
Tratamientos cuarentenarios: Impacto en la calidad de fruta y estrategias pre y postcosecha para su minimización.

Joanna Lado, Franco Bologna¹, Eleana Luque, Pedro Pintos, Fernando Rivas.

Programa Nacional de Investigación en Producción Citrícola. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Uruguay.

¹Asesor privado

Contacto: jlado@inia.org.uy

Introducción

La presencia de mosca de la fruta (*Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus*) en el territorio nacional conlleva la necesidad de un tratamiento cuarentenario para erradicar larvas vivas en los frutos cítricos exportados a Estados Unidos. Los protocolos de exportación sugieren la posible adopción de tres tipos de tratamientos para los frutos cítricos: irradiación (rayos gamma), bromuro de metilo y bajas temperaturas (tratamiento de frío) (USDA-APHIS).

Los tratamientos mencionados anteriormente pueden provocar cambios a nivel de la calidad externa o interna de la fruta, muchas veces no deseados. Se ha descrito un posible deterioro del sabor y la aparición de manchas en la piel de frutos cítricos tratados con rayos gama (McDonald et al., 2013). El bromuro de metilo es utilizado como tratamiento cuarentenario para evitar la presencia de larvas de la mosca vivas en otros cultivos, como es el caso del arándano, en donde el deterioro que provoca en la calidad del fruto es mínimo durante el almacenamiento refrigerado (Feippe et al., 2010). La aplicación de bajas temperaturas durante el almacenamiento postcosecha es también una de las principales tecnologías utilizadas para extender la vida útil de frutos cítricos. Sin embargo, la mayoría de los frutos cítricos son sensibles a las bajas temperaturas, desarrollando diversos síntomas de daño en la piel, conocidos como daño por frío (DF), los cuales no afectan la calidad interna del producto, pero sí deterioran la calidad comercial del mismo (Lafuente y Zacarías, 2006).

Para las condiciones de Uruguay, se desconoce la sensibilidad de las diferentes variedades exportadas a estas opciones de tratamientos cuarentenarios. Este trabajo plantea la evaluación de la calidad de fruta e incidencia de DF en la piel durante el almacenamiento refrigerado de frutos tratados con rayos gamma, bromuro de metilo y bajas temperaturas. Este trabajo también aborda la evaluación de diferentes tecnologías postcosecha con el objetivo de reducir o minimizar la incidencia de DF durante la cuarentena por frío.

Materiales y Métodos

Los frutos fueron sometidos a tres tipos de tratamientos cuarentenarios reconocidos para la exportación de fruta fresca a Estados Unidos: Irradiación, bromuro de metilo, frío (USDA-APHIS). Los tratamientos de irradiación se aplicaron a cajas comerciales de la variedad Afourer y las dosis fueron de 0,150, 250, 500 y 1000Gy. Posteriormente se evaluó la calidad de fruta durante el almacenamiento refrigerado. De forma similar, cajas comercialmente empacadas de las naranjas Navelina, Salustiana y W. Navel, así como limones plateados y amarillos, la mandarina Clemenules y Nova y la variedad Afourer fueron sometidas al tratamiento

cuarentenario con bromuro de metilo (32 g/m^3 2 horas a 21°C). Luego del tratamiento se evaluó la calidad de la fruta durante el almacenamiento refrigerado.

Para el caso del tratamiento por bajas temperaturas, la fruta fue cosechada en condiciones comerciales y el procesamiento y empaque se realizaron en una minilínea experimental de dimensiones semi-comerciales ubicada en la Estación Experimental de INIA Salto Grande. El primer año se utilizaron las variedades Afourer, Newhall y Salustiana en las cuales se evaluó el efecto del agregado de Giberelinas (GA_3 , 20ppm) en solución acuosa en forma previa al encerado. También se evaluó el posible efecto de dos tipos de ceras (14 y 18% de sólidos) en la incidencia de daño por frío en estas tres variedades y también en la mandarina Nova.

Paralelamente, se evaluó el efecto del estado de madurez en la incidencia de DF en la variedad Clementina de Nules. Para esto se cosecharon y compararon frutas en estado totalmente coloreado y frutas verdosas. El segundo año se evaluó nuevamente el efecto de la aplicación de dos tipos de ceras contrastantes en la proporción de sólidos (12 y 18% de sólidos) y de la adición de GA_3 (20 ppm) aplicada conjuntamente con la cera. Se trabajó con las variedades: Satsuma Okitsu (*Citrus unshiu*), Satsuma Owari (*Citrus unshiu*), Clementina de Nules (*Citrus reticulata*), Navelina (*Citrus sinensis*), Afourer (*Citrus reticulata*), Limón Lisbon verdosos (Pintón) y Limón Lisbon amarillos (*Citrus limon*).

La incidencia de DF en la piel de los frutos se determinó mediante el índice de DF (IDF). Para ello se utilizaron 3 repeticiones de 20 frutos por tratamiento, los cuales se clasificaron en diferentes categorías utilizando una escala visual, según el siguiente criterio: 0=sin daños visibles; 1= daños ligeros, abarcando hasta un 10% de la superficie del fruto; 2=daños moderados, abarcando entre 10 y 50% de la superficie del fruto y 3= daños severos, abarcando más del 50% de la superficie del fruto (Lafuente et al., 1997). El IDF se calculó mediante la fórmula: $\sum (\text{número de frutos de cada categoría} \times \text{valor de cada categoría}) / \text{número total de frutos examinados}$. Destacar que con un IDF inferior a 0,5 la fruta es completamente comercial; valores superiores indican un creciente deterioro de la calidad cosmética de los frutos.

En todos los casos, los frutos fueron sometidos a un **tratamiento cuarentenario según protocolo para USA** ("Treatment Manual, Plant Protection and Quarantine"; T107-A-1; USDA-APHIS) y simulando una **doble cuarentena por frío** más la posterior vida mostrador de 7 días. En todos los casos se realizaron dos repeticiones del ensayo para todas las variedades evaluadas. El diseño experimental fue completamente aleatorio para todos los experimentos, con cinco repeticiones de 15 o 20 frutas por variedad, realizándose un ANOVA de los datos para evaluar el efecto de los tratamientos sobre el DF y una comparación de medias mediante la prueba Tukey ($p \leq 0,05$). Los datos porcentuales fueron analizados luego de la conversión arcosen de los datos.

Resultados

Irradiación

Los frutos fueron tratados con diferentes dosis 0, 150, 250, 500, 1000 Gy. La fruta presentó manchas intensas en la superficie de la piel incluso 3 días después del tratamiento. No existió un efecto en el control de *Penicillium* (cepas S y R a IMZ) compatible con la calidad de la fruta (datos no mostrados).

Bromuro de metilo

Los frutos tratados presentaron diferentes niveles de manchas en la piel, siendo más marcado en Afourer (50%), limones (20-50%) y en Salustiana y W.Navel (5-10%). A su vez la fruta presentó un sabor inaceptable.

Bajas temperaturas-Frío

Los frutos mostraron un comportamiento aceptable durante el tratamiento cuarentenario de frío, mostrando en todos los casos una IDF menor a 0,5, siendo fruta comercialmente aceptable. Destacar además que con estos niveles de daño no existió efecto observable de los diferentes tipos de ceras (12, 14 y 18% de sólidos) y tampoco de la aplicación de GA₃ (20ppm) tanto en solución acuosa como conjuntamente con la cera. Destacar sí la menor pérdida de peso en los frutos encerados en comparación con el control (datos no mostrados). Los principales resultados se presentan en la Figura 1.

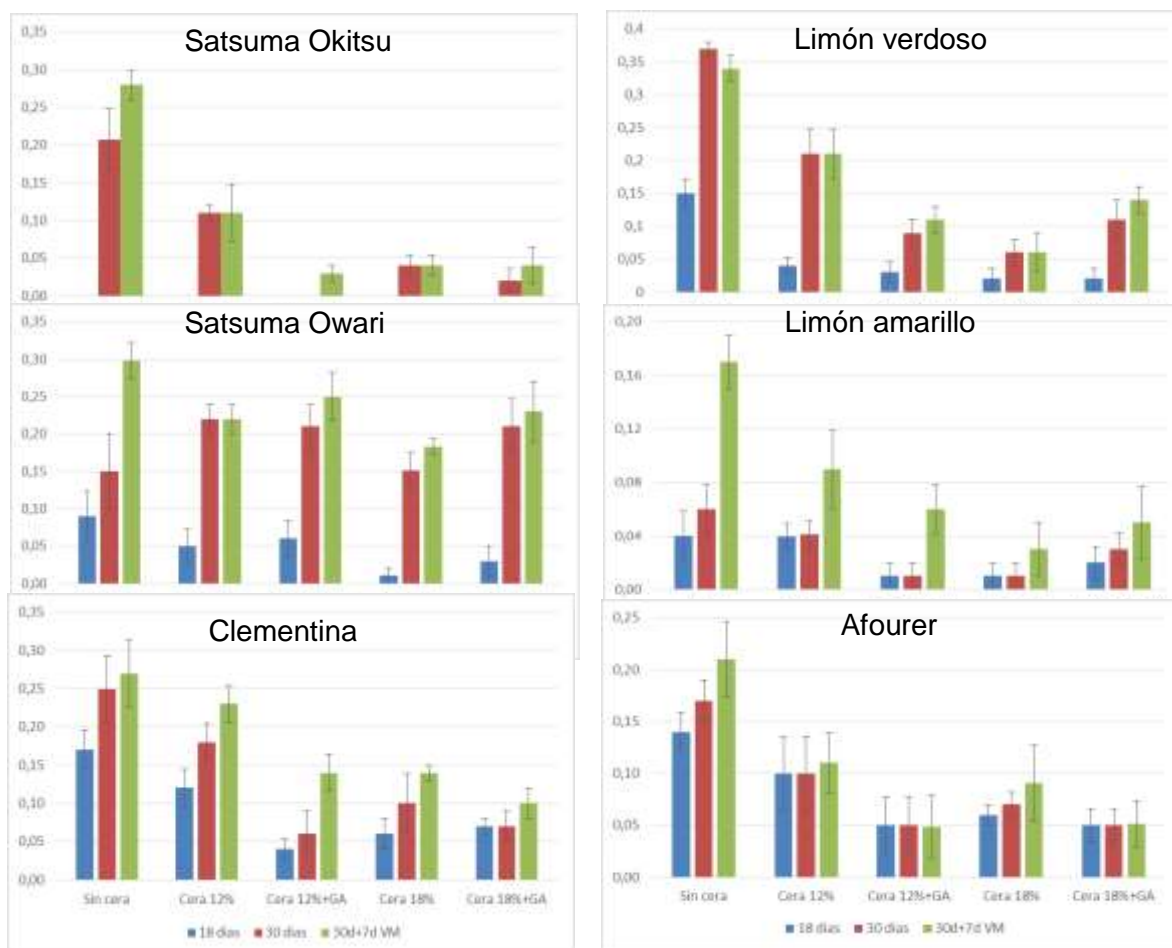


Figura 1. Incidencia de daño por frío medida como índice de daño (0-3) en Satsuma Okitsu y Owari, Clementina, Limones var. Lisbon verdesos y amarillos y Afourer tras 18 y 30 días a $1,0 \pm 0,5$ °C y posterior vida mostrador (VM) a 20°C durante 7 días (30d + 7d VM). Los frutos fueron tratados con ceras de 12 y 18% de sólidos con o sin adición de GA (20ppm) en la misma. Las barras de desvíos representan $\pm EE$.

En la variedad Nova, el IDF fue mayor en frutos sin encerar que en frutos encerados, aunque en ningún caso sobrepasó el valor de 0,3, incluso luego de una doble cuarentena (Tabla 1).

Tabla 1. Influencia del tipo de encerado (14 y 18% de sólidos) en el índice de daño por frío (IDF) en frutos de la variedad Nova después del tratamiento cuarentenario convencional (18d, $1 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$), de una doble cuarentena (30d, $1 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$) y posterior 7 días de vida mostrador (30, $1 \pm 0,5^{\circ}\text{C} +7\text{d}$, 20°C)

| Nova | IDF | | |
|---------|------|--------|--------|
| | 18d | 30d | 30+7d |
| Control | 0,03 | 0,22 a | 0,25 a |
| 14% | 0,01 | 0,06 b | 0,06 b |
| 18% | 0,03 | 0,06 b | 0,06 b |

Medias en columnas seguidas de igual letra no difieren significativamente (Tukey $p \leq 0,05$). La ausencia de letras indica que no existen diferencias significativas entre tratamientos.

En Clementina de Nules se observó un efecto del estado de madurez en el IDF, en donde los frutos verdes presentaron una mayor incidencia que los frutos completamente coloreados (Tabla 2), sugiriendo que la resistencia al frío estaría asociada al estado de madurez de la fruta y con ello a la composición de la piel de los frutos. Por lo tanto, es importante destacar que la resistencia a las bajas temperaturas se determina en gran medida a nivel de campo y que el manejo durante la postcosecha podría aportar a mitigar la incidencia de daño.

Tabla 2. Incidencia de daño por frío evaluada como el índice de daño por frío- (IDF) en frutos de Clementina de Nules en dos estados de madurez (coloreado y verdes) y sometidas a dos tipos de encerado (14 y 18% de sólidos), después del tratamiento cuarentenario convencional (18d, $1 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$), de una doble cuarentena (30d, $1 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$) y posterior 7 días de vida mostrador (30, $1 \pm 0,5^{\circ}\text{C} +7\text{d}$, 20°C).

| Clementina de Nules | | IDF | | |
|---------------------|---------|------|--------|---------|
| | | 18d | 30d | 30+7d |
| Fruta Coloreada | Control | 0 | 0 b | 0,14 b |
| | 14% | 0 | 0 b | 0,01 b |
| | 18% | 0 | 0 b | 0,01 b |
| Fruta Verdosa | Control | 0,08 | 0,17 a | 0,38 a |
| | 14% | 0,11 | 0,22 a | 0,29 ab |
| | 18% | 0,03 | 0,12 a | 0,16 b |

Medias en columna seguidas de igual letra no difieren significativamente (Tukey $p \leq 0,05$). La ausencia de letras indica que no existen diferencias significativas entre tratamientos.

Conclusiones

Los tratamientos de irradiación o aplicación de bromuro de metilo no son recomendables para ser aplicados en frutos cítricos ya que deterioran tanto la calidad externa como interna a niveles inaceptables. En general se observó un comportamiento favorable de las variedades producidas a nivel nacional al ser sometidas al tratamiento cuarentenario por frío. La incidencia de daño por frío fue baja durante los años de ensayos en los que se aplicó el tratamiento cuarentenario obligatorio. En los dos años se contó con fruta completamente comercial ($IDF < 0,5$), independientemente del tratamiento postcosecha. La aplicación de ceras (12-14 o 18% de sólidos) logró reducir en forma significativa la pérdida de peso y mitigar en algunos casos la incidencia de DF. La adición de GA (20ppm), tanto en aplicación acuosa como con la cera, no mostró un efecto diferencial en el DF. Se observó una mayor incidencia de DF en la mandarina Clementina cosechada verdosa, por lo que es necesario cosechar la fruta en el estado de madurez adecuada. Destacar que el tratamiento por frío no afectó significativamente la calidad interna de las diferentes variedades evaluadas (datos no mostrados).

Bibliografía

Feippe A, Ibañez F, Calistro P, Pereira C, Lado J. 2010 Avances de Resultados de Investigación en Arándanos. SAD 607.

Lafuente MT, Zacarías L. 2006. Postharvest physiological disorders in citrus fruit. *Stewart Postharvest Review*, 2: 1–9.

Lafuente M, Zacarías L, Sala J, Sánchez-Ballesta, MT Gosalbes M, Marcos J, González-Candelas, L Lluch Y, Granell A. 2005. Understanding the basis of chilling injury in citrus fruit. *Acta Horticulturae*, 682: 831–842.

McDonald H, Arpaia ML, Caporaso F, Obenland D, Were L, Rakovski C, Prakash A. 2013. Effect of gamma irradiation treatment at phytosanitary dose levels on the quality of 'Lane Late' navel oranges. *Postharvest Biology and Technology*, 86: 91-99.