Conèixer i gaudir els aliments a les Illes Balears. Edita Universitat de les Illes Balears I Conselleria d'Agricultura i Pesca. Palma de Mallorca.
- Roupheala, Y. Schwarz, D. Krumbein, A. Collac, G. *et al.* 2010. Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. *Scientia Horticulturae* 127 172-179
- Sacco, A., Ruggieri, V., Parisi, M., Festa, G., Rigano, M.M., Picarella, M.E., Mazzucato, A., & Barone, A. (2015). *Exploring a Tomato Landraces Collection for Fruit-Related Traits by the Aid of a High-Throughput Genomic Platform*. *PLoS ONE* 10 (9).
- Salunkhe, D.K. & B.B. Desai (1984). *Postharvest Biotechnology of Vegetables*, Vol.1. CRC Press, Boca Raton, Fl.
- Semillas Fito
http://www.semillasfito.es/es/productos/horticolos/tomate/especialidades_palamos.htm
- Seminis. <https://seminis.es/producto/maxifort/681>
- Sobrino, E. y E. Sobrino (1989). *Tratado de horticultura herbacea. Hortalizas de flor y fruto*. Ed AEDOS. Barcelona.
- Zapata L.; Gerard L.; Davies C.; Oliva L. y Schvab M., 2007. Correlación matemática de índices de color del tomate con parámetros texturales y concentración de carotenoides. *Ciencia, Docencia y Tecnología*. 34: 207-226.



ANNEXOS

Annex 01. Consum d'aigua, CE i pH de reg

Taula 9 Quantitat de litres d'aigua, conductivitat elèctrica i pH aportat en el reg de les tomàtiugeres, per setmanes i al total del cicle.

Setmana de l'any	Tractament control	Dèficit hídric	Reg	Reg	pH
	Litres (l)/planta	Litres (l)/planta	Conductivitat elèctrica (CE)	Conductivitat elèctrica (CE)	
7	0.3	0.3	3.00	3.00	6.1
10	1.5	1.5	2.65	2.65	6.0
11	7.3	7.3	2.96	2.96	6.0
12	9.1	9.1	3.26	3.26	6.0
13	7.9	1.7	2.55	2.75	6.1
14	9.6	2.5	2.91	2.82	6.0
15	13.8	4.1	2.86	2.76	5.9
16	22.1	8.4	3.12	3.09	5.9
17	20.7	6.0	2.55	2.49	5.6
18	17.8	5.9	3.14	3.11	5.9
19	12.5	3.7	2.34	2.33	6.3
20	2.7	7.6	2.60	2.55	6.3
21	17.1	5.3	2.76	2.74	6.1
22	15.0	5.6	2.79	3.20	6.1
23	15.8	5.9	3.17	3.20	6.2
24	19.5	7.4	3.07	3.04	6.2
25	22.9	7.7	2.60	2.58	6.0
26 (fins 27/06)	16.5	6.6	2.67	2.64	6.2
Sumatori total	250.0	96.4			

Annex 02. Productes fitosanitaris.

Taula 10 Productes fitosanitaris utilitzats durant el cicle a l'hivernacle.

Fecha	Plaga/ enfermedad	Descripción	Materia activa	Nº Registro	Dosis	Plazo seguridad
09/02/2018	ORUGAS	ALTACOR 35 WG 100GR	CLORANTRANILIPROL 35% [WG] P/P	25296	0.0115	1
09/02/2018	MOSCA BLANCA	ATOMINAL 5 LTS	PIRIPROXIFEN 10% [EC] P/V	19764	0.075	3
21/02/2018	TUTA	COSTAR 500GR	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI 18% [WG] P/P	22060	0.02	0
21/02/2018	TUTA, MOSCA BLANCA	DECIS 5L.	DELTAMETRIN 10% [EC] P/V	23782	0.125	3
21/02/2018	ALTERNARIA	MANSAR 80 (MANCOZEB 80%) 5L	MANCOZEB 80% [WP] P/P	21247	0.25	3
21/02/2018	TUTA	RUNNER 1 L	METOXIFENOCIDA 24% [SC] P/V	23764	0.04	1
21/02/2018	ALTERNARIA	SIPCAM PUGIL 5 LTS.	CLORTALONIL 50% [SC] P/V	23672	0.25	3
07/03/2018	MOSCA BLANCA	CYPERPLAN 5 LTS	CIPERMETRIN 10% [EC] P/V	17817	0.03	3
07/03/2018	ALTERNARIA	MANSAR 80 (MANCOZEB 80%) 5L	MANCOZEB 80% [WP] P/P	21247	0.25	3
07/03/2018	TUTA	SPINTOR 480 1L	SPINOSAD 48% [SC] P/V	22839	0.025	3
15/03/2018	TUTA	COSTAR 500GR	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI 18% [WG] P/P	22060	0.02	0
15/03/2018	ALTERNARIA	MANSAR 80 (MANCOZEB 80%) 5L	MANCOZEB 80% [WP] P/P	21247	0.25	3
15/03/2018	TUTA	RUNNER 1 L	METOXIFENOCIDA 24% [SC] P/V	23764	0.04	1
04/04/2018	ORUGAS	AFFIRM 4X5KG	EMAMECTINA 0.855% (BENZOATO) [SG] P/P	25353	0.1	3
04/04/2018	ALTERNARIA	MANSAR 80 (MANCOZEB 80%) 5L	MANCOZEB 80% [WP] P/P	21247	0.25	3
28/04/2018	TUTA	COSTAR 500GR	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI 18% [WG] P/P	22060	0.02	0

28/04/2018	TUTA	INTREPID PRO 1 L	METOXIFENOCIDA 24% [SC] P/V	25612	0.04	1
28/04/2018	MOSCA BLANCA	MOVENTO 1L	SPIROTETRAMAT 15% [OD] P/V	25298	0.065	3
28/04/2018	MOSCA BLANCA	NATURALIS L 1L	BEAUVERIA BASSIANA 2.3% (2.3 X 10E9 CONIDIAS VIABLES/ML) [OD]	20111	0.15	0
12/05/2018	TUTA, MOSCA BLANCA	DECIS 5L.	DELTAMETRIN 10% [EC] P/V	23782	0.125	3
12/05/2018	MOSCA BLANCA	OBERON	SPIROMESIFEN 24% [SC] P/V	24010	0.05	3
02/06/2018	MOSCA BLANCA	ALIGN 1L	AZADIRACTIN 3.2% [EC] P/V	23291	0.15	3
02/06/2018	TUTA	STEWARD 30 WG 500GR	INDOXACARB 30% [WG] P/P	22693	0.01	1
07/06/2018	MOSCA BLANCA	CYPERPLAN 5 LTS	CIPERMETRIN 10% [EC] P/V	17817	0.03	3
07/06/2018	MOSCA BLANCA	MOVENTO 1L	SPIROTETRAMAT 15% [OD] P/V	25298	0.065	3
28/06/2018	ORUGAS	AFFIRM 4X5KG	EMAMECTINA 0.855% (BENZOATO) [SG] P/P	25353	0.1	3
19/07/2018	TUTA	ALVERDE 1 LTS	METAFLUMIZONA 24% [SC] P/V	25414	0.1	3
