

El caqui

1. Introducció

El **caqui** amb nom científic *Diospyros kaki*, és comunament conreat en regions càlides (Fig. 1). El caqui és originari de la Xina, on s'ha cultivat durant segles. Havent-se estès el seu conreu cap a Corea i a el Japó, on es van desenvolupar varietats addicionals. Existeixen més de dues mil varietats diferents d'aquesta fruita. A mitjans del 1800 es va introduir als Estats Units i no va ser fins a finals de segle XIX que va fer-ho a Europa.

Xina és el principal productor de caqui a escala mundial amb una producció de més de 3 Mt el 2019, en segon lloc, però a molta distància es troba Espanya amb una producció de 482.646 t. A Espanya, la Comunitat Valenciana disposa de la principal àrea de cultiu de caquis del país amb una producció de 431 kt, seguida d'Andalusia amb 44 kt, i de Catalunya i d'Extremadura amb una producció de 1.8 kt (MAPA, 2019). Espanya se situa com el primer exportador mundial d'aquesta fruita gràcies als avenços de les tecnologies **postcollita**.



Figura 1 Foto de caquis. <https://michalhorowitz.com/persimmon-apple-crisp/>

El caqui és una fruita molt beneficiosa per a la salut, és rica en carotenoides, fibra i vitamines A i C (Taula 1).

Taula 1 Valors nutricionals per 100 g de caqui

Aigua	g	80.32
Energia	kcal	70
Proteïna	g	0.58
Greixos totals	g	0.19
Carbohidrats	g	18.59
Fibra	g	3.6
Sucres	g	12.53
Calci	mg	8
Ferro	mg	0.15
Magnesi	mg	9
Fòsfor	mg	17
Potassi	mg	161
Sodi	mg	1
Vitamina A	µg	81
Vitamina C	mg	7.5

* Font: (USDA, 2019)

La característica identitària del caqui és la seva astringència en la collita. L'astringència és una sensació tàctil i no de sabor, la qual depèn del contingut de tanins. Els tanins són compostos polifenòlics, més o menys complexos, d'origen vegetal. Els tanins del caqui són d'un pes molecular particularment alt i la barreja conté suficients grups d' hidroxil fenòlics per causar una sensació astringent (sequedat i arrugament) a la boca (Fig. 2). Però no totes les varietats són astringents, depèn del nivell de tanins solubles en la collita. Es consideren astringents aquells cultius que en la collita tenen entre un 0,5 i 1% del seu pes fresc de tanins solubles i no astringents aquells que tenen un nivell inferior al 0,03% del seu pes fresc. Els caquis es poden dividir en quatre grups depenent del nivell d'astringència i de la pol·linització variable a la collita (Novillo et al., 2016):

- **Pol·linització constant no astringent (PCNA)**, on es troben les varietats *Fuyu* i *O'Gosho*, caracteritzades per ser no astringents independentment de la presència de llavors. Les cèl·lules tànniques deixen de desenvolupar-se en estats primerencs durant el creixement del fruit.
- **Pol·linització variable no astringent (PVNA)**, en aquest grup destaquen varietats com la *Kaki Tipus* i la *Mizushima*, les quals són no astringents quan tenen llavors.
- **Pol·linització variable astringent (PVA)**, s'inclouen en aquest grup varietats com la *Fuji* i la *Roig Brillant*, que són no astringents únicament al voltant de les llavors.

- **Pol·linització constant i astringents (PCA)**, on es troben les varietats *Triumph* i *Hachiya*, les quals són astringents independentment de la presència de llavors.

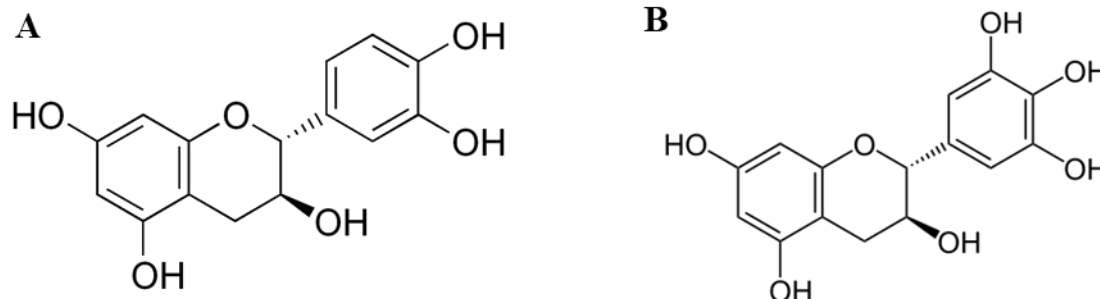


Figura 2 Estructura química de la catequina (A) i galocatequina (B), dos dels tanins (polifenols) predominants al caqui.

La pol·linització variable s'expressa com l' enfosquiment dels teixits que envolten els lòculs quan les llavors són presents, mentre que el tipus de color de la polpa varia amb la constant de pol·linització.

2. L' astringència

L'astringència a la polpa del caqui es redueix naturalment durant l'emmagatzematge de la fruita després de la collita, així i tot, les varietats restringents s'han de tractar per tal d'eliminar-la. Un mecanisme útil en l'eliminació artificial de la astringència del fruit és la condensació o polimerització dels tanins solubles, que causen el sabor astringent, en formes insolubles, gràcies a l'acetaldehid produït en la polpa durant el tractament (Taira et al., 1997).

Actualment, hi ha diferents mètodes per reduir l'astringència del caqui, com els següents:

- Sobre **maduració artificial amb etilè**, el que comporta una vida **postcollita** curta i una pèrdua molt important de fermesa, implicant una manipulació i conservació molt limitades.
- Aplicació d'altres concentracions de diòxid de carboni (CO₂), nitrogen (N₂), etanol i tractaments en aigua calenta. Tots aquests elements generen una acumulació d'acetaldehid en el fruit, el qual s'adhereix als tanins solubles convertint-los en insolubles.

Un dels mètodes més utilitzat per a l'eliminació de l'astringència al caqui és l'aplicació d'altres concentracions de CO₂, el que indueix la respiració anaeròbia produint una acumulació d'acetaldehid en el fruit. La durada òptima del tractament amb CO₂ depèn de la varietat i de l'estat de maduresa del fruit en la collita (Besada et al., 2010). Si el tractament és massa curt, els fruits

poden tenir una astringència residual, i si es prolonga en excés pot comportar pèrdues de qualitat del fruit (Novillo et al., 2014). Per exemple, en la varietat *Roig Brillant*, l'aplicació estàndard del tractament es realitza en concentracions de CO₂ majors al 95 %, a temperatures entre els 12-25 °C i durant 18-24 h, sempre depenent de l'estat de maduresa de la fruita i variable al llarg de la campanya (Del Río and Arnal, 2001).

ILERFRED és especialista en la instal·lació de sistemes de tractament de l'astringència de caquis. Dotant a la càmera d'un [sistema de control i seguretat](#) per tal d'assegurar l'eficàcia del tractament i adaptant-lo a cada varietat.

3. La conservació del caqui

Els caquis s'han de conservar a temperatura prop dels 0 °C i amb una humitat relativa d'entre el 90-95 %. La vida útil del caqui és molt curta i la seva producció dura pocs mesos, per això és molt important allargar la seva conservació mitjançant atmosferes controlades. Les condicions atmosfèriques depenen de la varietat emmagatzemada, però en termes generals es troben entre un 3-5 % d'oxigen, que permet retardar la maduració i un 5-8 % de CO₂, que ajuda a mantenir la fermesa i reduir els danys per fred (Toivonen and Forney, 2016). La vida postcollita del caqui a les condicions detallades i lliures d'etilè permeten prolongar la conservació d'aquests fruits fins a cinc mesos.

No hi ha unes condicions d'atmosfera òptima per a totes les varietats, ja que, tant els efectes de l'AC, com el retard de la senescència, la disminució de la taxa de respiració i la producció d'etilè, depenen de la varietat o cultiu de fruita, l'estat fisiològic, la composició de l'atmosfera i de la temperatura i el temps d'emmagatzematge (Kader, 2002).

A la bibliografia, a sota citada, s'hi troben diferents estudis que demostren les millores de conservació de caqui sota condicions d'atmosfera controlada. Com per exemple, permet allargar la conservació de caqui *Fuyu* amb una major fermesa i amb una incidència menor d'alteracions (Ben-Arie and Zutkhi, 1992; Brackmann and Donazzolo, 2001). Per la mateixa varietat, altres autors van observar una major fermesa quan la fruita era emmagatzemada a 0 °C i a 4-6 kPa O₂ + 10 kPa CO₂ (Park, 1997), i emmagatzemant a -0.5 °C sota 15 kPa O₂ + 15 kPa CO₂ (Brackmann et al., 1999). Kader (2003) va mostrar que atmosferes amb un contingut d'O₂ baix o un alt contingut de CO₂ alenteixen l'activitat dels enzims que degraden la paret cel·lular provocant l'estovament de la fruita. Arnal et al. (2008) van trobar que, un AC compost per un 97% N₂ + aire permetia emmagatzemar caqui *Roig Brillant* fins a 30 dies a 15 °C, mantenint la fermesa comercial i sense necessitat d'un tractament addicional per a remoure (eliminar?) l'astringència.

A **ILERFRED** comptem amb més de 34 anys d'experiència en [instal·lacions de fred](#) i [atmosfera controlada](#). Implicant-nos sempre en tot el procés, des de la primera pregunta fins al manteniment de la instal·lació. Les inquietuds dels nostres clients i les nostres s'han reflectit en millores contínues de les instal·lacions.

4. Desordres a la postcollita

La majoria dels trastorns **postcollita** es desenvolupen després d'un període d'emmagatzematge en fred. Els trastorns més comuns són causats per malalties que s'infecten a través de talls i abrasions.

Algunes varietats de caqui són molt sensibles als danys per fred (Fig. 3). Amb l'objectiu d'inhibir aquest símptoma diferents autors han tractat la fruita amb 1-Methylcyclopropene (1-MCP). L'1-MCP permet estendre la vida útil i la qualitat dels productes vegetals actuant sobre la resposta de l'etilè. A temperatura i pressió estàndard, l'1-MCP és un gas amb un pes molecular de 54 i una fórmula de C_4H_6 . Es creu que l'1-MCP ocupa receptors d'etilè de manera que l'etilè no pot unir-se i provocar acció.

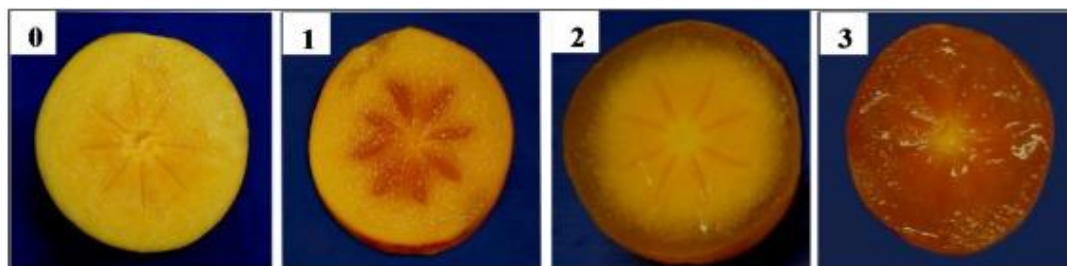


Figura 3 Escala utilitzada per avaluar la severitat dels danys per fred, (0) fruita sana; (1) estovament central en absència de llavors; (2) estovament extern en epidermis i capes de parènquima; (4) fruita completament estovada (Tessmer et al., 2019).

Salvador et al. (2004) van aconseguir retardar la pèrdua de la fermesa del caqui *Roig Brillant* combinant l'acció de l'1-MCP amb un emmagatzematge a 1°C. Girardi et al. (2003) van reportar un manteniment prolongat dels nivells alts de fermesa en caqui Fuyu emmagatzemat a 0°C i tractat amb 1-MCP. A la bibliografia hi ha poca informació sobre l'efecte d'aquest tractament a les diferents varietats i condicions.

El caqui és sensible a l'enfosquiment intern de la polpa el qual es manifesta quan el fruit és exposat a determinades condicions durant el període de vida postcollita. Els danys mecànics, com ara el raspallat excessiu, són una de les principals causes l'embroniment de la polpa del caqui, ja que aquests fruits són molt sensibles als cops. Un altre factor associat a l'aparició d'aquesta fisiopatia és l'emmagatzematge sota AC, sent en aquest cas la zona del cor del fruit la que es veu més afectada (Fig. 4). També cal tenir en compte que l'exposició del fruit a condicions

d'anaerobiosi, durant el tractament de desastringència amb altes concentracions de CO₂, poden resultar en desordres d'aquest tipus quan el tractament s'allarga en el temps (Besada et al., 2017). La incidència d'enfosquiment ha suposat a Espanya pèrdues d'entre el 15-20% sobre el producte comercialitzat en alguna campanya.

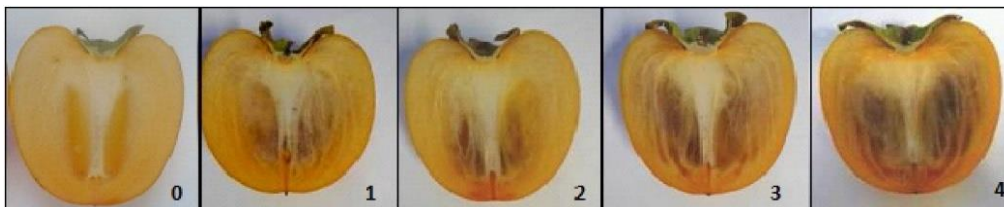


Figura 4 Escala utilitzada per avaluar la severitat de l'enfosquiment intern, en la qual (0) fruita sana; (1) enfosquiment lleu en menys del 50% de la polpa, (2) enfosquiment intens en menys del 50% de la polpa, (3) enfosquiment intens en 50-70% de la polpa, i (4) enfosquiment intens en més del 70% de la polpa (Fathi-Najafabadi et al., 2020).

La taca negra causada per l'*Alternaria alternata* (Fig. 5), ha estat descrita com la malaltia postcollita més devastadora econòmicament en algunes varietats de caqui, com és el cas de la *Triumph* (Prusky et al., 2001). La manera principal d'infecció del caqui per *A. alternata* és a través de petites ferides sota dels sèpals adherits a l'extrem de la tija o directament en la cutícula del fruit (Biton et al., 2014a, 2014b).

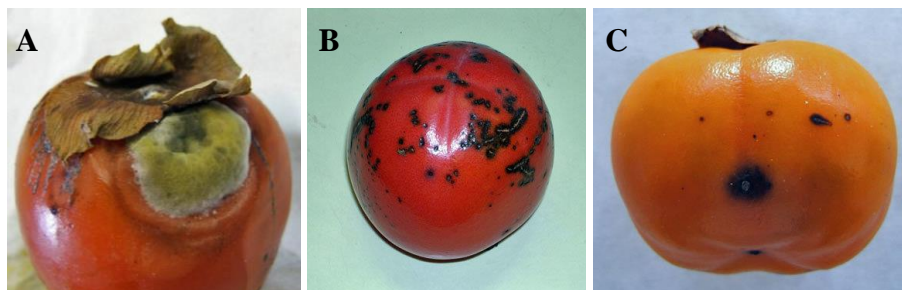


Figura 5 A) Lesió esporulada de taca negra causada per *Alternaria alternata* en caqui *Roig Brillant* conservat a temperatura ambient. B) Taques negres causades per *Alternaria alternata* en caqui *Roig Brillant* emmagatzemats en fred. C) Síntomes de la malaltia de la taca negra causada per *Alternaria alternata* en el caqui *Triumph* (Palou et al., 2012).

5. Conclusions

El caqui és un fruit amb determinats problemes fisiològics durant l'emmagatzematge. És per això, que a l'hora de dissenyar les càmeres cal tenir una principal atenció a les característiques de la varietat. Les varietats no astringents són més sensibles a la temperatura, podent presentar enfosquiment de la polpa i pèrdua de qualitat. Una concentració d'etilè elevada a l'interior de la càmera durant la conservació provoca una acceleració de la senescència del fruit. L'exposició del caqui a nivells d'oxigen inferiors al 3%, pot provocar una pèrdua de la qualitat sensorial i fisiològica. Finalment, la conservació a nivells superiors al 10% de CO₂ per temps perllongats (>1 mes), pot comportar l'enfosquiment de la polpa i pèrdues de la qualitat sensorial.

6. Referencies

- Arnal, L., Besada, C., Navarro, P., Salvador, A., 2008. Effect of controlled atmospheres on maintaining quality of persimmon fruit cv. “Rojo Brillante.” *J. Food Sci.* 73.
<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00602.x>
- Ben-Arie, R., Zutkhi, Y., 1992. Extending the storage life of ‘Fuyu’ Persimmon by modified-atmosphere packaging. *HortScience* 27, 811–813.
<https://doi.org/10.21273/hortsci.27.7.811>
- Besada, C., Novillo, P., Gil, R., Navarro, P., Salvador, A., 2017. Causas de pardeamiento en caqui. *Phytoma España La Rev. Prof. Sanid. Veg.* 286, 30–35.
- Besada, C., Salvador, A., Arnal, L., Martínez-Jávega, J.M., 2010. Optimization of the duration of deastringency treatment depending on persimmon maturity. *Acta Hortic.* 858, 69–74.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.858.7>
- Biton, E., Kobiler, I., Feygenberg, O., Yaari, M., Friedman, H., Prusky, D., 2014a. Control of alternaria black spot in persimmon fruit by a mixture of gibberellin and benzyl adenine, and its mode of action. *Postharvest Biol. Technol.* 94, 82–88.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.03.009>
- Biton, E., Kobiler, I., Feygenberg, O., Yaari, M., Kaplunov, T., Ackerman, M., Friedman, H., Prusky, D., 2014b. The mechanism of differential susceptibility to alternaria black spot, caused by *Alternaria alternata*, of stem- and bottom-end tissues of persimmon fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 94, 74–81. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.03.008>
- Brackmann, A., Sfeffens, C.A., Mazaro, S.M., 1999. Storage of kaki (*Diospyros kaki* L.), cv “Fuyu,” in modified and controlled atmosphere storage. *Rev. Bras. Armazenamento* 2, 42–46.
- Brackmann, A.B., Donazzolo, J.D., 2001. Storage of “Fuyu” persimmons in modified and controlled atmospheres, in: 8th Int. Rotterdam.
- Del Río, M.A., Arnal, L., 2001. Nuevas técnicas de post-cosecha aplicables al caqui, Instituto valenciano de investigaciones agrarias.
- Fathi-Najafabadi, A., Salvador, A., Navarro, P., Gil, R., Besada, C., 2020. Effect of temperature during and immediately after CO₂-deastringency treatment on internal flesh browning after cold storage of persimmon fruit. *Sci. Hortic. (Amsterdam)*. 268, 109363.
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109363>
- Girardi, C.L., Parussolo, A., Danieli, R., Corrent, A.R., Rombaldi, C.V., 2003. Conservação de caqui (*Diospyros kaki*, L.), cv. fuyu, pela aplicação de 1-metilciclopropeno. *Rev. Bras. Frutic.* 25, 53–55. <https://doi.org/10.1590/s0100-29452003000100016>
- Kader, A., 2002. Modified atmospheres during transport and storage, in: Kader, A. (Ed.), *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. University of California, pp. 135–144.
- Kader, A.A., 2003. Physiology of Ca treated produce. *Acta Hortic.* 600, 349–354.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.600.50>
- MAPA, 2019. <https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/superficies-producciones-anuales-cultivos/> [WWW Document]. Datos Av. frutales no cítricos y frutales secos año 2019.
- Novillo, P., Salvador, A., Crisosto, C., Besada, C., 2016. Influence of persimmon astringency

- type on physico-chemical changes from the green stage to commercial harvest. *Sci. Hortic.* (Amsterdam). 206, 7–14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.04.030>
- Novillo, P., Salvador, A., Llorca, E., Hernando, I., Besada, C., 2014. Effect of CO₂ deastringency treatment on flesh disorders induced by mechanical damage in persimmon. Biochemical and microstructural studies. *Food Chem.* 145, 454–463. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.054>
- Palou, L., Taberner, V., Guardado, A., Montesinos-Herrero, C., 2012. First report of *Alternaria alternata* causing postharvest black spot of persimmon in Spain. *Australas. Plant Dis. Notes* 7, 41–42. <https://doi.org/10.1007/s13314-012-0043-0>
- Park, Y.S., 1997. Changes in fruit skin blackening phenolic acids ethanol production of non-astringent “Fuyu” persimmon fruit during CA storage, in: *International Controlled Atmosphere Research Conference*. University of California, Davis.
- Prusky, D., Eshel, D., Kobiler, I., Yakoby, N., Beno-Moualem, D., Ackerman, M., Zuthji, Y., Ben Arie, R., 2001. Postharvest chlorine treatments for the control of the persimmon black spot disease caused by *Alternaria alternata*. *Postharvest Biol. Technol.* 22, 271–277. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(01\)00084-9](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(01)00084-9)
- Salvador, A., Arnal, L., Monterde, A., Cuquerella, J., 2004. Reduction of chilling injury symptoms in persimmon fruit cv. “Rojo Brillante” by 1-MCP. *Postharvest Biol. Technol.* 33, 285–291. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2004.03.005>
- Taira, S., Ono, M., Matsumoto, N., 1997. Reduction of persimmon astringency by complex formation between pectin and tannins. *Postharvest Biol. Technol.* 12, 265–271. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(97\)00064-1](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(97)00064-1)
- Tessmer, M.A., Appezzato-da-Glória, B., Kluge, R.A., 2019. Evaluation of storage temperatures to astringency ‘Giombo’ persimmon: Storage at 1 °C combined with 1-MCP is recommended to alleviate chilling injury. *Sci. Hortic.* (Amsterdam). 257, 108675. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108675>
- Toivonen, P.M.A., Forney, C.F., 2016. *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks*, The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture. <https://doi.org/10.1007/978-1-4613-1127-0>
- USDA, 2019. United States department of agriculture, economic research service. [WWW Document]. URL <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/>