



Estado actual de la POSTCOSECHA DE CÍTRICOS

Por: J.M. Martínez-Jávega, J. Cuquerella, M.A. Del Río, P. Navarro*

España es el tercer país productor de cítricos tras Brasil y EE.UU., con una producción actual entre 5,5 y 6 millones de t. En los últimos 10 años la distribución por especies presenta una media de 55% naranjas, 33% mandarinas, 12% limones y 1% otros (pomelos, limas, etc.). Más de la mitad de la producción es exportada en fresco habiéndose superado en la campaña 97-98 los 3 millones de toneladas, cifra no alcanzada por ningún otro país. Del total de exportación corresponde aproximadamente el 42% a mandarinas, 43% a naranjas, 14% a limones y 1% a otras especies. Los principales mercados de destino son los países miembros de la UE que absorben alrededor del 90% de las exportaciones en fresco siendo Alemania, Francia, Países Bajos y Reino Unido los principales importadores (8). Están aumentando las exportaciones a antiguos países del Este así como la disponibilidad de una amplia gama de va-

riedades selectas sitúan a España en una posición privilegiada para la exportación de cítricos en fresco. Actualmente y con el fin de ofrecer frutos con menos residuos químicos se está potenciando la producción integrada.

Características generales de la postcosecha

Los frutos cítricos no son climatéricos y por tanto el grado de madurez apropiado solo se alcanza en árbol sin que se registren cambios dramáticos en la intensidad respiratoria y la producción de etileno. Estos parámetros alcanzan en los frutos recolectados valores de 5,10 mg CO₂/kg.hora (a 5 °C) y 0-0.1 µl C₂H₄/kg.hora (a 20 °C) respectivamente, lo que se corresponde con frutos no muy precederos (3).

En los frutos cítricos, se ha citado que la principal causa de deterioro fisiológico es el estrés de agua producido al separarse de la planta madre por la transpiración y falta de reposición. En el caso de mandarinas se agrava más esta situa-

ción al ofrecer el fruto una alta relación superficie/volumen y menor espesor de corteza que facilitan la deshidratación. La transpiración no solo causa desecación, arrugamiento y ablandamiento sino que también acelera la senescencia (2).

Las podredumbres limitan también la vida de los frutos cítricos. Estudios realizados en diferentes campañas de comercialización (9) han identificado a los hongos responsables del podrido con los siguientes porcentajes: *Penicillium digitatum* (55-80); *Penicillium italicum* (2-30); *Alternaria citri* y *A. alternata* (8-15); *Botrytis cinerea* (8-20); *Colletotrichum gloeosporioides* (2,5-6); *Geotrichum candidum* (2-3); *Rhizopus stolonifer* y *R. oryzae* (1-3); *Phytophthora citrophthora* (1-2).

Por otro lado durante la post-recolección puede producirse descenso de acidez y vitamina C, aumento de tanol y pérdida de características organolépticas y nutritivas (6).

En la figura 1 se puede observar el esquema general de manejo de cítricos para exportación. La recolección debe efec-

(*) Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Departamento de Postcosecha.



tuarse cuando el índice de madurez ($^{\circ}$ Brix/gr. cítrico/100 cc) alcance los valores mínimos exigidos. En España estos valores se sitúan en 6 para mandarinas 'Clausellinas' y 'Satsumas' y naranjas de 1^a temporada, 6,5 para mandarinas 'Clementina' y naranjas de media estación y tardías, 7 para mandarina común y Wilking y 8 para Fortune. También debe contemplarse el contenido mínimo en zumo que debe ser del 20% para limones, 30% para naranjas y 33% para mandarinas exceptuando 'Clementina' y 'Ellendale' para las que se exige un mínimo del 40%. En la recolección debe tenerse en cuenta que los frutos habrán de tener el calibre mínimo señalado en la Norma de Calidad Comunitaria (42 mm para limones, 53 mm para naranjas, 35 mm para 'Clementina' y 45 mm para el resto de mandarinas). La recolección se efectúa en ausencia de rocío o niebla y debe realizarse con alicates evitando el tirón, aunque este método sea más económico, ya

• *Procesado de cítrico para exportación*

• *Hacia un envasado ecológico*

que pueden producirse desprendimientos de piel. Los envases utilizados son cazapos plásticos de 18 kg y cajas plásticas de 20 kg, siendo deseable protecciones de goma espuma y volcado cuidadoso. Una vez en los envases definitivos se cargan en camiones ventilados y se deben trasladar inmediatamente al almacén.

Antes de confeccionarse las partidas en períodos lluvioso, y desde luego previamente a la desverdización o refrigeración se suele dar un tratamiento en drencher con algunos de estos productos o sus mezclas: TBZ (0,10-0,12%), Imazalil (0,04-0,05%) o Procloraz (0,1-0,15%) eficaces contra *Penicillium*; Gauzatine (0,06-0,08%) contra *Geotrichum*; Dicloran (0,06-0,01%) contra *Rizhopus*; Fose-til (0,2-0,3%) contra *Phytophthora*. En la producción integrada solo se admite en drencher TBZ o Imazalil.

Las líneas de confección deben estar dimensionadas para el cómodo acceso de los operarios a las tareas de tría y selección, sin sobrecargarse y evitando saltos o cambios de altura perjudiciales por los daños externos e internos que puedan producirse. Es conveniente que los rodillos tengan una estructura de soporte en ángulo que permite eliminar hojas y ramitas. En el tramo de selección la iluminación es fundamental y debe tener una intensidad mínima de 700 lux. Las cabinas de luz ultravioleta pueden utilizarse para detección precoz de podridos en períodos lluviosos (10).

El lavado se realiza en la mayoría de los casos con máquina lavadora con cortina de espuma entre el primer y segundo cepillo. Estos suelen ser de nylon y no deben girar a más de 80 r.p.m. siendo el tiempo de permanencia de 20-30 segundos (no menos de 1 segundo por cepillo). En algunas variedades de piel fina como 'Clausellina' conviene reducir el número de cepillos. Se usa un detergente neutro como dodecil benceno sulfonato sódico en concentraciones del orden del 10% y normalmente se añade fungicida OPP en la dosis de 0,13% y con un tiempo de contacto de 30-40 segundos. En el enjuague las boquillas trabajan con una presión de agua de unos 200 Kpa (Kilospascal) y el escurrido se realiza en aros de látex (donuts) en los que la velocidad de rotación es crítica y no debe exceder de 75 r.p.m. (6).

El encerado se realiza con ceras al agua para reducir deshidratación a base de emulsiones de polietileno más disoluciones de resinas, fundamentalmente goma laca, éstas últimas con el objeto de dar brillo. Puede utilizarse también cera de abeja, montana, carnauba o candelilla, estando prohibida la parafina. Entre los aditivos se prohíbe también la utilización de derivados de morfina como emulgente. Cuando el porcentaje de sólidos correspondiente a resinas es superior al 8% pueden producirse desórdenes fisiológicos y malos sabores como consecuencia de respiración anaerobia y acumulación de etanol. El porcentaje total de sólidos no deben exceder del 18% en la comercialización directa ni del 10% si el fruto va a refrigeración (5). Existen en el mercado ceras comestibles formuladas

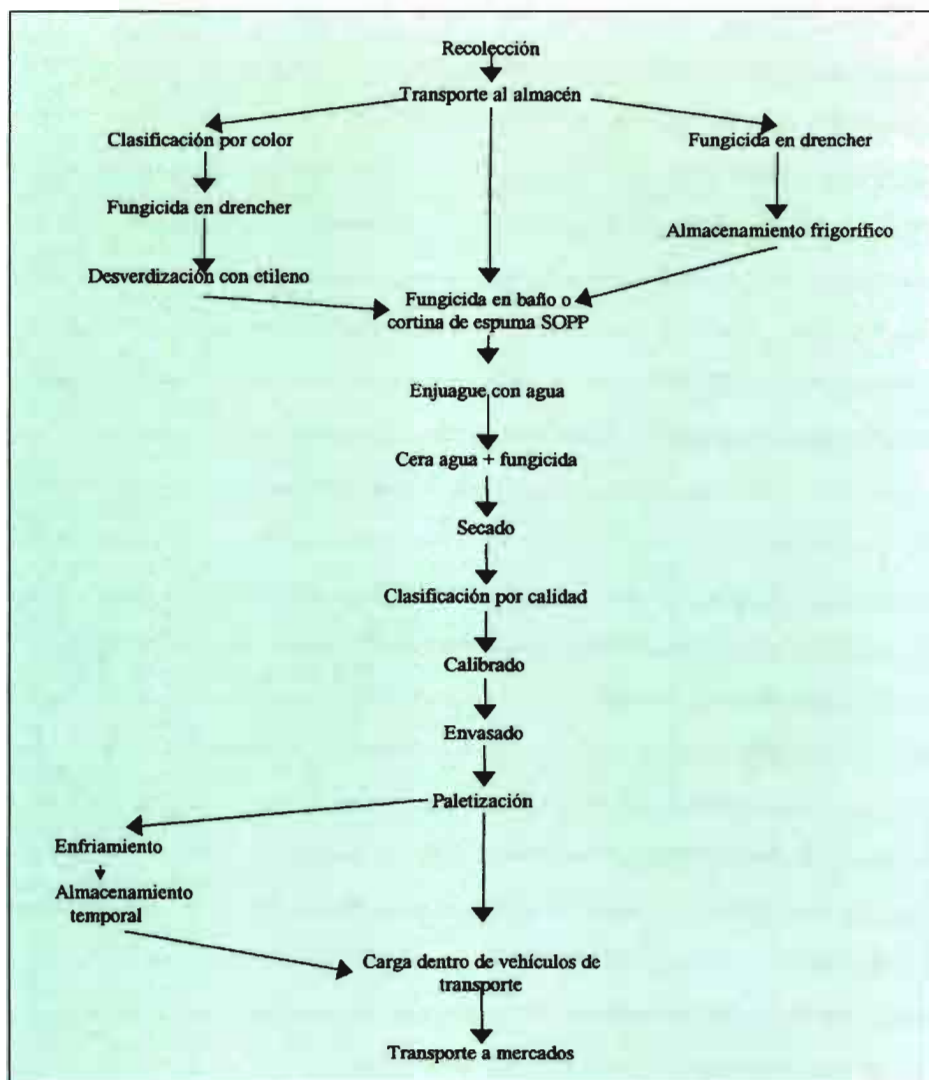


FIGURA 1. Esquema de manipulación de frutos cítricos para exportación



Fincas Naranjos (Valencia).

con éster de sacarosa, carboximetilcelulosa, dextrinas u oleínas, en las cuales no es fácil compatibilizar el adecuado brillo, reducción de deshidratación y ausencia de respiración anaerobia. En la cera puede añadirse fungicida/s que complementen los tratamientos anteriores: TBZ (0,5%), Imazalil (0,2%). En producción integrada no se puede utilizar más que TBZ, Imazalil y OPP y cada uno de ellos en un solo punto de la línea. En algunos casos se añaden a la cera productos hormonales como GA (50-100 ppm) ó 2,4-D (50-500 ppm). Con estas concentraciones y las señaladas más arriba no se superan los límites máximos de residuos exigidos en los distintos países (Tabla 1). El tiempo de tratamiento no debe exceder de 2 minutos en máquina de aplicación con mínimo de 6-8 cepillos de los cuales la mitad suelen ser de pelo de caballo y el resto de cloruro de polivinilo, con

velocidad de giro no mayor de 80 r.p.m. Las boquillas de aplicación son de cono denso con ángulo de salida de 80° y presión de 5 kg/cm², no debiendo consumirse más de 1 litro de cera por tonelada de fruta. El secado debe hacerse con aire de 40-50°C en tiempo no superior a los 3 minutos (6) (10).

La aplicación de envolturas plásticas individuales se ha desarrollado con una técnica que reduce las pérdidas de peso sin inhibir el intercambio de CO₂ u O₂. Sin embargo esta técnica es cara y su aplicación limitada. En Europa se aplica fundamentalmente a cítricos sin tratamientos químicos, especificando en el plástico esta condición.

El calibrado puede realizarse por rodillos basculantes en los que la fruta apenas sufre impactos. Para asegurar la medida del máximo diámetro, la máquina hace rodar el fruto mientras éste avanza.

• La temperatura, clave en el almacenaje

El calibrado electrónico representa el mayor avance de la aplicación de la tecnología. Peso, diámetro, volumen o color se miden por copas de pesado o cámaras de visión artificial. Los datos correspondientes a los frutos individuales se almacenan en la memoria de la computadora y ésta transmite las órdenes de separación. Se pueden integrar programas codificados con dos parámetros, color y peso, en la misma máquina. La separación de frutos por defectos externos a una apreciable velocidad es el reto actual de esta tecnología (6).

La clasificación admite cuatro categorías: Extra (sin defectos), I (ligeros defectos de forma, coloración inherentes a la formación del fruto o cicatrices de origen mecánico), II (defectos de forma, coloración, corteza rugosa y alteraciones en la epidermis cicatrizadas) y III (mayores defectos, ausencia de cáliz, pero con características mínimas típicas de la variedad).

Después del reglamento alemán (Junio 1991) se están adoptando medidas para evitar el despilfarro en el uso de envases y llevar a una cordura ecológica. Los envases han de ser recuperados, reciclados o reutilizados y tienen opción diversos materiales como la madera, el cartón, el plástico y combinaciones de ellos. La madera es preponderante en los envases destinados a exportación y el plástico el preferido por los grandes comerciantes que disponen de puntos de venta en los principales mercados centrales del país. Por contra el plástico apenas tiene relevancia en el comercio exterior fundamentalmente por los problemas de su retorno. El cartón está conquistando continuada pero lentamente importantes cuotas de mercado desde que se introdujo el tipo ondulado, aunque todavía es pequeño su peso específico, centrándose su utilización preferentemente en el comercio con Alemania y los países del Este de Europa (8). Recientemente se han desarrollado enmalladoras, que se aplican a los cítricos y otros frutos, especialmente para su venta en grandes superficies ya que se consigue un buen control de peso. Estas enmalladoras son fundamentalmente de fabricación española. Los pequeños envases para la venta al consumidor pueden seguir beneficiándose de una diversificación en busca de un mejor marketing. Los elementos auxiliares de transporte tienden a ser reutilizables y básicamente se fabrican en plástico.

TABLA 1: Límites máximos de residuos de fungicida en postcosecha de cítricos (mg/kg)

	Imazalil	Tiabendazol	Ortofenilfenol OPP	Procloraz	Guazatina	Dicloran
Alemania	5	6	12	5	5	0.10
Austria	5	6	10	---	5	0.10
Bélgica	5	6	---	5	---	0.10
Codex	5	10	10	---	5	---
Dinamarca	5	6	12	---	---	---
EE.UU.	10	10	10	---	---	---
España	5	6	12	5	5	0.50
Finlandia	5	10	5	5	---	5
Francia	5	6	12	---	---	---
Holanda	5	6	12	---	5	0.01
Irlanda	5	---	---	---	---	---
Italia	---	6	12	---	---	---
Japón	5	10	10	---	---	---
Noruega	5	6	---	---	---	---
R. Unido	5	10	12	---	---	---
Suecia	5	10	10	---	5	5
Suiza	5	10	10	---	---	---



El transporte se realiza por carretera para los países comunitarios, en ferrocarril para los países del Este y en barco para largas distancias (USA, Canadá, Japón). En este último caso se aprovecha el barco para efectuar en tránsito los tratamientos de cuarentena por frío contra la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata*). para destinos dentro de Europa el transporte es refrigerado en épocas calurosas aunque siempre es conveniente en este caso se pre-enfría la mercancía a temperatura inferior a la recomendada (Tabla 3) en un tiempo no superior a 24 horas, realizando la carga del vehículo en recintos aislados térmicamente. La estiba debe permitir una adecuada circulación del aire.

La desverdización se aplica a un porcentaje importante de frutos cítricos comercializados ya que alcanzan la madurez interna mínima exigida antes que la coloración comercial definida por valores de CCI = 1000 a/Lb mayores de 6 (1). El tratamiento con etileno en concentraciones de 2-5 ppm se realiza en cámaras de flujo continuo polivalentes que permiten también la frigoconservación. La temperatura utilizada es de 20-22°C y la humedad del 90-95% con sistema de humidificación adecuado en la corriente de aire de los convectores (en la actualidad se tiende a la utilización de boquillas de cuarzo piezoeléctricas o a los ultrasonidos). La velocidad del viento es de 14-20 m/minuto y el caudal de flujo continuo es de 1 volumen cámara/hora, con lo que la concentración de CO₂ no debe exceder de 0,2%. Los pallets se ubican con el lado más largo en el sentido de la corriente de aire dejando un pequeño pasillo entre las filas y 20 cm entre pallets. Si el color inicial es insuficiente, valores de CCI < -10, no se llega a una tonalidad comercial aunque se prolongue el proceso (fig. 2). Por tanto es de sumo interés realizar una selección previa por color para evitar que los frutos permanezcan con tratamiento de etileno más tiempo del necesario ya que se aceleran los procesos de senescencia. En producción integrada se limita la duración del proceso a 60 horas. Para alcanzar con ese tiempo la coloración comercial se necesitan índices de recolección diferentes según variedad (Tabla 2).

La posible caída de cáliz en el tratamiento con etileno puede prevenirse con el uso en drencher de 2,4-D amino en concentraciones no superiores a 10 ppm. No se recomienda el uso de fungicida SOPP previamente a la desverdización por asociarse con manchados de la piel. Después del proceso de desverdización conviene dejar un mínimo de 12 horas antes de pasar por línea de confección para atemperar la fruta y reducir la actividad fisiológica antes de los impactos mecánicos.

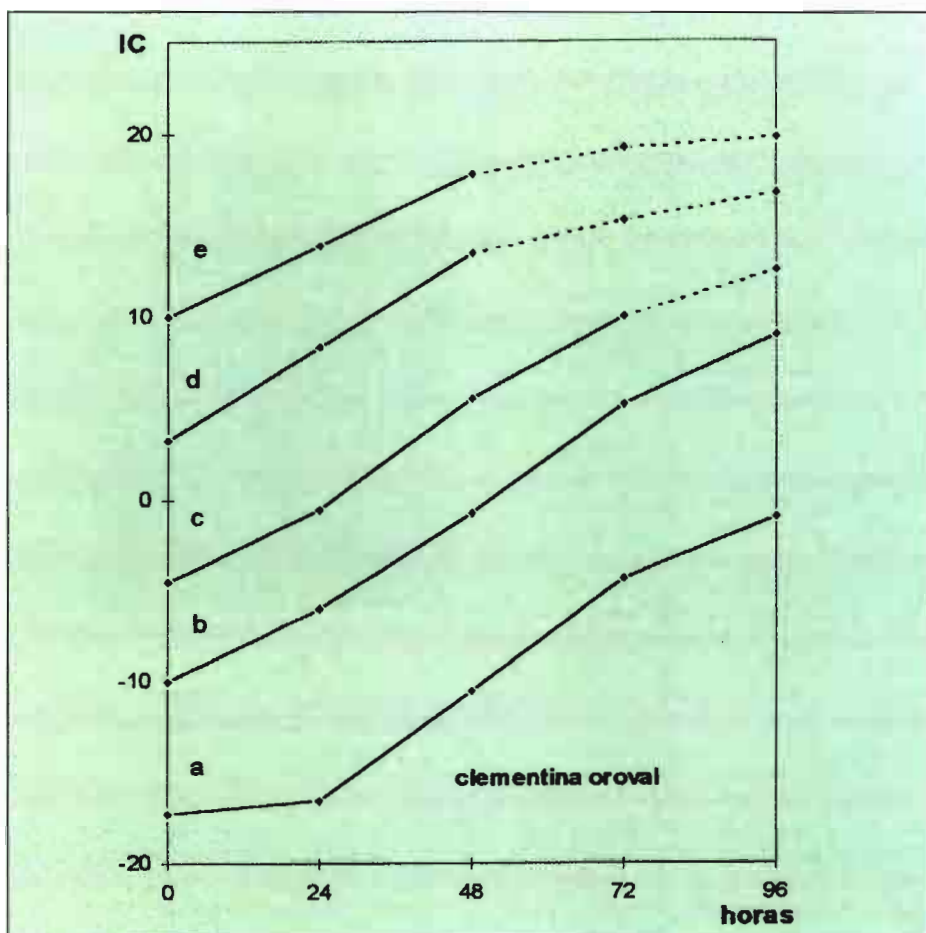


Figura 2

Evolución del color de Clementina 'Oroval' ordenada en distintos estados de coloración durante la desverdización a 22°C, 95% HR y 5 ppm de C₂H₄

TABLA 2: Índices de color mínimos para obtener en 60 horas de desverdización a 22°C, 95% HR y 5 ppm de C₂H₄

Variiedad	Índice de color (1.000.a/L.b)
Clementina de Nules	-6
Magantina	-6
Clementina Fina	-5
Clementina Oroval	-5
Clemencia	-4
Satsuma	-3
Clemenpons	-1
Navelina	-1
Beatriz	-1
Loretina	0

Las bajas temperaturas reducen la transpiración y también la germinación de esporas y crecimiento de patógenos por lo que retrasan la desecación y la evolución de las podredumbres. También reducen la velocidad de ablandamiento y las pérdidas de acidez, vitamina C y características organolépticas (7).

La aplicación del frío puede perseguir diversos fines: alargar el período de comercialización de variedades tardías aprovechando precios favorables, mantener la calidad durante el transporte a mercados distantes, tratamientos cuarentenarios para el control de insectos en frutos exportados a determinados países,

servir de pulmón para abastecer la línea de almacén en momentos en que las condiciones climatológicas no permitan la recolección, conservar frutos en períodos de alto riesgo de heladas en campo.

En la tabla 3 aparecen las condiciones recomendadas para algunas variedades cultivadas en España. La humedad relativa debe estar cerca del 90%. La renovación de aire debe asegurar que el nivel de etileno sea inferior a 1 ppm. La duración del almacenamiento puede estar afectada por factores pre-recolección (patrón, condición del árbol, prácticas culturales, momento de la recolección, climatología) y post-recolección (retraso entre recolección y enfrentamiento, tratamientos fungicidas, recubrimientos, etc.).

Los comportamientos de una misma variedad procedente de distintas áreas de cultivo pueden ser diferentes. El esquema de la figura 1 se adopta si el fruto va a almacenarse por períodos cortos; si se pretende que el fruto se almacene durante períodos largos debe protegerse de la pérdida de agua con la utilización de recubrimientos.

La utilización de temperaturas inferiores a la recomendadas puede ocasionar daños por frío. Los daños por frío presentan diversa sintomatología, la más común es la conocida como 'picado' o 'pitting', caracterizado por depresiones en la piel de formas más o menos circular con una ligera decoloración y que posteriormente se oscurecen. Otra manifestación de los daños por frío en cítricos que se da sobre todo en frutos sobremaduros es el



Plantación sobre pie dulce. 6 años. Huerto Sandier de León

escaldado, en el que se puede apreciar un oscurecimiento difuso de la piel de forma irregular que se extiende paulatinamente por la superficie del fruto. Otra alteración es la conocida como 'Oil-darkening' o ennegrecimiento de las glándulas oleíferas, a la que puede contribuir la alta humedad del almacenamiento y que cuando éste se prolonga puede extenderse y confundirse con el escaldado. Por último, otro tipo de alteración por frío, aunque menos común que las anteriores, es la llamada descomposición acuosa 'Watery

break-down', en que los frutos toman aspecto esponjoso y blando como si se hubiesen congelado (2).

La manifestación de estos síntomas puede darse en la propia cámara de conservación, siempre después de un cierto período de permanencia en frío. El riesgo de aparición de síntomas es tanto mayor cuanto mayor es el tiempo de permanencia en cámara y menor es la temperatura, y éstos se manifiestan totalmente cuando la fruta es transferida a temperatura ambiente. Por el contrario, en algunas ocasiones estos síntomas no se hacen visibles mientras la fruta permanece en cámara, manifestándose solamente a la salida de la misma.

Aunque las bajas temperaturas y la susceptibilidad varietal a las mismas son determinantes en la aparición de daños por frío, existen otros factores capaces de modificar la tendencia a su manifestación. Entre ellos cabe citar: el momento de la recolección (en general son menos susceptibles los frutos recolectados al final de campaña), la zona de cultivo (se han encontrado diferencias debidas a características climáticas y culturales), el tamaño de fruto (en general son siempre más susceptibles los frutos de pequeño diámetro), la posición en el árbol (son más susceptibles los frutos recolectados en la parte externa), etc. (10).

La vida de almacenamiento de algunas variedades puede mejorarse utilizando temperaturas inferiores a las recomendadas pero aplicando procedimientos para reducir la sensibilidad al frío tales como: acondicionamiento a altas o medias temperaturas, inmersión en agua caliente, calentamiento intermitente o pretratamiento con CO₂ (4).

TABLA 3: Temperaturas recomendadas y tiempos de conservación de frutos cítricos

Productos	Temperatura (°C)	Tiempo de conservación (meses)
<i>Limas</i>	9-10	1,5-2,5
<i>Limonas</i>		
Fino	11-12	3-4
Verna	13-14	4-5
<i>Mandarinas</i>		
Clementina	4-5	1,5-2,5
Ellendale	5-6	2-2,5
Fortune	9-10	1,0-2,5
Hernandina	4-5	1,5-2,5
Ortanique	5,6	2,5-3,0
Nova	9-10	0,5-1,0
Satsuma	2-3	1,0-1,5
<i>Naranjas</i>		
Blanca común	2-3	2,5-3,5
Lanelate	2-3	2,5-3,5
Navel Washington	2-3	2,0-2,5
Navelate	3-4	2-3
Navelina	2-3	2,5-3,5
Salustiana	2-3	3-4
Valencia Late	2-3	3-4
<i>Pomelos</i>	11-12	2-3
<i>Tangelos Minneola</i>	9-10	0,5-1,5