

MANUAL DE GESTIÓ POSTCOLLITA DEL TOMÀQUET DE PENJAR



01. Introducció

La postcollita és una etapa molt important en el tomàquet de Penjar, que determina el valor econòmic final de la producció. Durant aquesta etapa es produeixen importants canvis en el fruit, degut a la seva pròpia activitat (respiració, transpiració) i a la incidència d'organismes patògens (fongs, bacteries i llevats)¹. A nivell general podem assumir que l'envelliment del fruit durant les primeres fases de la postcollita millora la seva qualitat gastronòmica, doncs degut a la pèrdua de pes per transpiració es produeix una concentració de la matèria seca, alhora que el reblaniment del fruit, degut a un debilitament de la unió entre cèl·lules, millora la seva capacitat per sucra el pa. No obstant, el metabolisme del fruit continua actiu, perdent-se sucres i àcids degut, principalment, a la respiració, així com es produeixen importants canvis en la composició de volàtils del fruit. Els estudis han senyalat que l'òptim en la qualitat del tomàquet de Penjar es produeix entre els 30 i els 120 dies de postcollita, període a partir del qual el fruit perd gran part dels seus atributs de qualitat^{2,3}. Mantenir en bon estat els fruits durant aquest període, limitant les pèrdues per podridures o dessecament, és un repte important pels productors i comercialitzadors d'aquesta varietat.

02. Causes de les pèrdues postcollita

Els principals problemes que emergeixen durant la postcollita i que provoquen una pèrdua del valor comercial del tomàquet de Penjar són la pèrdua de pes deguda a la transpiració del fruit, l'arrugat de l'epidermis, el trencament de l'epidermis (clivellat postcollita) i la incidència de patògens que provoquen el decaïment.

02.01. Pèrdua de pes durant la postcollita

Un dels principals fenòmens que es produeixen durant la postcollita és la disminució del pes del fruit degut a les pèrdues per la transpiració. Aquesta pèrdua de pes pot oscil·lar en funció de les condicions d'emmagatzematge, essent major en condicions d'elevada temperatura i baixa humitat relativa. Com a exemple, en un experiment realitzat l'any 2018 amb una varietat tradicional i una millorada, emmagatzemant els fruits a 18°C i una humitat relativa del 90%, es va observar una pèrdua de pes oscil·lant entre el 5 i 7% als 30 dies, 9 i 12% als 60 dies i 11 i 14% als 90 dies (figura 1). En altres estudis, però, s'han senyalat pèrdues de pes superiors³⁻⁵.

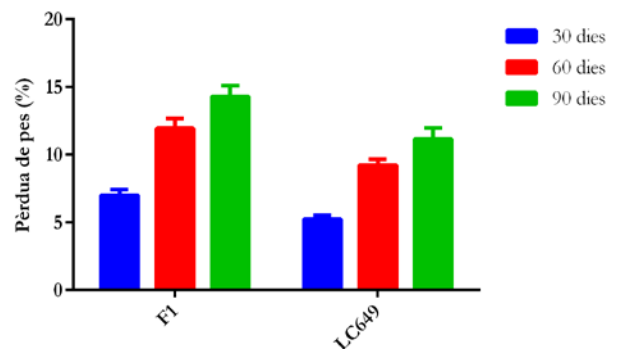


Figura 1. Pèrdua de pes durant la postcollita als 30, 60 i 90 dies del tomàquet de Penjar (en % de disminució respecte el pes inicial). Els valors representen la mitjana i l'error estàndard, en una varietat comercial (F1) i una varietat tradicional (LC649) de tomàquet de Penjar.

02.02. Arrugat del fruit

Degut a la pèrdua d'aigua del fruit, durant la postcollita poden aparèixer arrugues en el fruit. Per bé que aquestes no tenen cap impacte sobre la qualitat gastronòmica del producte, tendeixen a disminuir el seu valor comercial. Les causes que porten a l'arrugat del fruit són les mateixes que les que causen la pèrdua de pes, si bé existeixen importants diferències entre genotips (varietats), existint-ne de resistents a l'arrugat. En general l'arrugat del fruit apareix a partir dels 3 mesos de postcollita, i alguns estudis han senyalat que és més intens quan els fruits han estat cultivats en condicions d'estress hídric.

02.03. Clivellat postcollita

El clivellat és una fisiopatia molt coneguda pels productors de tomàquet, provocant importants pèrdues en els cultius. Les causes d'aquesta fisiopatia són multifactorials, però tendeixen a estar associades amb els factors que determinen la transpiració de la planta⁶. Més desconeguda, però, és l'aparició d'aquesta fisiopatia durant la postcollita (figura 2), la qual accelera la podridura del fruit i pot provocar importants pèrdues econòmiques. Les principals causes de l'aparició d'aquesta fisiopatia són:

- Ús de varietats sensibles,
- Manipulació brusca dels fruits,
- Emmagatzematge a baixa temperatura i elevada humitat,
- Canvis bruscs d'humitat relativa a partir del moment de la collita.

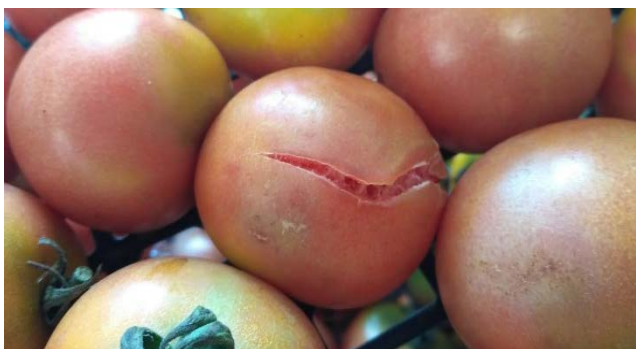


Figura 2. El trencament de l'epidermis durant la postcollita (clivellat) pot provocar importants pèrdues, doncs s'obre una via d'entrada de patògens i s'accelera la podridura dels fruits.

02.04. Patògens responsables de les pèrdues postcollita

Les pèrdues postcollita en el tomàquet de Penjar són parcialment degudes al propi envelliment del fruit, però també a la incidència de nombrosos fongs i bacteries (**figura 3**). A la literatura científica s'han descrit més de 20 espècies que poden afectar el tomàquet durant la postcollita⁷. A la nostra zona, sembla que les que tenen major incidència en el tomàquet de Penjar són: *Penicillium* sp., llevats, *Alternaria* sp., *Stemphylium* sp., *Fusarium* sp., *Rhizopus nigricans*, *Geotrichum candidum* (dades corresponents a anàlisis realitzades l'any 2018 en produccions comercials de la zona del Maresme). Altres candidats, no detectats en l'esmentat estudi, però que també són presents a la nostra zona i afecten a varietats similars al tomàquet de Penjar són *Aspergillus* sp., *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum* sp., *Phytophthora* sp.⁸.

La font d'inòcul pot provenir tant del camp com ser present a les pròpies instal·lacions d'emmagatzematge. Per aquest motiu és molt important mantenir el cultiu amb un bon estat sanitari, i desinfectar correctament els materials auxiliars (caixes) i el magatzem on es realitza la postcollita. De fet, dels esmentats patògens, alguns estan especialment associats amb les condicions de cultiu (*Alternaria solani*, *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., *Phytophthora* sp.), mentre que d'altres són descrits com a patògens de postcollita (*Alternaria alternata*, *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp.)⁸, la resta podent estar associats a ambdues fases.



Figura 3. Diferents espècies de fongs i bacteries poden provocar la podridura postcollita en el tomàquet de Penjar.

03. Factors pre- i postcollita

03.01. Varietat

El tomàquet de Penjar és una denominació que aglutina un gran nombre de línies pures diferents i híbrids comercials, les quals tenen en comú la mida reduïda del fruit i la presència de la mutació alcobaça (*alc*)⁹, les quals confereixen la llarga vida a la varietat. No obstant, entre varietats hi ha grans diferències en la capacitat de conservació, així com respecte a la resta de caràcters agronòmics i de qualitat¹⁰. Diferents treballs han estudiat les diferències entre varietats respecte a la capacitat de conservació postcollita^{4,9,11}, identificant una variabilitat molt gran per aquest caràcter deguda a factors genètics.

Alguns pagesos, per exemple, cultiven diferents varietats a la mateixa finca, unes per ser venudes després de collir i les altres per ser comercialitzades en etapes avançades de la postcollita. A tall d'exemple, en un experiment realitzat durant 2 anys (2017 i 2018) a la zona del Maresme amb 2 varietats millorades i 3 tradicionals (**figura 4**), es va observar un rang de variació en la conservació als 90 dies oscil·lant entre 57% i el 85%. Per una bona elecció varietal és el primer pas per obtenir bons resultats en la postcollita.

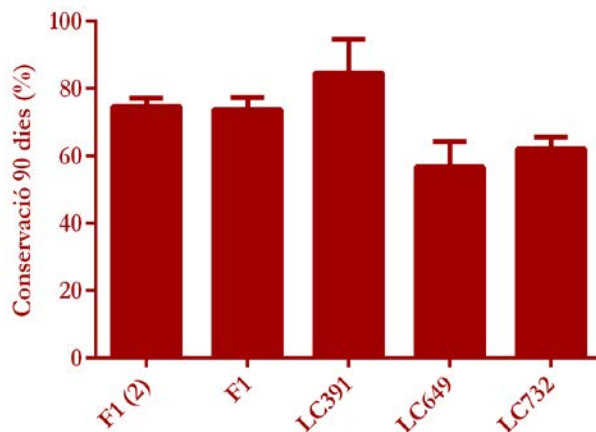


Figura 4. Diferències entre varietats per la conservació als 90 dies de postcollita. Els valors representen la mitjana i l'error estàndard, en dues varietats comercials (F1 i F1(2)) i tres varietats tradicionals (LC649, LC391, LC732) de tomàquet de Penjar. Els materials van ser cultivats a la zona del Maresme i els fruits emmagatzemats a 18°C i 95% d'humitat relativa.

03.02. Dosi de reg

La dosi de reg és un factor generalment mencionat pels agricultors com a determinant en la conservació del tomàquet de Penjar. El coneixement popular senyala que la conservació del fruit millora en condicions d'estress hídric, sobretot si aquest és aplicat just abans de la collita. Aquest efecte positiu de l'estress hídric sobre la conservació sembla manifestar-se especialment en sistemes de cultiu amb baixos inputs⁴, com els que s'empraven antigament per cultivar la varietat (cultiu rastrer, amb baixos rendiments i sense fertirrigació). Per contra en sistemes de cultiu amb varietats de tipus indeterminat i les plantes conduïdes verticalment, al solapar-se els diferents estadis de desenvolupament de la planta (creixement vegetatiu, floració, quallat i maduració), l'estress hídric pot provocar una reducció important en el rendiment. Alhora, els estudis realitzats senyalen que en els sistemes actuals de cultiu, d'elevat rendiment i amb sistemes de fertirrigació, la dosi de reg no sembla afectar a la conservació

del fruit. De fet en un experiment realitzat l'any 2017 es va observar la tendència contrària, existint una tendència dels fruits cultivats en condicions d'estrès hídric a manifestar una pitjor conservació (figura 5). Cal especificar que aquest assaig es va fer en un sistema de cultiu sota túnel i aplicant les dosis màximes permeses de fertilització, alhora que les plantes van ser conduïdes verticalment sobre dues guies. Resultats assolits en altres projectes han senyalat també que en els sistemes de cultiu actuals no s'observa una millor conservació sota condicions d'estrès hídric.

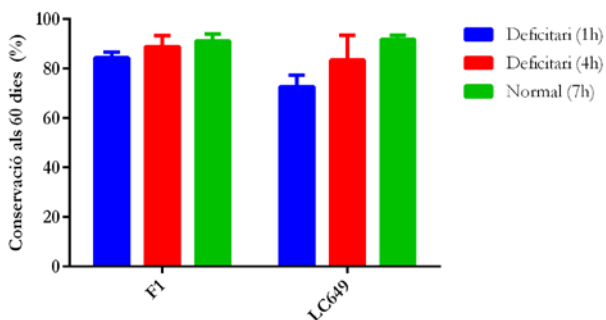


Figura 5. Conservació als 60 dies de postcollita en una varietat comercial (F1) i una varietat tradicional (LC649) de tomàquet de Penjar cultivades en diferents règims hídrics. Els valors representen la mitjana i l'error estàndard.

03.03. Estadi de maduresa i freqüència de collita

Degut a la seva maduració anòmala⁹, el tomàquet de Penjar tendeix a no evolucionar bé quan és collit en els primers estadis del procés de maduració (fase de trencament de color). Paral·lelament, la seva llarga vida, fa que el fruit pugui romandre al camp més temps que les varietats de maduració normal. Això fa que en alguns casos la freqüència en què es fa la collita es dilati en el temps, recol·lectant fruits que es troben sobre-madurs. Aquesta pràctica tendeix a provocar majors problemes durant la postcollita, doncs els fruits sobre-madurats tendeixen a tenir menor capacitat de conservació. Collir els fruits en el correcte estadi de maduració (estadis 4-5 (figura 5)) és important per afavorir una bona qualitat (color i propietats organolèptiques) i capacitat de conservació.



Figura 5. Estadis de maduració del tomàquet. L'òptim per la collita del tomàquet de Penjar es es troba en els estadis 4-5.

03.04. Temperatura i humitat al magatzem

La temperatura i la humitat relativa durant la fase d'emmagatzematge són factors crucials per la conservació. D'una banda temperatures baixes (<12°C) provoquen danys per fred en el tomàquet, els quals es poden manifestar per trencaments en l'epidermis, facilitant el desenvolupament de patògens. D'altra banda, elevades humitats relatives afavoreixen la proliferació de fongs, per la qual cosa cal evitar-les. A nivell general podem assumir que temperatures al voltant de 16°C i humitats del 75% serien òptimes per la conservació del tomàquet de Penjar.

L'efecte negatiu de les temperatures baixes sobre la conservació s'accentua a mesura que avança la postcollita. En l'estudi realitzat l'any 2018 al Maresme, es va observar que temperatures baixes de conservació (12°C) afectaven negativament a la conservació del fruit principalment a partir dels 60 dies de postcollita, comparades amb temperatures d'emmagatzematge de 18°C (figura 6).

Cal remarcar que oscil·lacions importants en la temperatura i humitat relativa a què estan sotmesos els fruits també provoquen una disminució significativa de la capacitat de conservació. Per aquest motiu, des del moment de la collita, cal establir estratègies per mantenir constants la temperatura i humitat relativa. En cas escaient, quan passem del camp (collita) a la fase de conservació (magatzem), si les condicions són molt diferents, és recomanable fer passar els fruits per un període d'aclimatació, evitant canvis bruscs en la temperatura i humitat relativa.

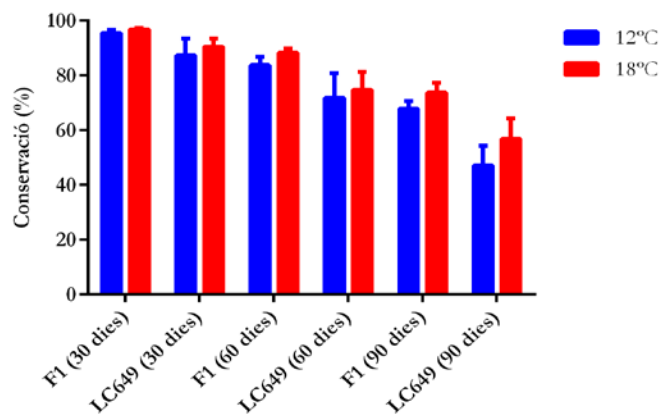


Figura 6. Efecte de la temperatura d'emmagatzematge sobre la conservació del tomàquet de Penjar als 30, 60 i 90 dies de postcollita. Els valors representen la mitjana i l'error estàndard, en una varietat comercial (F1) i una varietat tradicional (LC649) de tomàquet de Penjar.

03.05. Altres factors

A part dels factors mencionats, d'altres factors pre- i postcollita poden afectar significativament a la conservació del fruit. Per exemple, en alguns estudis realitzats s'ha observat que les collites primerenques tendeixen a manifestar una millor conservació que les darreres collites, si bé aquest efecte no és constant entre anys.

Per tal de facilitar la reflexió i la presa de decisions sobre l'itinerari tècnic òptim per garantir una bona conservació del tomàquet de Penjar, es proposa a continuació un diagrama amb recomanacions per les diferents etapes del procés de producció i comercialització (figura 7).

Factors genètics

- Selecció de varietats amb bona conservació

Factors pre-collita

- Cultiu protegit: cultius dins de túnel estan menys afectats per inclemències meteorològiques
- Dosí de reg: no afecta en cas d'aplicar fertirrigació
- Freqüència de reg: canvis sobtats en la disponibilitat d'aigua del sòl provoquen clivellat
- Oscil·lació en paràmetres climàtics: èpoques amb una elevada oscil·lació en paràmetres climàtics (temperatura, humitat relativa, irradiància) afavoreixen l'aparició de clivellat
- Patògens: alguns fongs que provoquen les podridures postcollita provenen del camp

Fase de collita

- Estadi de maduresa: evitar collir a trencament de color i a sobre-maduració
- Freqüència de collita: reduir el període entre collites
- Maneig dels fruits: evitar donar cops als fruits durant la collita
- Materials auxiliars: desinfectar materials auxiliars emprats durant la collita (caixes, estris)
- Presència de peduncle: el peduncle protegeix el fruit de l'entrada de patògens, si bé pot provocar ferides entre fruits dins la caixa
- Envelliment de la planta: tendència a manifestar millor conservació els primers poms de la planta

Transport i entrada a magatzem

- Aclimatació: evitar grans oscil·lacions de temperatura i humitat relativa després de la collita. Recomenable aclimatar els fruits paulatinament fins a les condicions d'emmagatzematge
- Triatge als 10 dies: es recomana fer un triatge dels fruits als 10 dies, per eliminar els que presenten defectes en l'epidermis ocasionats durnat la collita

Factors postcollita

- Condicions: recomenable 16°C i 75% humitat relativa
- Amplitud tèrmica i d'humitat: minimitzar les oscil·lacions tèrmiques i d'humitat relaitva durant la postcollita
- Mida de les caixes de conservació: es recomana emprar caixes de mida reduïda (1 nivell de fruits)
- Desinfecció materials auxiliars: es recomana desinfectar els materials auxiliars i, si és possible, el magatzem

Comercialització

- Maneig suau dels fruits: evitar cops durant el procés de venda
- Envàs: ús d'envasos que facilitin la transpiració del fruit
- Condicions climàtiques: mantenir, en la mesura del possible, les condicions de temperatura i humitat relativa de la fase d'emmagatzematge

Agraïments

Aquest treball forma part del projecte “*Millores tecnològiques en el cultiu i la postcollita del tomàquet de Penjar*”, cofinançat pel Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació en el marc de la convocatòria de projectes pilot innovadors per part dels Grups Operatius de l'Associació Europea per a la Innovació (AEI) en matèria de productivitat i sostenibilitat agrícoles (operació 16.01.01 (Cooperació per a la Innovació) del PDR de Catalunya 2014-2020).

Per saber-ne més:

1. Casals, J., Rull, A., Sans, S., del Castillo, R. R. & Pons, C. La postcollita del tomàquet de Penjar. in *Dossier tècnic 'El tomàquet de Penjar'* 20–23 (Direcció General d'Alimentació, Qualitat i Indústries Agroalimentàries, 2018).
2. Casals, J. *et al.* Long-term postharvest aroma evolution of tomatoes with the alcaoba (alc) mutation. *Eur. Food Res. Technol.* **233**, 331–342 (2011).
3. Casals, J., Martí, R., Casañas, F. & Cebolla, J. Sugar-and-acid profile of Penjar tomatoes and its evolution during storage. *Sci. Agric.* **72**, 314–321 (2015).
4. Conesa, M. À. *et al.* The postharvest tomato fruit quality of long shelf-life Mediterranean landraces is substantially influenced by irrigation regimes. *Postharvest Biol. Technol.* **93**, 114–121 (2014).
5. Kumar, R., Tamboli, V., Sharma, R. & Sreelakshmi, Y. NAC-NOR mutations in tomato Penjar accessions attenuate multiple metabolic processes and prolong the fruit shelf life. *Food Chem.* **259**, 234–244 (2018).
6. Peet, M. M. Fruit Cracking in Tomato. *HortTechnology* **2**, 216–223 (1992).
7. Antunes, M. D. C. & Cavaco, A. M. The use of essential oils for postharvest decay control. A review. *Flavour Fragr. J.* **25**, 351–366 (2010).
8. Carrieri, R. *et al.* Postharvest decay control of a “long-storage” tomato landrace using different preharvest treatments. *Acta Horti.* **1144**, 423–430 (2016).
9. Casals, J. *et al.* Genetic basis of long shelf life and variability into Penjar tomato. *Genet. Resour. Crop Evol.* **59**, 219–229 (2012).
10. Casals, J., Rivera, A., Simó, J. & Pons, C. El tomàquet de Penjar, un tipus varietal amb una gran variabilitat. in *Dossier tècnic 'El tomàquet de Penjar'* 9–14 (Direcció General d'Alimentació, Qualitat i Indústries Agroalimentàries, 2018).
11. Bota, J. *et al.* Characterization of a landrace collection for Tomàtiga de Ramellet (*Solanum lycopersicum* L.) from the Balearic Islands. *Genet. Resour. Crop Evol.* **61**, 1131–1146 (2014).

Figura 7. Recomanacions per millorar la postcollita del tomàquet de Penjar a través de les diferents etapes de l'itinerari tècnic.