

# *Evolución de la fisiopatía daño por sol a escaldado por sol durante la conservación refrigerada de manzanas*

El daño por sol o asoleado de los frutos es un desorden fisiológico causado por radiación solar intensa en conjunto con altas temperaturas. Afecta la superficie de manzanas y peras reduciendo su calidad y posibilidad de comercialización. A nivel mundial, provoca importantes pérdidas económicas debido al descarte de fruta para exportación. En la región del Alto Valle de Río Negro se han determinado pérdidas entre el 30-50% según la especie y variedad y las condiciones climáticas de la temporada.

En manzana se identificaron distintos niveles de daño por sol. El grado grave se corresponde con manchas bronceadas oscuras en la piel que pueden alcanzar la necrosis del tejido. El daño por sol moderado provoca en la superficie del fruto expuesta a la radiación solar un color amarillo intenso bronceado, mientras que aquellos con nivel leve presentan un tono amarillo claro o levemente decolorado en un sector de su piel (Figura 1). Los frutos con daño grave y moderado se descartan generalmente durante la operación de cosecha y, dependiendo del control y manejo realizado,

ingresan a la planta de empaque en muy baja proporción. Los frutos con daño leve, conocido comúnmente como "reflejo de sol", son considerados aptos para su comercialización, por lo cual es habitual encontrarlos durante el embalaje y la conservación refrigerada. Sin embargo, dependiendo del tiempo de almacenaje, estos frutos desarrollan un desorden fisiológico de poscosecha denominado escaldado por sol. Esta fisiopatía se visualiza como manchas marrones de diferente intensidad, exclusivamente en la superficie del fruto que estuvo expuesta a la radiación solar (Figura 2). Dicha característica disminuye considerablemente la calidad comercial de los frutos e incrementa en forma significativa el porcentaje de descarte durante el proceso de embalaje, en especial en variedades susceptibles como Granny Smith.

El escaldado por sol ocurre durante el almacenamiento poscosecha, pero no puede identificarse como un típico daño por conservación refrigerada como el escaldado superficial, ya que la temperatura de conservación no condiciona su aparición. Se ha encontrado

## Pon el futuro del negocio de tus Manzanas en las mejores manos.

Con Apples Sort 3 tus Manzanas no tienen secretos. Nada ha sido dejado al azar gracias a una perfecta clasificación de la calidad. Entra en el mundo de Unisorting. Pondrás el futuro de tu negocio en las mejores manos.



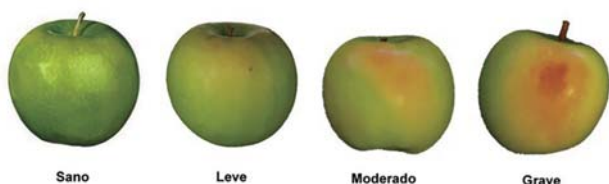
**APPLES>SORT 3**  
SORTING TECHNOLOGY



**UNISORTING**  
INNOVATION FOR YOUR RESULTS

Brand of **UNICEF**

unisorting.com



Sano

Leve

Moderado

Grave

Figura 1



Sano

ES 1

ES 2

ES 3

Figura 2

esta fisiopatía en frutos que no han sido sometidos a bajas temperaturas de almacenaje, lo cual indica que este proceso es independiente de la temperatura de conservación poscosecha.

Es importante señalar que muchos de los frutos que al momento de la cosecha se observan aparentemente sanos desarrollan escaldado por sol luego de un período de almacenamiento en frío. En estos casos, el sector expuesto al sol no presenta síntomas dado que se aclimató bioquímicamente a la alta radiación y temperatura en el campo. No obstante, estos cambios no evitan el desarrollo posterior del escaldado por sol durante la conservación.

Existe relativamente escasa información sobre el origen del oscurecimiento de la piel que se visualiza en el escaldado por sol. En los años 90 fue descrito como un proceso no-oxidativo, ya que el pardeamiento de los tejidos no puede ser inhibido por el uso de antioxidantes como el caso de la difenilamina (DPA). Sin embargo, investigaciones posteriores indican la oxidación de polifenoles, en especial glicósidos de quercetina como

el origen de esta fisiopatía. Los polifenoles son compuestos que se sintetizan en la piel de los frutos de manzana con daño por sol como respuesta a las condiciones estresantes. Durante el almacenaje, estos compuestos sufren cambios estructurales debido a su oxidación, lo que conduce a la acumulación de componentes de color marrón en la piel y, por lo tanto, producen el síntoma típico del escaldado por sol. Este sustrato de oxidación diferencial (polifenoles) respecto al sustrato de oxidación en otro desorden poscosecha como es el escaldado superficial (alfarnasenos) explicaría la ineficacia del uso de DPA en el control del escaldado por sol.

En estudios realizados en el Centro de Investigaciones en Toxicología Ambiental y Agrobiotecnología del Comahue (CITAAC), Instituto de Bipterencia UNCo-Facultad de Ciencias Agrarias y CONICET se analizó en manzana Granny Smith la relación entre el nivel de daño por sol a cosecha y el momento de aparición del síntoma de escaldado por sol. Básicamente el nivel de daño por sol alcanzado al momento de cosecha condiciona

sigue >>

Tabla 1: Evolución de los parámetros de madurez de manzana Granny Smith con diferentes niveles de daño por sol al ingreso a cámara, durante 120 días de conservación refrigerada (atmósfera convencional a 0°C +/- 1°C y humedad relativa de 95%).

Días de conservación	Nivel de daño	Firmeza (lb.pulg-2)	Sólidos solubles (% Brix)	Acidez (%)
0	Sano	17,24 a	10,02 a	0,83 a
	Leve	19,23 b	11,46 b	0,81 a
	Moderado	19,29 b	11,80 b	0,84 a
	Grave	19,15 b	11,64 b	0,84 a
60	Sano	16,33 a	11,55 a	0,77 a
	Leve	18,72 b	12,35 a	0,84 a
	Moderado	18,96 b	12,38 a	0,80 a
	Grave	18,76 b	12,35 a	0,80 a
120	Sano	15,43 a	11,42 a	0,67 a
	Leve	17,73 b	11,83 ab	0,66 a
	Moderado	17,09 ab	12,33 b	0,65 a
	Grave	18,53 b	12,20 b	0,66 a

Letras diferentes para cada parámetro y período de conservación indican diferencias significativas (Tukey P<0,05).

tanto el momento de aparición como la intensidad de esta fisiopatía durante el periodo de conservación refrigerada. Frutos que presentan daño por sol grave al momento de cosecha desarrollan escaldado por sol en general a partir de los 30 días de conservación en frío convencional (0°C +/- 1°C y humedad relativa de 95%), mientras que en los frutos con niveles moderado a leve esta fisiopatía se comienza a visualizar a partir de los 60-90 días (Figura 3).

El análisis de la evolución de los parámetros de madurez durante la conservación refrigerada indicó que la firmeza de pulpa y los sólidos solubles fueron los índices que expresaron en forma más consistente el efecto de la elevada radiación solar. La firmeza de pulpa en los frutos con daño por sol fue superior respecto a los frutos sanos durante todo el periodo evaluado, independientemente del grado de daño considerado (Tabla 1). Esta mayor firmeza detectada en los frutos con daño por sol se debe al menor contenido hídrico en conjunto con una diferente composición de la pared

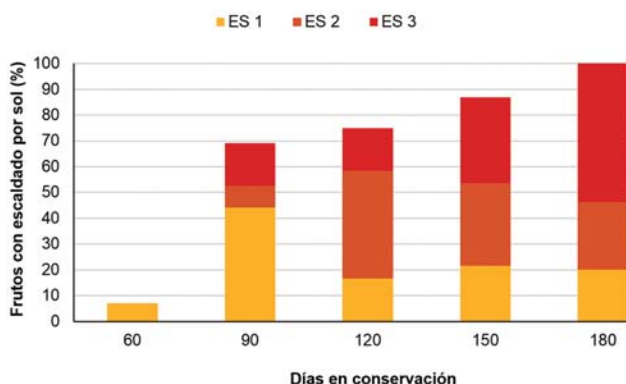


Figura 3: Evolución de la fisiopatía poscosecha escaldado por sol (ES) en manzana Granny Smith que ingresó a conservación con daño por sol leve. El almacenamiento se realizó en atmósfera convencional a 0°C +/- 1°C y humedad relativa de 95%. ES 1: escaldado por sol de menor intensidad; ES 2: intensidad media; ES 3: intensidad alta.

celular y su engrosamiento como respuesta a las condiciones estresantes por elevada radiación. El contenido de sólidos solubles también fue mayor en los frutos asoleados respecto a aquellos sanos a lo largo de los 120 días de conservación.

Algunos aspectos a tener en cuenta para disminuir la incidencia de frutos con escaldado por sol durante la conservación refrigerada:

- Atenuar el nivel de daño por sol a campo a través de las diversas tecnologías disponibles (prácticas culturales, protectores solares, mallas, cooling, etc.).
- Realizar un preciso control durante la operación de cosecha para evitar que los frutos con daño por sol grave y moderado ingresen al empaque.
- Una vez en planta de empaque separar los lotes que presenten alto porcentaje de frutos con daño de sol leve para su rápido procesamiento y comercialización.
- Evitar períodos superiores a 60 días de conservación de lotes con alto porcentaje de frutos con daño por sol leve.

Fuentes:

COLAVITA G., MONDACA X., VITA L. Reducción en la conservación de manzanas debido a estrés por elevada radiación solar durante el desarrollo. I Congreso Argentino de Biología y Tecnología Poscosecha. IX Jornadas Argentinas de Biología y Tecnología Poscosecha. Concordia, Entre Ríos. 25 al 27 de Octubre de 2017.

COLAVITA, G.M. 2008. Evaluación de la incidencia de asoleado en la producción de la región del Alto Valle del Río Negro. Revista Fruticultura & Diversificación 58, 16-23.

CONTRERAS, C., J.P. ZOFFOLI, J.A. ALCALDE, y M. AYALA. 2008. Evolution of sunburn in 'Granny Smith' apples during storage. Cien. Inv. Agr. 35, 113- 122.

HERNANDEZ, O.; TORRES, C.A.; MOYA-LEÓN, M.A.; OPAZOC, M.C. y RAZMILICO, I. 2014. Roles of the ascorbate-glutathione cycle, pigments and phenolics in post-harvest 'sunscald' development on 'Granny Smith' apples (*Malus domestica* Borkh.) Postharvest Biology and Technology 87, 79-87.

LURIE, S., PESIS, E., y BEN-ARIE, R. 1991. Darkening of sunscald on apples in storage is a non-enzymatic and non-oxidative process. Postharvest Biol. Technol. 1,119-125.

RACSKO, J., y SCHRADER, L.E. 2012. Sunburn of apple fruit: historical background, recent advances and future perspectives. Crit. Rev. Plant Sci. 31, 455-504.

VITA, L.I., GONZÁLEZ, N.F., y COLAVITA, G.M. Effect of preharvest solar radiation on apple skin oxidative disorders during cold storage. Acta Hort. 1144. ISHS 2016. DOI 10.17660/ActaHortic. 2016.1144.48.

Agradecimiento: A la empresa Kleppe S.A. y su equipo profesional por la disponibilidad y el apoyo brindado para la realización de estos estudios.