

TECNOLOGÍA EN POSTCOSECHA DE LOS CITRUS PARA EXPORTACION

Ismael A. Müller¹
Ricardo Anchorena²

1 - Consideraciones generales.

Una de las ventajas de los citrus comparados con los frutales de hoja caduca, es que la mayoría de los cultivares poseen una buena capacidad de conservar su calidad, tanto en el árbol, como luego de la cosecha. Muchos de estos frutos pueden ser mantenidos en la planta, por relativamente largos períodos sin mostrar pérdidas significativas de sabor y con un reducido ataque de agentes patógenos. Es una práctica común dilatar el momento de la cosecha, en muchos cultivares, aún después de que las frutas han alcanzado su madurez, con el fin de optimizar factores tales como rentabilidad, ordenar el mercado, ajustarse a las condiciones climáticas y aún a la disponibilidad de mano de obra.

Sin embargo, para almacenamiento o comercialización, la fruta conviene que sea cosechada antes de que adquiera su máximo nivel de maduración. Por otro lado, mantener la fruta en la planta por un período excesivo puede limitar severamente su potencial de conservación en cámara y reducir la producción del año siguiente.

Los frutos de citrus no poseen climaterio, por lo que su respiración declina gradualmente luego de la cosecha (Biale, 1961), y por lo tanto el grado de madurez apropiado sólo se alcanza en el árbol sin que se registren cambios importantes en la intensidad respiratoria y la producción de etileno. Una vez que los frutos son cosechados, estos parámetros alcanzan valores de 5-10 mg CO₂/Kg.hora a 5°C y 0-0.2µl C₂H₄/kg.hora a 20°C respectivamente, por lo que se corresponde con frutos no muy percederos (Martínez-Jávega, J.M. *et al* 1999). En los frutos, la principal causa del deterioro fisiológico es el estrés de agua producido al separarse de la planta debido a la transpiración y falta de reposición. Esta situación es más significativa en las mandarinas al existir una mayor relación superficie/volumen y menor espesor de corteza que facilita la transpiración que se traduce en desecación, arrugamiento, ablandamiento y en una aceleración de la senescencia. Los subsecuentes cambios fisiológicos y químicos, tanto en el árbol, como luego de su cosecha son lentos, y su valor nutricional y sabor son mantenidos por un largo período.

El rango de vida comercial de las frutas de citrus puede ser reducido o llegar a su fin por las siguientes causas: 1) decaimientos, 2) pérdida de peso, resultando en un arrugamiento del fruto, 3) sobremaduración que puede dar como resultado a variaciones de sabor y coloración indeseables 4) ablandamientos, 5) desordenes fisiológicos y 6) daños por frío cuando se coloca en cámaras a relativamente bajas temperaturas.

¹Ing.Agr.M.Sc., INIA Salto Grande, Programa Nacional Citricultura, iam@inia.org.uy

² Ayudante de Laboratorio, INIA Salto Grande

Procesos que conducen al deterioro de los frutos

1.1 -Decaimientos

Existen dos tipos de infecciones que se manifiestan como enfermedades de poscosecha: 1) infecciones quiescentes del fruto, iniciadas durante el periodo de desarrollo (podredumbres del cabo "stem end rot") y que se vuelven activas luego de la cosecha, y 2) hongos (principalmente *Penicillium* spp) que se desarrolla por las esporas en el aire, infectando los frutos a través de las lesiones ocurridas durante la cosecha y manipuleo en el packing.

1.2 - Pérdida de agua

La pérdida de peso durante el almacenamiento es el principal factor en el deterioro del fruto. La transpiración es el principal proceso que conduce a la pérdida de peso y otros aspectos de deterioros fisiológicos en los frutos. No sólo desecación, arrugamiento y aceleración del ablandamiento, sino que también la pérdida de agua acelera la senescencia (Ben-Yehoshua and Shapiro 1981). Una pérdida de peso mayor al 5% puede hacer que la fruta sea invendible, mientras que el arrugamiento puede ser visible con una pérdida del 2-3%. La pérdida de peso involucra principalmente a la piel, no a la pulpa (Ben-Yehoshua, 1969).

La mayoría del vapor de agua, y otros gases que se mueven en el fruto separado de la planta, fluye libremente a través del tejido esponjoso del parénquima del albedo y del eje central, se difunde a través del exocarpo y del flavedo y se evapora en la superficie (Kaufmann, 1970). La pérdida de agua es un proceso pasivo cuyo movimiento responde a la fuerza provista por el gradiente de presión de vapor entre la piel y el aire circundante al fruto (Grierson and Wardowsky, 1978). Anatómicamente, los frutos de algunos cultivares de citrus, están bien provistos para soportar una larga vida luego de la cosecha, si no están dañados y fueron recolectados con un grado de madurez adecuado. En la parte comestible (pulpa), las vesículas de jugo y los sacos, se encuentran sellados, de la atmósfera ambiental por la piel (albedo y flavedo). Las vesículas además poseen una alta presión osmótica, de modo que la pulpa retiene su turgencia por mucho mayor tiempo que la piel, luego que ésta se ha deshidratado y arrugado.

Lo expuesto explica la importancia crítica que posee el control de la humedad relativa (HR) y la temperatura en la reducción de la pérdida de peso. A su vez el control de la HR debe considerar la prevención de la condensación de agua, ya que la presencia de agua libre a relativamente altas temperaturas provee un medio ideal para el desarrollo de los organismos que causan decaimientos (Ekert, 1978).

1.3 - Desórdenes fisiológicos

Estos son definidos como aquellas alteraciones en el fruto que no tienen origen parasítico (enfermedades, plagas u otros patógenos). Grierson (1981) propuso que estas alteraciones o daños pueden ser ocasionados por agua (exceso o déficit), nutrición inadecuada, manipuleo de la fruta durante y posterior a la cosecha, condiciones ambientales generalmente en poscosecha, etc. En este reporte se describirán brevemente sólo los desórdenes relacionados con la madurez y aquellos inducidos por las operaciones de cosecha y poscosecha.

1.3.1- *Desórdenes relacionados con la madurez*

Pelado

Principalmente observado en pomelos rojos, donde la piel desarrolla significativas áreas húmedas de color marrón chocolate y que se pelan con una ligera presión de los dedos (Pratt, 1958)

Bufado (Puffiness)

El bufado es la separación entre la piel y la pulpa, es muy raro en las naranjas, pero frecuente en algunas mandarinas, principalmente Satsumas. Se origina debido a la casi desaparición del albedo y un desarrollo desmedido del flavedo, generalmente asociado a excesiva humedad ambiental o riego (Kuraoka, 1977).

Granulación

Este desorden se caracteriza por una severa reducción del jugo de la fruta, no debida a una desecación sino a la formación de gel (a veces conocido como cristalización) dentro de las vesículas de jugo individuales. Naranjas Valencia y Navel, así como mandarinas y algunos híbridos, pueden verse afectados. Se estima que las condiciones ambientales (temperatura y lluvias tardías en el verano) juegan un papel preponderante en su manifestación (Gilfillan and Stevenson, 1977).

1.3.2 - *Desórdenes inducidos por las operaciones de cosecha.*

Oleocelosis

También es conocido como mancha aceitosa, raspado, mancha verde. La ruptura de las células oleosas del flavedo que contienen aceites, principalmente terpenos, que son tóxicos a las células de la epidermis y producen necrosis en ellas (Wardowsky *et al* 1976).

"Stem end rind breakdown (SERB)", Desorden de la piel en la región del cáliz.

Este desorden es inducido por un desbalance nutricional en el cual están involucrados el nitrógeno y el potasio (Chapman, 1958), sin embargo su incidencia económica depende del manejo de la fruta posterior a la cosecha y su manifestación no se observa hasta su llegada al consumidor.

1.3.3 - *Desórdenes relacionados con el manejo de la fruta en poscosecha*

Algunos de los desórdenes mencionados pueden ser observados también, luego de que la fruta se ha cosechado, ie. granulación en navel, y bufado en mandarinas (Kuraoka *et al*, 1977, Smoot, *et al* 1977).

Daño de frío (Chilling injury, CI)

Se manifiesta cuando la fruta se ha mantenido en cámara con temperaturas por debajo de las que una variedad dada puede tolerar. Se presentan como manchas discretas en la cual la piel ha colapsado formando lesiones deprimidas, y que de acuerdo con la intensidad y duración de su exposición, tienden a unirse. Es común en pomelo y limas, donde se observa una nítida demarcación entre las zonas sanas y afectadas de la piel (Pantastico et al.1971).

2 - Color y Desverdizado

El color de la piel de los frutos es debido fundamentalmente a su contenido relativo de clorofilas (verde) y carotenoides (amarillo pálido-naranja intenso), los cuales varían en distintas etapas del desarrollo. En un momento determinado del proceso de maduración, que depende de la variedad, condiciones climáticas y del manejo del cultivo, se inician dos procesos oxidativos independientes, que dependen de diferentes sistemas enzimáticos y que generalmente están muy próximos en el tiempo. Estos son la degradación de clorofilas y la síntesis de carotenoides de colores anaranjados intensos. Si la degradación de la clorofila finaliza en un momento en el que todavía no se han acumulado suficientes carotenoides, el resultado será un fruto pálido, si ocurre lo contrario los frutos manifestarán el color típico de la variedad. Es importante destacar que estos cambios en los componentes de la piel, son totalmente independientes de los que se producen en el interior del fruto y que conducen a la madurez comercial. Esto es fácilmente observado en las variedades tempranas en que la madurez interna se produce antes de que haya finalizado la degradación de clorofila.

La medición de color proporciona un índice de coloración que evoluciona de manera diferente en cada variedad, por lo que es importante establecer para un tiempo determinado el índice de color mínimo necesario. En producción integrada el máximo tiempo establecido para desverdizar un cítrico es de 60 horas. La fruta debe ser recolectada a partir de un valor mínimo de la relación sólidos solubles/acidez (BAR) y con un color algo evolucionado para que el tratamiento de desverdizado no sea tan agresivo y no acelere la senescencia. Las variedades con piel más finas son más sensibles al tratamiento con etileno, por lo que la aplicación ha de prolongarse lo mínimo posible (Martínez-Jávega, 1999).

Para medir la eficacia del proceso de desverdizado se utiliza una medida objetiva del color de la piel del fruto. Este se mide con un colorímetro, que define el color según tres parámetros (L,a,b).

- El parámetro **L** es una medida de la luminosidad del color y varía de cero (color negro) a 100 (blanco).
- El parámetro **a** varía de -100 a 100, correspondiendo los valores negativos distintas tonalidades del verde y los positivos al rojo.
- El parámetro **b** varía de -100 a 100, correspondiendo los valores negativos distintas tonalidades del azul y los positivos a distintas tonalidades de amarillo.

Relacionando estos valores se definen distintos índices de color. Se ha encontrado una buena correlación entre la evaluación visual y la siguiente relación Jiménez Cuesta, M. *et al* 1981):

Índice de color (IC) = $1000 \cdot (a/Lb)$

IC < -7 expresan colores verdes, aumentado su intensidad al hacerse más negativo

IC entre -7 y 0 expresan colores verdes amarillentos, a amarillo pálido

IC entre 0 y 7 expresan colores desde amarillento pálido, a naranja pálido

IC > 7 expresan tonalidades naranjas, que aumentan en intensidad al incrementarse el IC.

El valor definido como color mínimo comercial es un IC mayor o igual a +6 (Jiménez Cuesta, M. *et al* 1981). Es importante que este índice no sea excesivamente alto, pues se ha constatado que puede incrementarse en 2-4 puntos durante el transporte y comercialización, y el sabor de los frutos podría ubicarse fuera de los valores de aceptabilidad. La determinación de estos límites depende del °Brix inicial, de las variedades, de las características climáticas y edáficas de la zona de producción y del consumidor final. En el caso de Clementinas en España con °Brix de 10-12 el índice de madurez máximo aceptable se sitúa entre 16 y 18 mientras que para °Brix de 12-14 el índice entre 18 y 20. (Martínez-Jávega, J.M. *et al* 1999).

El objetivo del desverdizado es puramente económico y consiste en cambiar el color externo de la piel, incidiendo lo menos posible en los restantes procesos de la maduración. Sólo debe aplicarse cuando el fruto reúne unos requisitos mínimos de madurez apropiados para su consumo.

Para su realización se requiere un recinto donde pueda controlarse la temperatura, humedad relativa, concentración de gases de la respiración (CO₂ y O₂) y concentración de etileno. Durante el desverdizado el fruto es sometido a condiciones que, además del cambio de color, también son estimulados otros procesos metabólicos (fundamentalmente la respiración que acelera la senescencia). El etileno incrementa la permeabilidad de las membranas celulares y promueve las síntesis de enzimas. Los valores máximos utilizados son 10ppm, lo común son 5ppm, ya que concentraciones superiores sólo estimulan la respiración, caída del cáliz y ablandamiento de la piel.

La temperatura en las cámaras de desverdizado posee un mínimo y un máximo. El óptimo para la degradación de la clorofila es de 28°C, y la inhibición ocurre a los 40°C. Para la síntesis de los carotenoides el óptimo es de 18°C y la inhibición ocurre a los 30°C. En la práctica se utilizan temperaturas de 20 a 22°C, aunque el desverdizado sea más lento pero al final se logra un coloración más intensa y se reduce la pérdida de calidad por senescencia o manchado (Ortolá 1999).

La humedad relativa en la cámara de desverdizado debe mantenerse por encima del 90%, para evitar la desecación de la piel, y rotura de las glándulas oleosas, al pasar la fruta por la línea de empaque.

Hay que tener presente, sin embargo que el valor inicial del IC juega un papel importante en el resultado final del proceso, lo cual es mostrado en la Fig. 1.

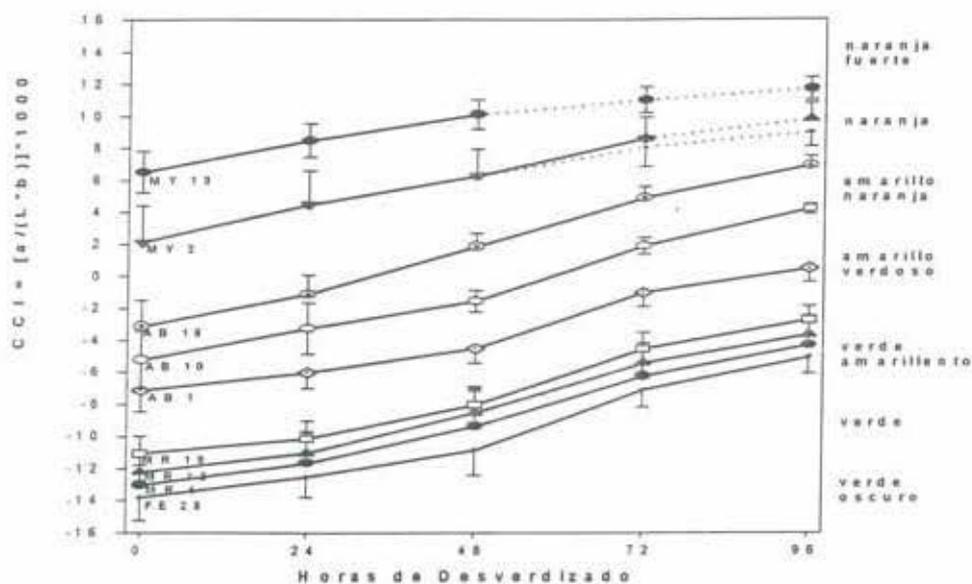


Fig. 1. Desarrollo del color de mandarina satsuma 'Okitsu' desverdizada en distintas fechas de cosecha (líneas sólidas), y posterior al desverdizado en condiciones de control [$20 \pm 2^\circ\text{C}$, $80 \pm 5\%$ HR], (líneas punteadas).

En la gráfica se observa que el grupo de frutos que entró con un IC menor a -10 , luego de 96hs de desverdizado, aún mostraron tonalidad verde. Sólo aquellas frutas que ingresaron con un IC menor a -8 , lograron una coloración predominantemente amarilla, mientras que aquellas con valores iniciales menores a -2 lograron una coloración comercial adecuada. En cambio cuando las frutas comenzaron el desverdizado con $\text{IC} > 2$, con 72hs lograron alcanzar un valor mayor de 7, y con 24hs fuera de la cámara su coloración continuó aumentando hasta alcanzar colores predominantemente naranjas (Müller, 2002).

También es importante tener en cuenta la distinta respuesta al desverdizado según la variedad. En la Fig.2 se observa el efecto del desverdizado durante 72hs a 22°C y 5ppm de etileno, en mandarina Satsuma 'Okitsu' (Müller, 2003). Distintas variedades desverdizadas muestran diferentes pendientes en la recta de regresión.

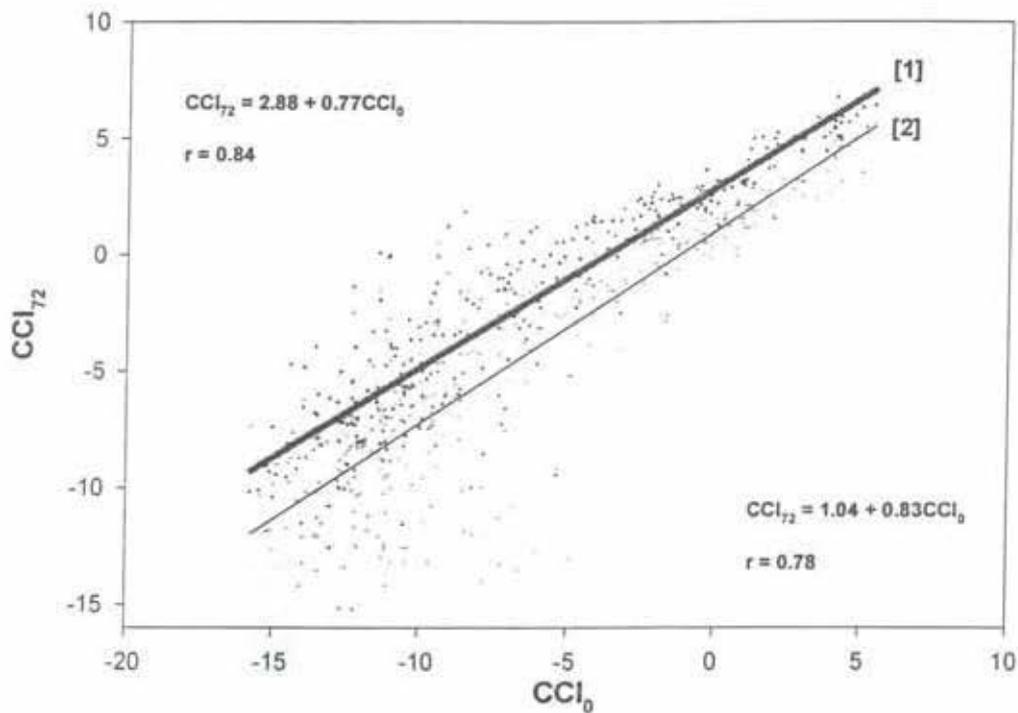
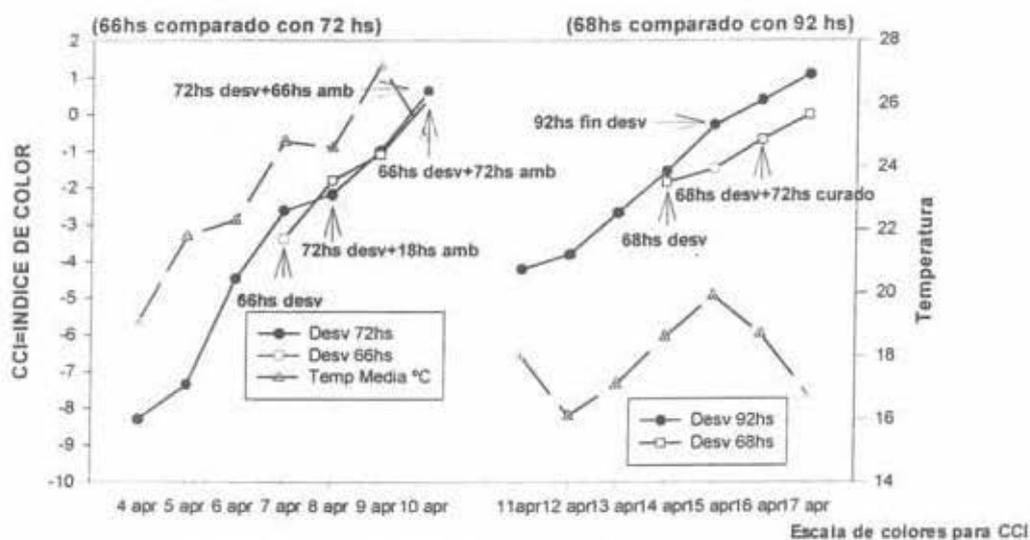


Fig 2. Correlación entre el color de mand satsuma 'Okitsu' al inicio (CCI_0) y después de desverdizada 72hs (CCI_{72}) [1] y en condiciones de control [2].

Por otro lado, en la búsqueda de una reducción del tiempo de desverdizado, se han realizado ensayos fundamentalmente con mandarina Satsuma. Una reducción del mismo se traduce en una prolongación en el mantenimiento de sus cualidades comerciales. En la Fig.3, se muestra la respuesta de mandarina Owari con distintos periodos de desverdizado, con posterior estacionamiento en condiciones ambientales. Se observa que las temperaturas de estacionamiento luego del mismo, parece desempeñar un rol importante en el desarrollo posterior del color. Temperaturas de estacionamiento, mayores de 22°C permitieron un desarrollo del color en los frutos similar a aquellos que se mantuvieron en cámara con etileno, en cambio cuando la temperatura ambiente bajó de los 20°C , se observó una ligera reducción del color (Müller, 2001)

Fig. 3. Desverdezado de Mand. OWARI



	AB 4	AB 10(72h+66amb)	AB10(66h+72amb)	AB 11	AB 17	Escala de colores para CCI		
Sol Solub	9.25	9.6	9.6	Sol Solub	9.7	9.1	Verde oscuro	> -15
Acidez	1.505	1.244	1.136	Acidez	1.326	0.95	Verde-amarillo verde	-15 a -7
Ratio	5.15	7.71	8.45	Ratio	7.31	9.58	Amarillo verde - amarillo	-7 a 0
							Amarillo - naranja	0 a 7
							Naranja	> 7

3 – Manejo de la fruta para mantener la calidad

Los citrus de Uruguay, son producidos con destino a los mercados de consumo en fresco, principalmente del hemisferio norte. El consumidor se encuentra generalmente a un mes o más, desde que la fruta fue cosechada, por tal motivo debe conservarse a temperaturas adecuadas para mantener sus propiedades organolépticas.

El almacenamiento a bajas temperaturas tiene por finalidad reducir la velocidad de los procesos metabólicos, que conducen a una pérdida de calidad de la fruta. Este retraso de la senescencia, provee a los tejidos una mayor resistencia al ataque de enfermedades fúngicas y además enlentece la evolución de podredumbres. La aplicación del frío a su vez, posibilita el control de moscas en frutas provenientes de áreas endémicas. Sin embargo la utilización de temperaturas bajas está condicionada por dos limitantes. La primera es la temperatura de congelación, ya que el destino de la producción es para su consumo en fresco, el metabolismo debe mantenerse en fase líquida, por lo que no debe ser menor a -1.5°C . La otra limitante, es la susceptibilidad de las distintas variedades citrus a las bajas temperaturas que se manifiestan por diversas alteraciones y manchas en la piel.

Otro factor a tener en consideración es la humedad relativa, que debe ser próxima al 90%, y con una renovación del aire que asegure que el nivel de etileno en la cámara sea inferior a $1\mu\text{g/mL}$ (Martínez-Jávega, J.M. 1997).

El período de tiempo que un órgano vegetal puede ser sometido a refrigeración, está limitado por diversas causas, entre las que pueden mencionarse las alteraciones de tipo fisiológico, las de origen microbiológico y las propias del metabolismo de la senescencia (enzimáticas).

Para que la refrigeración logre su objetivo en la viabilidad de la conservación manteniendo la calidad externa e interna del fruto por el mayor tiempo posible, se requieren algunos coadyuvantes. Entre ellos hay que considerar a los tratamientos químicos, ya sean con productos de síntesis, o aquellos considerados naturales, a los efectos de controlar el desarrollo de enfermedades fúngicas y algunas alteraciones fisiológicas como el picado. Sin embargo, existe una creciente preocupación por los consumidores por la presencia de residuos (Artés 1995).

Los trabajos en poscosecha que se vienen realizando en INIA SG, están orientados a dar a la fruta el manejo más "natural posible", dentro de las pautas aceptadas por los mercados compradores. En el presente reporte se mostrarán algunos resultados de las actividades que se vienen desarrollando.

3.1 - Evaluación de tratamientos químicos.

En la conservación de la fruta por largos períodos, las afecciones ocasionadas por hongos juegan un rol preponderante. De ellos, los de mayor incidencia pertenecen al género *Penicillium*. Los tratamientos convencionales han permitido un adecuado control hasta el presente, sin embargo la posibilidad del desarrollo de razas resistentes a los mismos, y la creciente exigencia de los consumidores en reducir los niveles de residuos, están orientando a la investigación hacia la búsqueda de otras alternativas. Estas permitirán reducir las dosis de los productos de síntesis, con los consiguientes beneficios para los productores y consumidores.

Los métodos físicos como aplicación de baños con agua caliente o vapor de agua, por periodos cortos, así como irradiaciones de distintos tipos, están siendo ensayados y aplicados con éxito en la conservación por relativamente corto tiempo (mercados cercanos a las zonas de producción).

La aplicación de productos no sintéticos (ie. carbonato y bicarbonato de sodio) o derivados naturales (ej. jasmonatos, quitosanos, etc.), generalmente combinados con métodos físicos, están mostrándose como altamente prometedores.

Respecto a los primeros, son aditivos de alimentos comúnmente utilizados en la fermentación, control de pH, gusto, modificación de textura y podredumbre. También controlan múltiples patógenos vegetales (Fallik, E. *et al* 1997, Oliver, C. *et al* 1998). Poseen pocas barreras regulatorias y la mayoría son clasificados como seguros por la FDA. En 1997 la EPA declaró que los bicarbonatos estaban exentos de tolerancias por residuos en todos los productos agrícolas, y el USDA clasificó la mayoría de los carbonatos y bicarbonatos como ingredientes en los productos etiquetados como "orgánicos" (Smilanick, J. *et al* 1999). Breves inmersiones de frutos de citrus en soluciones de bicarbonato ($\text{NaHCO}_3 = \text{SBC}$) o carbonato de sodio (Na_2CO_3) ha reducido la incidencia de moho verde *Penicillium digitatum* (Smilanick, J. *et al* 1997). El carbonato de sodio (SC) controla el moho verde aún cuando se ha aplicado bastante después de la inoculación.

El control de este hongo, después de la inoculación es importante debido a que, la mayoría de las infecciones ocurren a través de las heridas ocasionadas durante o después de la cosecha. Al igual que el calor y los tratamientos biológicos aplicados en citrus, el SC sólo reduce la incidencia del moho verde, pero a diferencia de los fungicidas no suprime la subsiguiente producción de esporas en los frutos (Smilanick, J. *et al* 1999).

Ensayos *in vitro* realizados en España para el control de varios hongos (Tronch, J. y A. Armengol, 2000), utilizando concentraciones de SC y SBC de 0.25% a 2%, han mostrado que el control ejercido por el SC ha sido mayor que el SBC para una misma concentración. Sin embargo, hay que tener en cuenta que las soluciones de SC no permiten la adición de hipoclorito en los drencher para el control de bacterias, ya que al elevar el pH, éste se inactiva (Smilanick, J. *et al* 1999).

La aplicación de baños en agua caliente para reducir el nivel de patógenos y preacondicionar (curar) a la fruta para su posterior almacenamiento a bajas temperaturas, es una práctica recomendada en otros países, principalmente para el kumquat que se come entero (Ben-Yehoshua, *et al* 1995).

El efecto del baño en agua caliente de 52°C durante 2 minutos, en la temperatura externa del fruto y a 25mm profundidad en mandarina Satsuma y naranja Valencia, se muestra en la Fig.4. (Müller, 1999). La temperatura externa alcanza los 42°C en Satsuma y 39°C en Valencia, y rápidamente comienza su descenso. En el interior de los frutos la variación fue mayor en Satsuma que en Valencia, esto indica que no se observan efectos deletéreos en la calidad interna. Sin embargo, la piel puede sufrir severos daños si se prolonga el tiempo de inmersión, o la fruta se encuentra sobremadura.

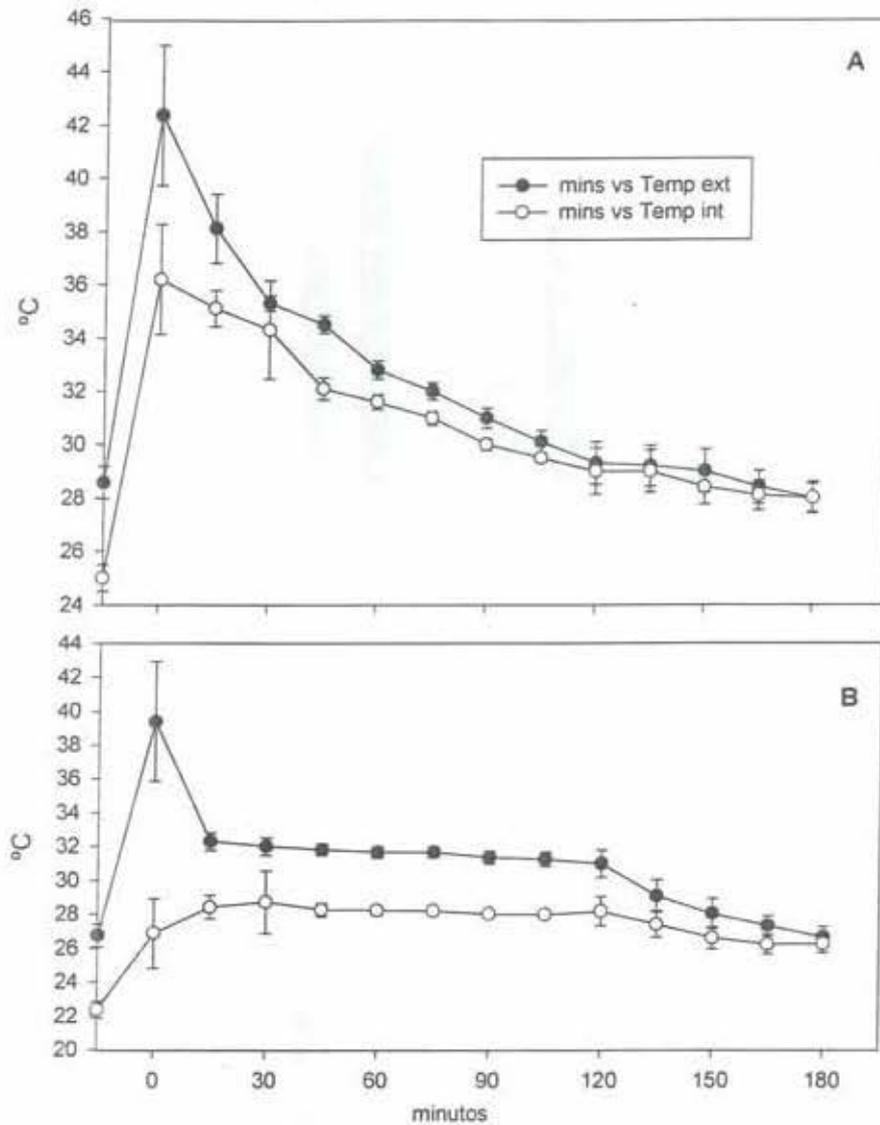


Fig. 4. Evolución de las temperaturas externas e interna en frutas de mandarina satsuma 'Owan' (A) y naranja Valencia (B), luego de su inmersión en agua a 52°C por 2 minutos.

Se cuantificó el efecto del factor temperatura en el porcentaje de frutas podridas, en ensayos realizados con SC y SBC, ambos al 1% y 2%, aplicados en baños a temperatura ambiente ($16 \pm 1^\circ\text{C}$) y a 52°C , Fig. 5. (Müller, 2002). Puede observarse que en mandarina Satsuma Owari el hecho de utilizar el baño con agua caliente, a la salida de la cámara (20 días $6 \pm 1^\circ\text{C}$), se registró 5% menos de frutas podridas en aquellos tratamientos que se habían realizado a 52°C comparados con los de temperatura ambiente. Con diez días en condiciones de mostrador esa diferencia llegó al 15%, y con 20 días fue de 11%.

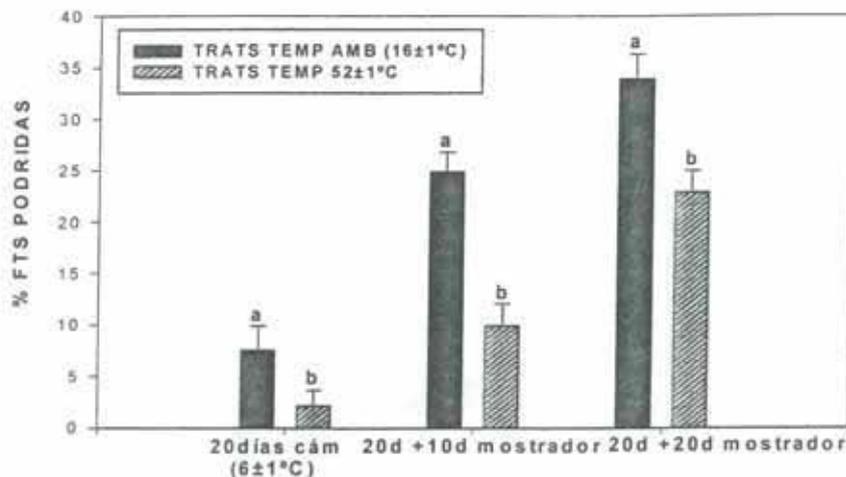


Fig. 5. Efecto de la temp de los tratamientos con Na_2CO_3 y NaHCO_3 (1 y 2%) en el % frutos podridos en mand 'Owari'

En el mismo ensayo se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con carbonatos y el testigo, Fig. 6.

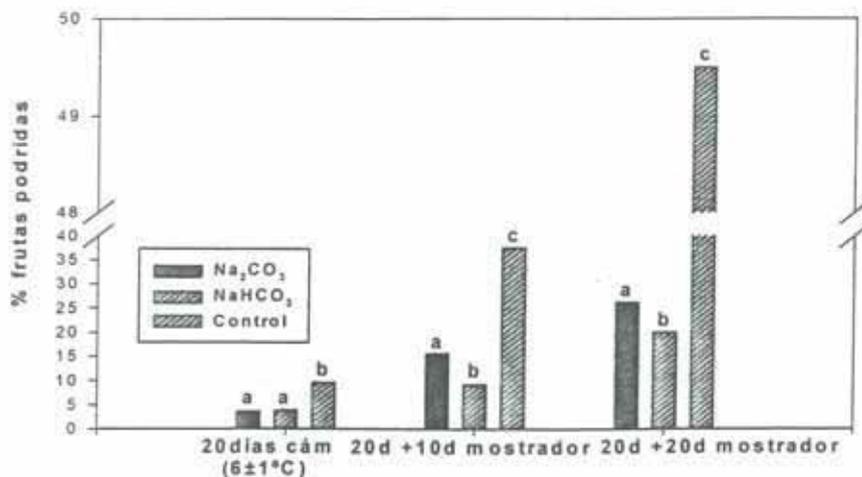


Fig. 6. Efecto del carbonato y bicarbonato de Na (1 y 2%) en el % frutos podridos en mandarina 'Owari'

En otro experimento, con el objetivo de reducir las dosis de productos de síntesis, y utilizando también dos temperaturas en la aplicación de los tratamientos de Imazalil, en mandarina Satsuma Okitsu, se obtuvieron resultados similares, Figs.7 y 8. (Müller, 2002).

Las diferencias significativas de los tratamientos con Imazalil respecto al control, se registraron a partir de los 10 días en condiciones de mostrador. Entre las dosis de este producto no se observaron diferencias. Nuevos ensayos están programados para definir la interacción de dosis por temperatura.

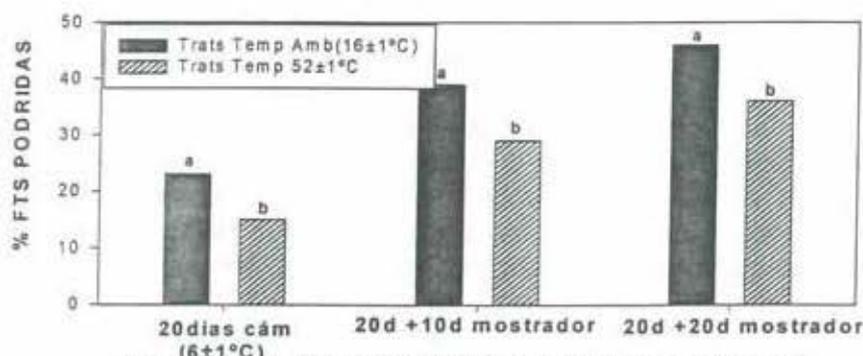


Fig. 7. Efecto de la temp de los tratamientos con Imazalil en el % de frutos podridos en mandarina 'Okitsu'

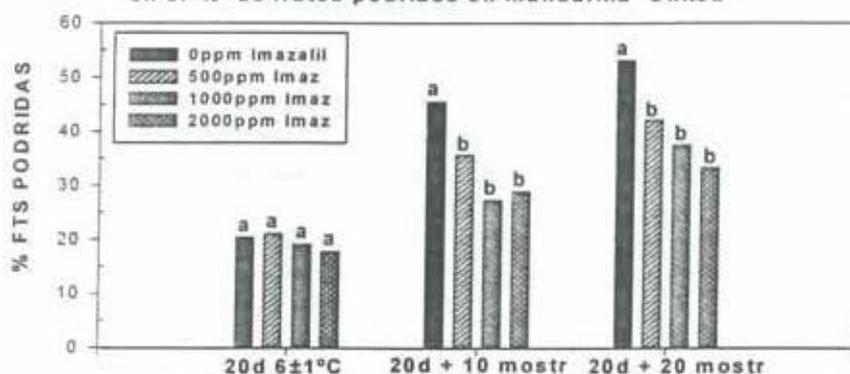


Fig. 8. Efecto de los tratamientos en el % de frutos podridos de mandarina 'Okitsu' conservada en cámara y en el mostrador

3.2 - Tratamientos cuarentenarios

En la comercialización de frutas cítricas para consumo fresco se están utilizando fundamentalmente los tratamientos de baja temperatura para evitar la vectorización de plagas y enfermedades cuarentenarias. Las bajas temperaturas de conservación producen la muerte de *Ceratitis*, *Anastrepha* y *Daucus* (*Tephritidae*) que son consideradas las principales plagas. Sin embargo, existen dos limitaciones relacionadas con la aplicación de temperaturas mínimas. Por un lado los productos para consumo en fresco, deben mantener su metabolismo activo, lo que sólo se consigue en fase líquida, y por lo tanto no pueden ser sometidos a congelación (0 a -1.5°C). Por otro lado los citrus al ser de origen tropical o subtropical, presentan una sensibilidad especial a las bajas temperaturas. Por tal motivo se recomiendan distintas temperaturas para las diferentes variedades (Chalutz *et al* 1985, Grierson, 1975).

Los daños de frío (*chilling injury* = CI), se manifiestan por un *picado* o *pitting* caracterizado por depresiones circulares en la piel con decoloración que evoluciona a color pardo. A temperaturas de conservación entre 0 – 2°C pueden producirse *escaldados* o *bronceados* con oscurecimientos que paulatinamente se extienden por el resto de la piel. La respuesta de los tejidos sensibles al frío, es la alteración de la estructura de las membranas celulares, pues los lípidos pasan de un estado flexible a otro rígido y las proteínas sufren una redistribución. El incremento del oxígeno intracelular debido al aumento de la solubilidad y reducción de consumo a bajas temperaturas, favorece la oxidación de los fenoles y aparición de los síntomas pardos en la piel (Sala, J.M. 1998).

Con el objeto de reducir o eliminar los efectos deletéreos del frío en la fruta se están estudiando métodos de acondicionamiento o curado para aumentar la resistencia a las bajas temperaturas. Uno de ellos es el curado a moderadas temperaturas previo al almacenamiento frigorífico. Aunque no se conocen con detalle los mecanismos fisiológicos y bioquímicos involucrados, existen evidencias de que estaría asociado a un incremento de ácidos grasos saturados, ácido abscísico o poliaminas (Aung, L.H. *et al* 1998). El acondicionamiento a alta temperatura y humedad produce además un curado de las heridas (Martínez-Jávega, J.M. 1997) y una reducción de las podredumbres. También se han obtenido buenos resultados con la inmersión previa en agua caliente a 53°C por 2 minutos (Rodov *et al* 1995).

Los tratamientos térmicos se han utilizado en el pasado, para el control de podredumbres. Sin embargo, la creciente exigencia de reducción del uso de funguicidas de síntesis, y el desarrollo de resistencias a los mismos han planteado la opción de recuperar la aplicación de los tratamientos térmicos para el control de hongos y reducir el impacto de ellos en el medio ambiente. Se están desarrollando varios métodos de aplicación con diferentes tiempos de aplicación térmica que van desde 3 minutos a 53°C a 72h a 36°C (Rodov *et al* 1996).

El curado de los frutos durante 48 a 72hs a 34-36°C controla efectivamente el decaimiento debido a un incremento de la lignificación y al mantenimiento de niveles altos de derivados de la cumarina lo que se traduce en una reducción de daños por frío (Ben-Yeshoshua, S., G.J. and Eckert 1990).

Investigadores israelíes plantean que debería estudiarse con profundidad, la relación existente entre CI (como desorden fisiológico) y el decaimiento debido al ataque de hongos, particularmente *Alternaria*, ya que los frutos conservados a 2°C, fueron principalmente atacados por este hongo. En los tejidos vegetales *Alternaria* se desarrolla a bajas temperaturas (0-4°C), y tiene un largo período de incubación (2-4 meses). Sin embargo, si frutos con *pitting* son removidos a temperaturas más altas como las que se registran en el mostrador de los comercios, aparecen afecciones causadas por *Penicillium* que se desarrollan más rápido que las de *Alternaria* (Cohen, E., *et al* 2000).

Las características de las frutas manifiestan diversas modificaciones durante el curado. Ensayos realizados en INIA Salto Grande, muestran en general respuestas similares a las obtenidas en otros países. Mandarina Satsuma 'Owari' curada a 18°C por 1, 3, ó 6 días mostró un incremento en los colores al salir de cámara y luego de 10 días de mostrador, Fig. 9. Esta diferencia fue mayor en las frutas que se conservaron a 5°C comparadas con aquellas mantenidas a 1.7°C en el mismo período (Müller, 1999).

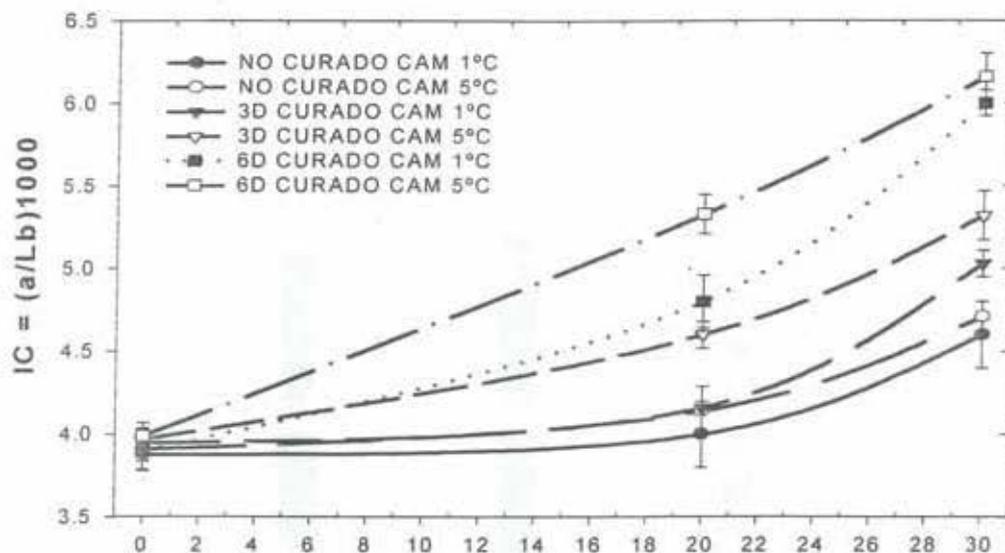


Fig 9. Evolución del Índice de Color de mandarina satsuma 'Owari' curada 1/3/6 días y conservada a 1° y 5°C

Respecto a la firmeza el curado por 6 días mostró un efecto significativo respecto a los otros tratamientos, sin embargo esta diferencia no comprometió la calidad de la fruta, Fig. 10. (Müller, 2001).

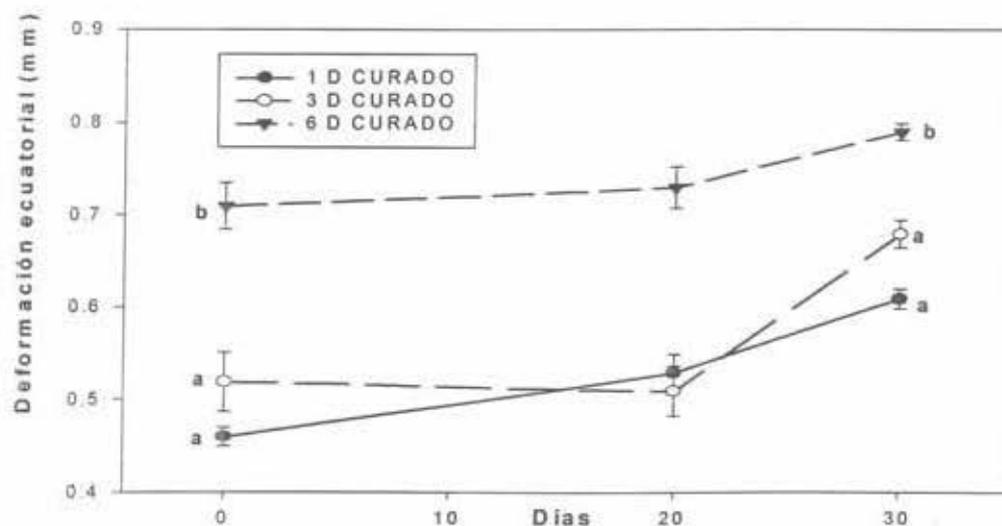


Fig 10. Efecto del curado en la firmeza⁽¹⁾ del fruto de Ellendale

(1) Deformación (mm diám. ecuatorial) de la fruta por la aplicación de una fuerza de 30Nw x 30seg

Duncan P < 0.05

En cuanto a porcentajes de frutos sanos (sin manchado por frío) de mandarina 'Owari' no se observaron diferencias significativas, si las hubo en la permanencia del cáliz luego de los 10 días de mostrador, Fig. 11. (Müller, 1999).

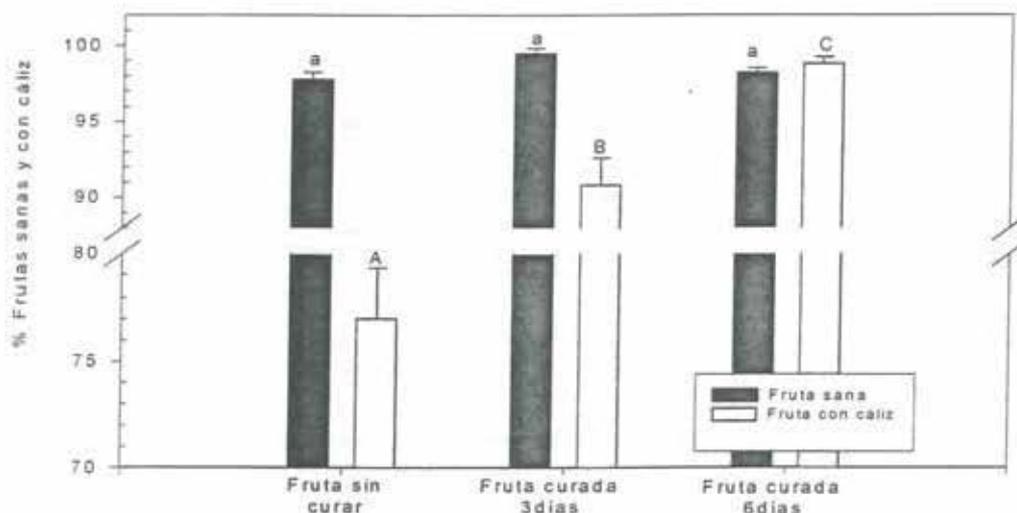


Fig. 11. Efecto del curado en satsuma 'Owari' en el porcentaje de frutas sanas y con cáliz

En otros ensayos, con frutas mantenidas a temperaturas de cuarentena, se observaron pequeñas lesiones por frío cuando la fruta (Satsuma 'Owari') se encontraba en avanzado estado de maduración, aunque no presentaba bufado aún, (datos no presentados).

3.3 – Envasado

Luego del calibrado, las frutas son transportadas hasta los puestos de envasado o empaquetado. Los tipos de envases y tamaños dependen de los acuerdos realizados entre el exportador e importador. En la actualidad se utilizan envases de cartón con tapa (telescópicos) de 10 kg para mandarinas y de 15 kg para naranjas; planchas (plateau) de 10 y 15 kg según sean para mandarinas o naranjas. Enmallado en bolsas desde 1-3 kg para mandarinas y hasta 5 kg para naranjas. Las cajas se acomodan en pallets de 1000 kg sean naranjas o mandarinas.

Si la venta acordada es a granel se utilizan bins descartables y se colocan 3 bins en cada pallet. El envío se realiza tanto en contenedores con temperatura controlada o en bodega.

3.4 - Evaluación o análisis sensorial de la fruta por el consumidor.

La evaluación sensorial de los alimentos es una función primaria del hombre que, en forma consciente o inconsciente, acepta o rechaza los alimentos de acuerdo con las sensaciones que experimenta al consumirlos.

De esta manera se han establecido ciertos criterios para la selección de los alimentos, que inciden sobre una de las facetas de la calidad global del alimento, conocido como la calidad sensorial, Fig.12. La evaluación de esta calidad se lleva a cabo mediante una disciplina científica (análisis sensorial), cuyo instrumento de medida es el propio hombre.

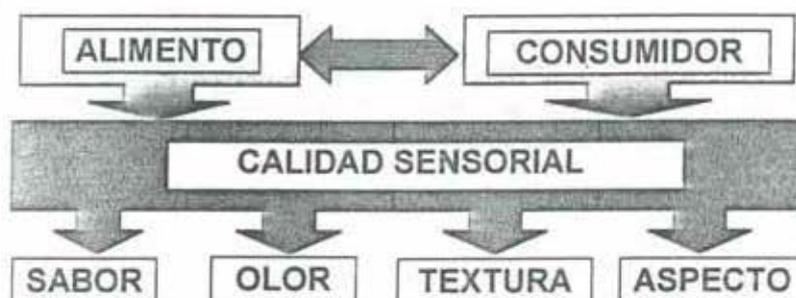


Fig. 12. Factores que intervienen en la calidad sensorial de un Alimento y sus interrelaciones.

El análisis sensorial puede ser definido como la técnica de la medida y evaluación de determinadas propiedades de los productos por uno o más de los sentidos humanos (Tilgner, 1971). Son varias las disciplinas que intervienen en el análisis sensorial. Entre ellas están la psicofisiología, que explica la forma por la que nuestros sentidos se impresionan, así como su posterior interpretación y respuesta en el cerebro; la psicología que intenta transformar una técnica subjetiva en un instrumento de medida objetivo; la estadística, que ayuda a extraer conclusiones mediante la transformación de la información proveniente de los datos y la sociología que ayuda a interpretar los resultados anteriores, en función de los usos y costumbres de las poblaciones a quienes se dirigen los productos, (Barcino Angulo, 2001).

A los fines de este trabajo sólo se presentarán a continuación, las definiciones de algunas propiedades sensoriales y los órganos de los sentidos involucrados en las mismas (Ureña Peralta y D'Arrigo Huapaya, 1999).

Color

Es la impresión que produce en la vista los rayos de luz reflejada por un cuerpo. El color es la única propiedad sensorial que puede ser medida en forma instrumental (espectrofotómetro, colorímetro).

Olor

Es la percepción por medio de la nariz de las sustancias volátiles liberadas por ciertos estímulos, presión natural o por objetos. Los estímulos olfatorios son partículas dispersas en el aire que estimulan la pituitaria.

Gusto

Es la sensación quimiorreceptora de sustancias capaces de ser perceptibles por receptores especializados (corpúsculos gustativos), situados en el dorso de la lengua, istmo de las fauces, velo del paladar y epiglotis. Los cuatro sabores primarios o gustos son: salado, dulce, amargo y ácido, así como las combinaciones entre éstos.

Sabor

El sabor, como sensación, es definido como la interpretación psicológica de la respuesta fisiológica a estímulos físicos y químicos, causados por la presencia de componentes volátiles y no volátiles del alimento saboreado en la boca. Resulta pues de la combinación de cuatro propiedades: olor, aroma, gusto y textura.

Textura

Es la propiedad de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación. El atributo que se evalúa en la deformación del alimento sólido se llama textura, en el caso de los alimentos semisólidos, en los líquidos consistencia y viscosidad.

USOS DEL ANÁLISIS SENSORIAL. EJEMPLO PRÁCTICO

La evaluación sensorial es de gran importancia en prácticamente todas las etapas de producción y desarrollo de la industria alimenticia, para conocer tanto las características como la aceptabilidad de un producto. Las aplicaciones del análisis sensorial son muy amplias y pueden ser utilizadas en los distintos departamentos de producción, ventas control de calidad y desarrollo de un producto.

En el marco de un proyecto entre el INIA y la UdeL-IRTA (Universidad de Lérida-Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentàries) de España, se enviaron muestras de dos variedades de citrus, en condiciones normales de comercialización. Luego de su arribo al puerto de Valencia, fueron llevadas a la Universidad para su evaluación por los métodos físicos y químicos convencionales y sometidas a una evaluación sensorial por parte de jueces voluntarios (principalmente, estudiantes, profesores y funcionarios de ese Centro Docente). Se utilizó un método descriptivo no paramétrico para las dos variedades, de acuerdo a una escala que se muestra en las Figs. 13 y 14, (Müller, 2003). En la Fig. 13, puede observarse que los porcentajes de la distribución de aceptación global de las dos variedades en el momento de la llegada de la fruta a España, predominaron los que se encontraron por encima del valor medio de la escala confeccionada y la naranja Washington navel tuvo una mejor aceptación que el tangor Nova. Luego de 7 días de mostrador en las categorías inferiores al promedio, en general Nova tuvo los mayores porcentajes (gustó menos a los jueces).

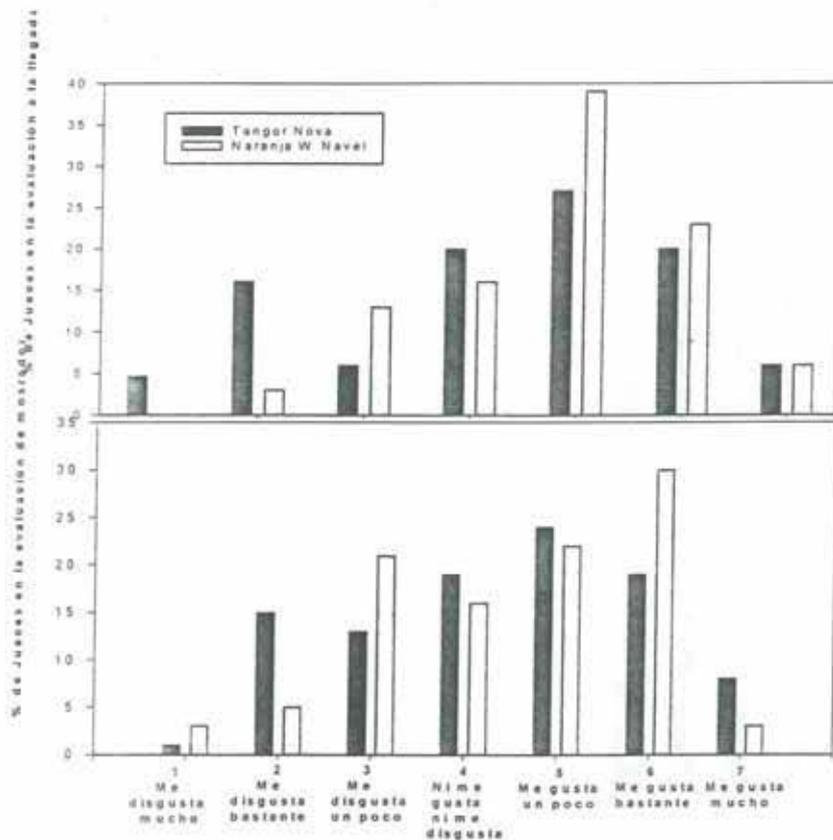


Fig 13. Aceptación global en la evaluación sensorial de tanger Nova y naranja W. Navel, al llegar a destino (gráfica superior) y luego de 7 días de mostrador (gráfica inferior).

Con respecto al sexo, la aceptación global ambos sexos tendieron a preferir la naranja navel respecto a la mandarina Nova, en el momento de la llegada, siendo las mujeres las que "castigaron" más a ésta variedad en las categorías inferiores al valor medio de preferencias. A los 7 días de mostrador, la situación parece invertirse, siendo los hombres los que manifestaron más fuertemente en contra de la nova, y en general prefirieron la navel, excepto en las categorías 6 y 7 (me gusta bastante y me gusta mucho), donde los jueces femeninos se expresaron en mayores porcentajes, Fig. 14.

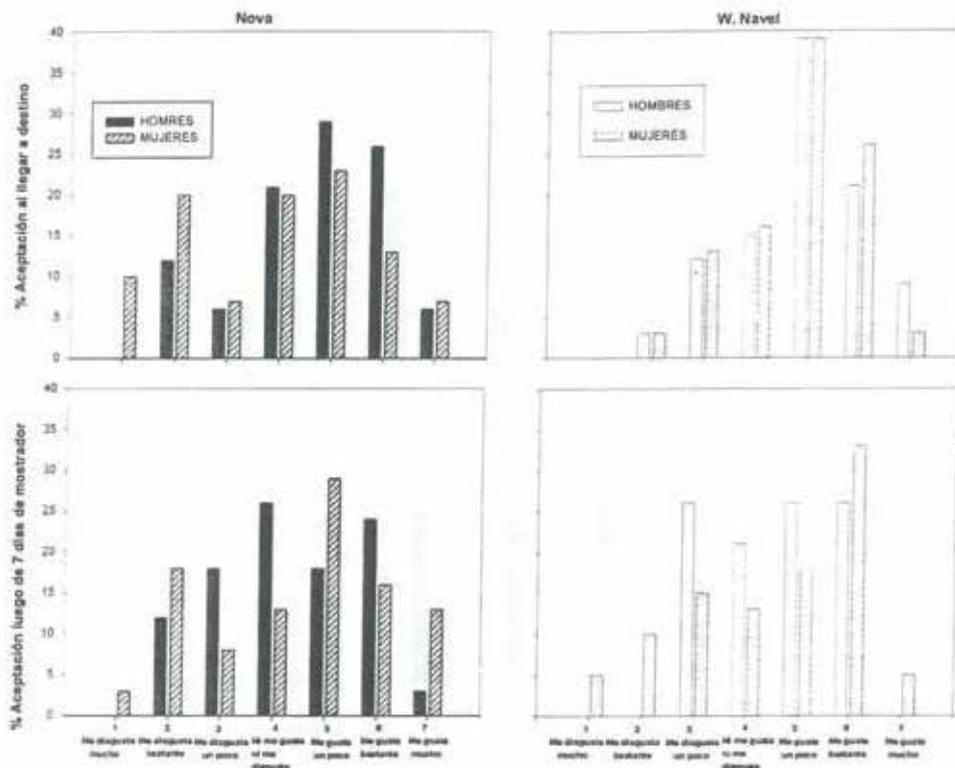


Fig.14. Aceptación global por sexo de tangor Nova y naranja W. Navel, al llegar a destino (gráficas superiores) y luego de 7 días en condiciones de mostrador (gráficas inferiores).

CONCLUSIONES

La tecnología para el manejo de la fruta cítrica en poscosecha aplicada en Uruguay, se encuentra dentro de los parámetros generales que se utilizan en otros países exportadores. Las propias características de la producción, influenciadas por las condiciones ecológicas, de manejo y la gran distancia en que se encuentran los mercados consumidores le imprimen un sello particular. El hecho de que Uruguay se encuentre en otro hemisferio, así como la buena calidad de la fruta obtenida, han sido los principales factores que han orientado la producción hacia la exportación. No obstante, el manejo en poscosecha, implica también considerar otros factores que comienzan en el propio monte, continúan en la cosecha, en la línea de empaclado, durante el transporte y luego en la cadena de distribución en los países compradores. Estos son los que imponen las demandas por calidad, término éste que no sólo se refiere a los aspectos organolépticos sino también a los de la seguridad alimenticia. Frente a este escenario la investigación nacional está orientada hacia la búsqueda de todas las alternativas que satisfagan estos requisitos. Los métodos físicos y la utilización de productos naturales, son temas considerados de alta prioridad a ser incluidos en los trabajos de investigación. Si bien ellos por sí mismos, parecen no ser suficientes, dadas nuestras particulares condiciones de producción, combinados con tratamientos aceptados por los países importadores, posibilitarán una reducción de éstos.

Así se continuarán bajando los niveles de residuos y mantener a la fruta aún por debajo de los límites solicitados, sin perder el efecto para los cuales fueron utilizados. La inclusión de métodos biológicos como una herramienta más en el control de decaimientos es otra práctica que está siendo considerada.

BIBLIOGRAFIA.

- Aung, L.H.; Oberland, D.M.; Houck, L.G. 1998. Conditioning and heat treatments influence flavo soluble sugars of lemon. *Jr. of Horticultural Science and Biotechnology* 73(3): 399-402.
- Artés, F. 1995. Innovaciones en los tratamientos físicos modulados para preservar la calidad hortofrutícola en la posrecolección. *Revista Española Ciencia Tecnología Alimentaria* 35(1): 45-64.
- Artés, F. 2000. Tratamientos alternativos para preservar mejor la calidad de los cítricos refrigerados. *Levante Agrícola* N° 35: 229-238.
- Barcino Angulo, Y. 2001. Introducción al análisis sensorial. *In Análisis sensorial de los alimentos. Métodos y Aplicaciones*. Ed. Springer. 180p.
- Ben-Yehoshua, S. 1969. Gas exchange, transpiration and the commercial deterioration of orange fruit in storage. *Jr. American Society of Horticultural Science* vol.94: 524-526.
- Ben-Yehoshua, S and Shapiro, B. 1981. Effects of pre and postharvest applications of ethylene-releasing agents and auxins and individual seal-packaging with high density polyethylene film on coloration of citrus fruit and its quality, pp.226-229. *In Proc. Int. Soc. Citriculture, Vol 1*.
- Ben-Yeshoshua, S.; J.G. Eckert. 1990. Studies of curing, water-saturated atmosphere and individual seal packaging in reducing decay and extending lie of harvested fruits. ARO. The Volcani Center Dept. of Postharvest Sci. Scientific Activities 1986-9. Special Publication N° 248 p.192.
- Ben-Yeshoshua, S., V. Rodov, D.Q. Fang and J.J. Kim. 1995. Preformed antifungal compounds of citrus fruit: effects of preharvest treatment with heat and growth regulators. *J.Agric. Food Chem.* 43: 1062-1066.
- Biale, J.B. 1961. Postharvest physiology and chemistry. *In the Orange Fruit*, W.B. Sinclair (Ed.). Univ. Calif. Press, Berkeley.
- Cohen, E., Y. Shalom and B. Shapiro. 2000. Chilling injury in citrus fruit and strategies for amelioration. *Proc. Int. Soc. Citriculture*. In press.
- Chalutz, E., J. Waks and M. Schiffmann-Nadel. 1981. The different responses of several citrus fruit cultivars to low storage temperature. *Proc. Intl. Citrus Congr.* 773-4.
- Chapman, H. 1958. The citrus industry in South Africa. *Calif. Citrograph* 43:179-181.
- Ekert, J.W. 1978. Postharvest diseases of citrus fruits. *Outlook Agric.* 9,225-232.
- Fallik, E., S. Grinberg, and O. Ziv. 1997. Potassium bicarbonate reduces postharvest decay development on bell pepper fruits. *J.Hort.Sci.* 72:35-41.
- Gilfillan, I.M. and J.A. Stevenson. 1977. Postharvest development of granulation in South African export oranges. *Proc. Int. Soc. Citriculture. Vol 1*, pp.299-303.

- Grierson, W. 1981. Physiological disorders of citrus fruits. Proc. Int. Soc. Citriculture. Vol 2, pp.764-767.
- Grierson, W. 1974. Chilling injury in tropical and subtropical fruit: Effect of harvest date, degreening, delayed storage and peel color on chilling injury of grapefruit. Proc. Trop. Reg. Amer. Soc. Hort. Sci. 18(1): 66-73.
- Grierson, W. and Wardoswky, W.F. 1978. Relative humidity effects on the postharvest life of fruits and vegetables. HortScience 13:22-28.
- Jiménez Cuesta, M., J.Cuquerella., J.M Martínez-Jávega. 1981. Determination of a color index for citrus fruit degreening. Proc. Int. Soc. Citriculture. 2:750-53.
- Kaufmann, M.R. 1970. Water potential components in growing citrus fruits. Plant Physiol. 46:145-149.
- Kuraoka, T. 1977. (Abstract). Histological studies on the fruit development of the Satsuma orange with special reference to peel-puffing. Memoirs, Ehime Univ. 8:106-154.
- Martínez-Jávega, J.M. 1997. La frigoconservación en naranjas y mandarinas. Rev. Phytoma, N°90 p.136-40.
- Martínez-Jávega, J.M. 1999. Cada variedad ha de tener una madurez mínima para ser desverdizada. Valencia Fruits N° 1938, p 62-64.
- Müller, I. 1999. Resultados parciales de manejo de la fruta de citrus en poscosecha. INIA Salto Grande. Avances anuales del Programa Citrus, Serie Actividades de Difusión N° 208.
- Müller, I. 2001. Prácticas de manejo en poscosecha de la fruta cítrica para mejorar su calidad exportable. INIA. Avances anuales de investigación en cítricos, Serie Actividades de Difusión N° 266.
- Müller, I. 2002. Evolución del desarrollo del color en mandarina Satsuma 'Okitsu'. INIA. Avances de Investigación. Progr. Nal. de Citricultura.78pp.
- Müller, I. 2003. Evolución del desarrollo del color en mandarina Satsuma 'Okitsu'. Poscosecha de los citrus. Avances 2003, en edición para divulgación.
- Müller, I. 2003. Evaluación sensorial de dos variedades de citrus. Información parcial en elaboración. INIA-SG. Proyecto Manejo de la fruta cítrica en poscosecha.
- Oliver, C., D.E. Halseth, E.S. Mizubuu and R. Lona. 1998. Postharvest application of organic salts for suppression of silver scurf on potato tubers. Plant Disease 82: 213-17.
- Ortolá, M. 1999, Maduración acelerada y desverdización. Tecnología de conservación de frutas y hortalizas. Centro Politec. Del Cono Sur. 362p.
- Pantastico, E.B, J. Soule and W. Grierson. 1977. Chilling injury in tropical and subtropical fruits. Proc. Fla. Sta. Hort. Sco, 79:338-343.

Pratt, R.W. 1958. Florida guide to citrus insects, diseases and nutritional disorders in color. Fla, Agric. Exp. Sta. 136p.

Rodov, V., S. Ben-Yehoshua, R. Algabli, D.Q. Fang. 1995. Reducing chilling injury and decay of citrus fruit by hot water dips. *Postharvest Biology and Technology*, 5:119-27.

Rodov, V., J. Peretz, T. Agar, G. D'Hallewin, S. Ben-Yehoshua. 1996 Heat applications as complete or partial substitute of postharvest fungicide treatment of grapefruit and oroblanco fruits. *Proc. Int.Soc. Citriculture*.1153-7.

Sala, J.M. 1998. Involvement of oxidative stress in chilling injury in cold storage mandarin fruits. *Postharvest Biology and Technology* 13(3): 255-61.

Smilanick, J., D.A. Margosan, F Mlikota, J. Usall, and I.F. Michael. 1999. Control of citrus green mold by carbonate and bicarbonate salts and the influence of commercial postharvest practices on their efficacy. *Plant Disease* 83:139-145.

Smoot, J., L. Houck and H. Johnson. 1977. Market diseases of citrus and other subtropical fruits. USDA Agric. HANDB. 98.

Tilgner, J.D. 1971. A retrospective view of sensory analysis and some considerations for the future. *Adv. Food Res.* 19:215-277.

Tronch, J.F. y J. Armengol. 2000. Efecto del bicarbonato y carbonato sódicos sobre el crecimiento de hongos que afectan a los cítricos en postrecolección. *Levante Agrícola* N°353, p 446-50.

Ureña Peralta, M. y M. D'Arrigo Huapaya, 1999. Evaluación sensorial de los alimentos. *Fac. Ind. Alimentarias. Univ. Nal. Agraria La Molina. Perú.* 197p.

Wardowski, W.F., A. McCornack and W. Grierson. 1976. Oil spotting (oleocellessis) of citrus fruit. *Fla. Coop. Ext. Serv. Circ.* 410.