

Cómo mejorar la calidad comestible del kiwi

Juan Pablo Zoffoli¹ / zoffolij@uc.cl
Dominique D'Hainaut² y Katherine Flores²

El laboratorio de poscosecha de la UC, en conjunto con el Comité del Kiwi, han estado trabajando para mejorar la calidad de este fruto al momento del consumo en los mercados, a través del desarrollo de protocolos de acondicionamiento y/o maduración, realizados en Chile o en destino.



¹ Profesor del Departamento de Fruticultura y Enología.
² Ing. Agrónomo, ayudante de investigación.



PLANTA DE KIWIFRUIT EN FLOR
La planta de kiwi es trepadora y se cultiva en Chile desde 1976.

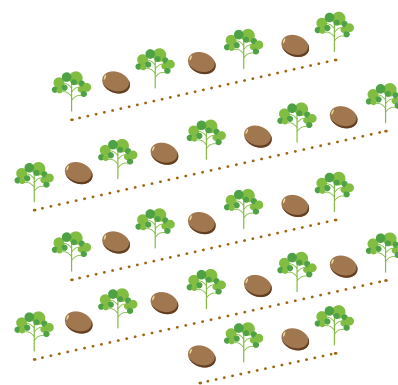
El kiwi (*Actinidia deliciosa* (A. Chev.) C. F. Liang & A. R. Ferguson), cv. Hayward es cultivado en Chile desde el año 1976. A partir de esa fecha y hasta 2004, se produce un gran aumento en la superficie destinada a ello, equivalente a las 6 mil 640 hectáreas. La superficie proyectada en la actualidad es de 11 mil 916 hectáreas con un volumen de 218 mil 224 toneladas, que corresponden a un valor aproximado de US\$ FOB 195 millones³.

Los kiwis no experimentan cambios externos que permitan la cosecha en forma dirigida, lo que condiciona resultados importantes en la comercialización y en la calidad al consumo. La fruta se cosecha firme, distante de la madurez de consumo, a través de muestreos que deben asegurar la calidad comestible y la maduración de la población al momento del consumo, independiente del tiempo de conservación.

El índice de madurez que asegura esta condición es el cambio en la pendiente de acumulación de sólidos solubles. En estudios realizados en Chile,⁴ se deter-

minó que un rango entre 5,5 y 6,5% es apropiado, cuando se evaluó un número de 10 huertos. Por lo tanto, un mínimo de 6,2% ha sido utilizado por la industria nacional al igual que en otros países como Nueva Zelanda.⁵ Actualmente el Comité del Kiwi establece para liberación de cosecha un mínimo de 5,5% de sólidos solubles y 15,5% de materia seca.

Los valores de sólidos solubles a cosecha, sin embargo, no aseguran la calidad comestible de la fruta, la cual es determinada por la acidez y la concentración de sólidos solubles al consumo. La concentración de sólidos solubles al consumo es dependiente de los sólidos solubles a la cosecha y la cantidad de almidón acumulado durante el desarrollo de la fruta en la planta. La cuantificación de almidón es difícil de realizar en forma directa y rápida. La cuantificación de materia seca ha sido introducida en Estados Unidos,⁶ Nueva Zelanda⁷ y Chile⁸ para explicar la calidad comestible del kiwi a la cosecha, asumiendo que representa mayoritaria-



Los kiwis no experimentan cambios externos que permitan la cosecha en forma dirigida, lo que condiciona resultados importantes en la comercialización y en la calidad al consumo.

3 Odepa, 2013. Boletín Frutícola. www.odepa.gob.cl

4 Zoffoli, J. Gil, G. Crisosto C. 1999a. Determination of Harvest Period of Chilean Kiwifruit in Relation to Fruit Quality and Temperature During Maturation. *Acta Hort.* 498:247-254.

5 Harman, J. 1981. *Kiwifruit maturity*. The Orchardist of New Zealand. 54: 126-127.

6 Crisosto, C., Zegbe, J., Hasey J., Cantin, C., Garibay, S. and Crisosto. G.M. 2008. New kiwifruit dry weight protocol. Central Valley Postharvest Newsletter Cooperative Extension. University of California 17: 11-15; Crisosto, C., Zegbe, J., Hasey J., Crisosto. G. 2011. Is dry matter a reliable quality index for 'Hayward' Kiwifruit? *Acta Hort.* 913, 531-534.

7 Burdon, J., McLeod, D., Lallu, N., Gamble, J., Petley, M., Gunson, A. 2004. Consumer evaluation of "Hayward" kiwifruit of different at-harvest dry matter contents. *Postharvest Biol. Technol.* 34:245-255.

8 Zoffoli, J. Gil, G. Crisosto C. 1999b. Conflicto técnico comercial ¿Cuándo cosechar los kiwis? *Agronomía y Forestal UC* 3-5.

mente la sumatoria de azúcares solubles y potenciales acumulados en el fruto (almidón). La correlación entre materia seca y sólidos solubles ha sido establecida y un valor entre 65 y 70% se ha obtenido en diferentes investigaciones. Recientemente se ha correlacionado directamente la calidad al consumo de kiwi con el valor de materia seca, siendo 16,1% considerado mínimo cuando la acidez del fruto es mayor al 1,2%.

La madurez obtenida a la cosecha, a través de la cuantificación de sólidos solubles y la materia seca, debería asegurar la máxima aceptabilidad al consumo de la fruta. Sin embargo, después de cierto tiempo de almacenaje no siempre se obtiene la firmeza cuando se desea o la fruta debe esperar largo tiempo para ser consumida luego de ser adquirida por el consumidor. Incluso, la maduración es desuniforme, perdiendo su aceptabilidad y reduciendo la venta futura.

El laboratorio de poscosecha de la UC, junto con el Comité del Kiwi, han estado trabajando para mejorar la calidad del kiwi al momento del consumo en los mercados, a través del desarro-

llo de protocolos de acondicionamiento y/o premaduración, realizados en Chile y/o en destino, con especial enfoque en la determinación del efecto del manejo de poscosecha (uso de tecnologías de atmósfera modificada, uso de 1-MCP y atmósfera controlada) en dichos protocolos.

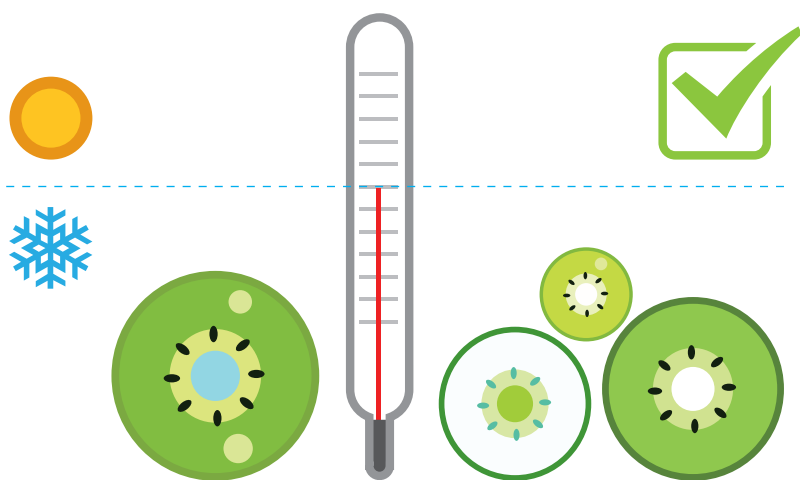
Efecto de la madurez de cosecha

La madurez del kiwi puede describirse a través de la evolución de los sólidos solubles y ablandamiento de la pulpa. En la medida en que avanza el desarrollo del fruto, la acumulación de sólidos solubles es a una tasa constante, producto principalmente de la acumulación directa de carbohidratos simples. El almidón es la reserva de carbohidratos más importante en el kiwi y su desdoblamiento se inicia 17 a 20 semanas pos anthesis. El cambio en la tasa de acumulación de sólidos solubles implica desdoblamiento desde la reserva de almidón del fruto, que explica efectos fisiológicos importantes en el proce-

so de maduración por la cantidad de energía requerida para estos procesos. Este evento está regulado por condiciones climáticas de baja temperatura,⁹ por lo tanto, otoños cálidos no siempre expresan el avance en la maduración del tejido y se debe complementar con otro índice, como el cambio en la tasa de ablandamiento del tejido.

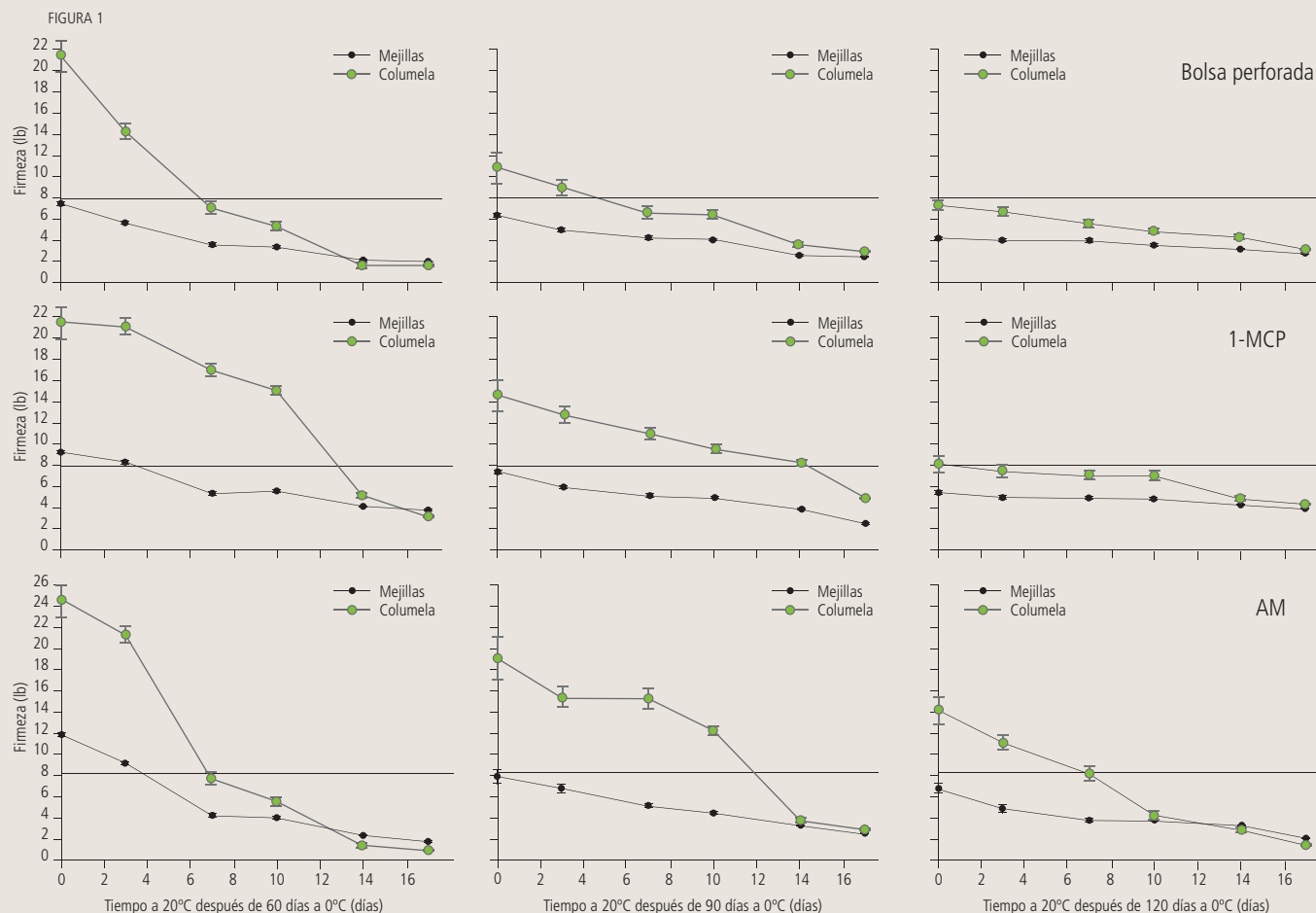
Estos índices que señalan el inicio de la maduración, han sido utilizados para definir la cosecha de kiwi. En la mayoría de las zonas agroclimáticas este evento ocurre en torno a 130-145 días después de floración, o con valores de entre 5,5 y 6,5% de sólidos solubles. Sin embargo, la calidad organoléptica de la fruta no está definida por este valor, sino más bien por la concentración de materia seca. El momento de cosecha determina el contenido de materia seca e, indirectamente, la reserva de almidón; por lo tanto, el proceso de degradación del almidón es importante para que esta se exprese como sólidos solubles al momento del consumo.

En trabajos realizados en Chile, en zonas de buena acumulación de materia seca y en fruta de huertos de alto ablandamiento, cuando se cosecharon con concentraciones de sólidos solubles de 5,1% y materia seca entre 15,5 y 16,5%, la concentración de sólidos solubles al consumo no superó 12%, con una alta acidez (1,2%). En los rangos de mayor concentración de materia seca, los sólidos solubles al consumo son mayores, pero después de largo tiempo de maduración (12 días a 20°C). La situación anterior resulta con fruta de baja calidad comestible en el mercado (el valor de 12,5% de sólidos solubles al consumo ha sido considerado como mínimo con fruta de alta acidez, superior al 1,2%). En esta situación, la aplicación de 100 ppm de etileno 12 ó 24 horas a cosecha mejora la degradación del almidón y, por lo tanto, la acumulación de sólidos solubles al consumo es mayor (0,5% mayor), y



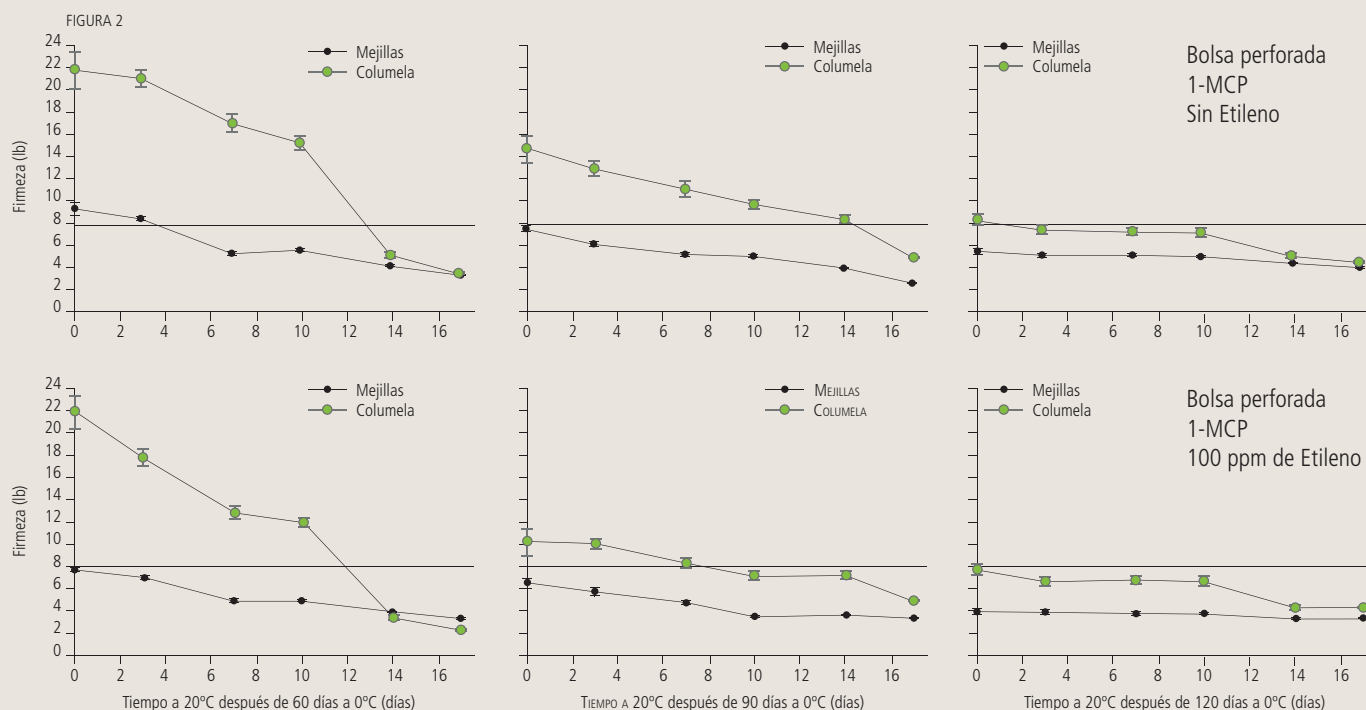
La madurez del kiwi puede describirse a través de la evolución de los sólidos solubles –regulada por condiciones climáticas de baja temperatura– y el ablandamiento de la pulpa.

⁹ Burdon, J., Lallu, N., Francis, K., Boldingh H. 2007. *The susceptibility of kiwifruit to low temperature breakdown is associated with pre-harvest temperatures and at harvest soluble solids content*. Postharvest Biol. Technol 43:283–290.



el tiempo para alcanzar la madurez de consumo se reduce, pero el alto riesgo de ablandamiento limita su aplicación, especialmente en fruta con alta acumulación de nitrógeno con firmeza a cosecha menor a 15 lb. La cosecha de fruta con esta concentración de sólidos solubles debe evitarse independiente del valor de materia seca.

bles mayores a 6,2% y con materia seca sobre 15,5%, es más fácil asegurar el desdoblamiento de almidón y, por lo tanto, solo se requiere la aplicación cosecha de 100 ppm de etileno por 12 horas, igualmente en aquellos casos de fruta firme (mayor a 17 lb) y con tiempo de almacenaje igual o inferior a 60 días. Este procedimiento se denomina acondicionamiento, ya que se prepara el producto para mejorar la maduración de consumo bastante temprano en el manejo de poscosecha del producto. El efecto principal buscado es adelantar el estado de madurez de consumo de la fruta al promover el ablandamiento. La fruta después de 30 días de transporte llega al mercado entre 4 y 8 lb; donde puede ser prematurada para ajustar la firmeza requerida por el comprador (entre 2 y 4 lb). Se usa



Efecto de la aplicación de 1.000 ppb de 1-MCP, y la combinación de 100 ppm de etileno en la evolución de la firmeza de la pulpa (mejillas) y columela de kiwi envasados en bolsa perforada después de 60, 90 y 120 días a 0°C y maduración a 20°C. El tratamiento de etileno se realizó por 36 y 12 horas a 20°C después de 60 y 90 días a 0°C, respectivamente, o por 36 horas a 7°C después de 120 días a 0°C. El valor mayor a 8 lb, indica consistencia de columela dura, cuando la fruta está en madurez de consumo.

das y desarrolladas en Chile para evitar el ablandamiento del kiwi y permitir la comercialización del producto con firmezas promedio de entre 8 y 10 lb, después de 60 días de almacenaje a 0°C.

La cosecha de kiwi entre 6,2% y 7% de sólidos solubles con firmeza entre 16 y 18 lb es mayoritaria en nuestro país durante el mes de abril. La alta concentración de materia seca (mayor a 16,5%) asegura la calidad organoléptica del producto y, por lo tanto, no constituye limitación a menos que la fruta provenga de zonas frías de corta estación de crecimiento o como resultado de diversos manejos productivos.

La aplicación de 1-MCP y el embalaje en atmósfera modificada se han recomendado para fruta entre 60 y 90 días de almacenaje a 0°C, para asegurar la firmeza de la fruta en un mercado donde se privilegia ese parámetro por sobre los otros aspectos de calidad.

La aplicación de 1-MCP y el uso de atmósfera modificada, retrasan el

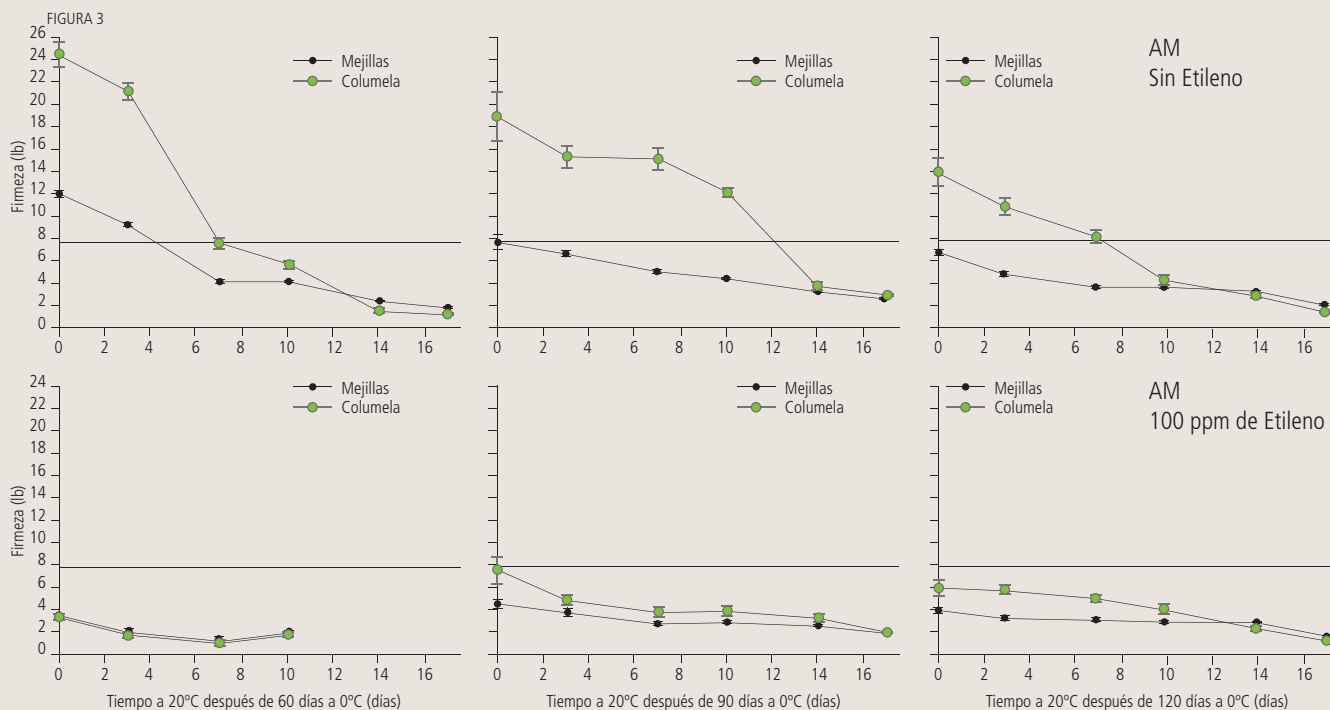
ablandamiento. La fruta con estas tecnologías consigue firmeza entre 1 y 2 lb más, cuando es removida después de 60 ó 90 días de 0°C, pero el atraso en ablandamiento más evidente ocurre durante la maduración a 20°C. Este efecto positivo se transforma en condición negativa cuando se prolonga la obtención de madurez de consumo y la fruta queda no disponible para su consumo por su alta firmeza tanto de la pulpa como de la columela.

En la figura 1, se muestra cómo la fruta control, embalada en bolsa perforada, sin aplicación de 1-MCP consigue la firmeza de 4 lb de pulpa y menos de 8 lb de columela, después de 7, 7 y 0 días a 20°C para tiempos de almacenaje por 60, 90 y 120 días a 0°C, respectivamente, comparado con fruta tratada con 1.000 ppb de 1-MCP, que consigue este mismo estado después de 14, 17 y 3 días a 20°C, para los mismos periodos de almacenaje. Queda demostrado el atraso en conseguir la madurez de consumo cuando

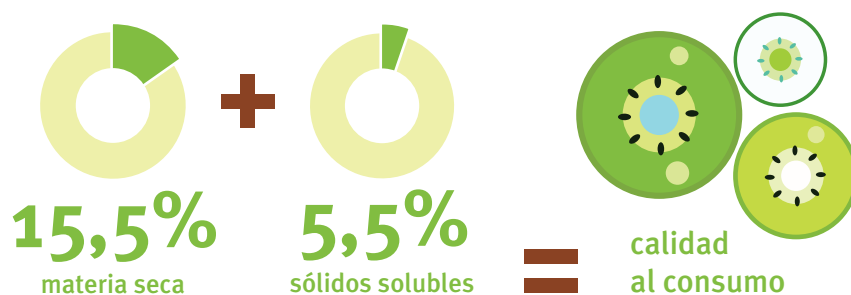
la fruta se almacena por 60 ó 90 días a 0°C y la pérdida del efecto del 1-MCP, luego de 120 días a 0°C.

En el caso del embalaje en bolsa en atmósfera modificada, la fruta adquiere la madurez de consumo después de 10, 14 y 10 días a 20°C, considerando los mismos tiempos de almacenaje a 0°C.

La evaluación de premaduración con 100 ppm de etileno por 36 horas después de 60 días de almacenaje a 0°C no ha logrado revertir plenamente los efectos de la aplicación de 1.000 ppb de 1-MCP efectuada a cosecha, y la fruta toma largo tiempo en alcanzar la madurez de consumo, por lo tanto, no debería ser considerada para programas de fruta premadurada hasta no disponer de un tratamiento de aplicación de etileno efectivo. La aplicación de 100 ppm de etileno por 12 horas se justificó en fruta almacenada por 90 días, pues produjo ablandamiento de la columela que acortó el tiempo en obtener la madurez de consumo (figura 2).



Efecto de la aplicación de 1.000 ppb de 1-MCP, y la combinación de 100 ppm de etileno en la evolución de la firmeza de la pulpa (mejillas) y columela de kiwi, envasados en bolsa de atmósfera modificada (AM) después de 60, 90 y 120 días a 0°C y maduración a 20°C. El tratamiento de etileno se realizó por 36 y 12 horas a 20°C después de 60 y 90 días a 0°C, respectivamente, o por 36 horas a 7°C después de 120 días a 0°C con la bolsa abierta.



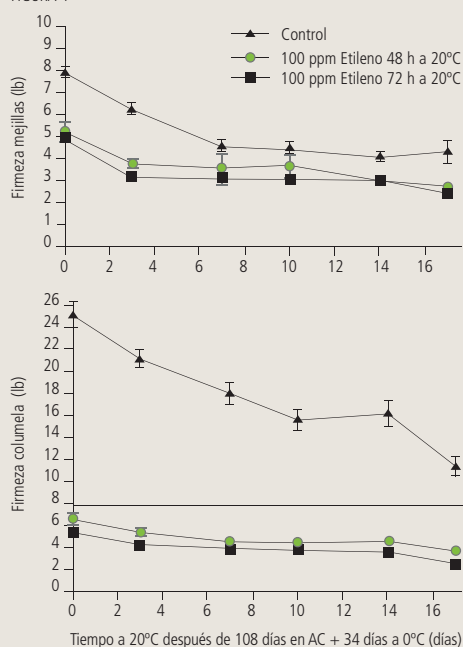
La calidad del kiwi al consumo depende de la acumulación de materia seca con una concentración de sólidos solubles que asegure la madurez fisiológica y, por lo tanto, el proceso de desdoblamiento del almidón durante la maduración a alta temperatura.

El almacenaje en atmósfera modificada, por otra parte, produce el mismo efecto en atrasar el ablandamiento durante maduración, por lo tanto la fruta no está disponible para el consumo antes de 14 días a 20°C. Sin embargo, contrario a lo que ocurría con la fruta tratada con 1-MCP, la fruta con esta tecnología puede ser prematurada con etileno y alcanzar la madurez de consumo en tiempos de tres días a 20°C sin el desarrollo de columela dura, pero su implementación es difícil de

realizar a menos que se remueva de su embalaje (figura 3).

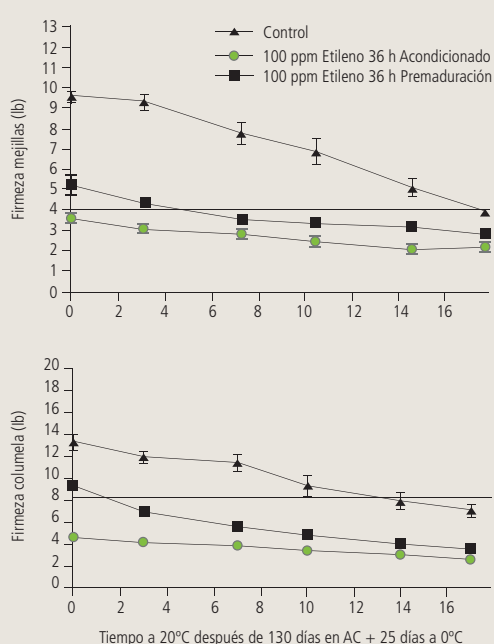
Para la fruta que se desea comercializar por un periodo superior a 90 días, muchas veces se recurre a su almacenaje en el país en condiciones de atmósfera controlada (AC; 2% O₂ y 5% CO₂) o se complementa con la aplicación a cosecha de 1.000 ppb de 1-MCP, y luego es despachada en condiciones de atmósfera normal o incluso en atmósfera modificada.

FIGURA 4



Efecto del tiempo de acondicionamiento con 100 ppm de etileno, efectuado luego de 108 días de AC sobre la firmeza (mejillas) y la columela de kiwis, evaluado después de 34 días a 0°C y durante 20°C.

FIGURA 5



Efecto del tiempo de acondicionamiento o premaduración con 100 ppm de etileno, efectuado luego de 130 días de atmósfera controlada (2% O₂, 5% CO₂) sobre la firmeza del fruto (mejillas) y la columela y evaluado después de 25 días a 0°C (Acondicionamiento) o el mismo tratamiento de etileno, efectuado luego del término del almacenaje (155 días) (Premaduración).

Para la fruta que se desea comercializar por un periodo superior a 90 días, muchas veces se recurre a su almacenaje en el país en condiciones de atmósfera controlada o se complementa con la aplicación a cosecha de 1.000 ppb de 1-MCP, y luego es despachada en condiciones de atmósfera normal o incluso en atmósfera modificada.

Los resultados han demostrado que en fruta almacenada en atmósfera controlada, previamente tratada con 1-MCP, aunque se produce el ablandamiento de la pulpa a valores de 4 lb, el principal problema de calidad al consumo incluso después de 12 días a 20°C, es el desarrollo de columela con consistencia mayor a 8 lb que se considera firme para el consumidor, afectando negativamente la calidad al consumo del producto. En la figura 4, se demuestra que fruta comercializada después de 108 días de atmósfera controlada y 34 días a 0°C (simulación de viaje a mercado) persiste con firmeza de columela mayor a 8 lb después de 17 días a 20°C.

La reversión de este fenómeno ha logrado ser efectiva con 100 ppm de etileno por 48 ó 72 horas a 20°C. La aplicación se recomienda realizar después de removida la fruta de la cámara de atmósfera controlada, previo al transporte a destino o cuando la fruta arriba al mercado (figura 4). Cuando el tiempo de almacenaje es superior a 130 días de atmósfera controlada, el tiempo de aplicación de etileno puede reducirse a 24 o 36 horas, siendo efectivo incluso el calentamiento a 20°C por el mismo periodo de tiempo. El acondicionamiento en cámara de 20°C sin etileno no siempre logra los efectos en la columela, sobre todo en la fruta tratada con 1-MCP y almacenada en atmósfera controlada por menos de 130 días.

Otra alternativa es realizar la operación de maduración en destino (premaduración). En el caso de la fruta con más de 130 días en atmósfera controlada más 25 días a 0°C, la aplicación de 100 ppm de etileno a 20°C por 36 horas, logra reactivar la maduración de la fruta sin el desarrollo de columela dura. Pero el resultado es más variable que hacer-



El kiwi es procesado y seleccionado, para luego ser despachado a su lugar de destino.



Plantación de kiwis.

lo a través del acondicionamiento en origen (figura 5) o a través de la combinación de acondicionamiento más premaduración (100 ppm de etileno por 12 horas), verificando su necesidad en caso de que la fruta arribe con firmeza de más de 8 lb.

Conclusiones

La calidad del kiwi al consumo depende de la acumulación de materia seca con una concentración de sólidos solubles que asegure la madurez fisiológica y, por lo tanto, el proceso de desdoblamiento del almidón durante la maduración a alta temperatura.

Valores mayores a 5,5% de sólidos solubles y 15,5% de materia seca son necesarios para conseguir esta situación. Sin embargo, el mercado requiere de frutos listos para el consumo (2-3 lb) o para ser consumido en periodos cercanos (4-5 lb) (7 días a 20°C). Para conseguir la situación anterior, el producto debe ser preparado a través del acondicionamiento en origen o de la premaduración en destino, considerando diferentes situaciones que incluyen la madurez de cosecha, tiempo de almacenaje a 0°C y tecnología de poscosecha.

Para una madurez de cosecha de 5,5 a 6,5% de sólidos solubles, mayor a 15,5% de materia seca, firmeza superior a 17 lb, y tiempo de almacenaje menor a 60 días, se recomienda acondicionamiento con 100 ppm de etileno por 12 horas.

Una premaduración en destino con 100 ppm de etileno por 12 horas a 20°C sería requerido cuando los frutos tengan firmeza entre 8 y 10 lb. En caso de tiempo de almacenaje superior a 60 días (esto significa mayor a 30 días de almacenaje de la fruta en el país y transporte a Europa) o con firmeza inferior a 15 lb, no se requiere acondicionamiento con etileno.

En los casos de fruta que haya sido tratada con 1.000 ppb de 1-MCP a cosecha y almacenada por menos de 60 días a 0°C, no se ha logrado inducir la maduración con etileno y, por lo tanto, debe evitarse. Cuando el tiempo de almacenajes es superior a 90 días y con fruta con firmeza mayor a 8 lb, puede ser premadurada con 100 ppm de etileno por 12 a 24 horas. Sobre 120 días a 0°C no se justificaría la aplicación de etileno si la firmeza es menor de 5 lb.

Este tratamiento es igualmente efectivo en el caso de fruta tratada con 1.000 ppb de 1-MCP y almacenada en AC (2% O₂ y 5% CO₂) por 100 días más 35 días a 0°C, en este caso se realiza la aplicación de 100 ppm de etileno por 48 horas una vez cumplido el tiempo en la atmósfera controlada.

En fruta almacenada por tiempo más prolongado de 130 días más 30 días a 0°C, el acondicionamiento a los 130 días por 24 horas puede ser con o sin etileno. En esta misma fruta, la premaduración con 100 ppm de etileno en destino es efectiva con tiempo de aplicación de 36 horas.

Nota

Resultados parciales del Proyecto FIA-Comité del Kiwi (Asoex-Fedefruta) Fortalecimiento de la competitividad del kiwi chileno: *Mejoramiento de la Calidad Comestible del kiwi a través del acondicionamiento y manipulación de la fruta en poscosecha* y ejecutado por Laboratorio Poscosecha de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 