

Rev. FCA UNCuyo. Tomo 42. N° 1. Año 2010. 53-72.

Determinación de índices de cosecha y calidad en kiwi en el sudeste bonaerense (Argentina)

Assessment of harvest and quality indexes in kiwifruit production at the South-East of Buenos Aires Province (Argentina)

Carlos Godoy
Claudia Domé
Cristina Monti

Originales: Recepción: 04/09/2009 - Aceptación: 23/04/2010

RESUMEN

Se realizó un seguimiento de la maduración de kiwis (*Actinidia deliciosa* (A. Chev.) Liang et Ferguson cv. Hayward) en una plantación comercial del sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina), con la finalidad de definir índices de madurez y calidad y compararlos con los estándares vigentes en Nueva Zelanda y Chile. A intervalo semanal, desde las 13 semanas después de plena floración, se tomaron muestras de frutos para evaluar las siguientes variables: peso fresco, volumen, porcentaje de semillas negras, contenido de materia seca, acidez titulable y pH. De acuerdo con los mismos, el valor mínimo de sólidos solubles y el porcentaje de semillas negras exigido se alcanzaron durante la semana 21 después de plena floración y la firmeza de pulpa presentaba aún valores superiores al umbral recomendado. El momento óptimo de cosecha correspondió a plena temporada. Los resultados sugieren que la acidez titulable podría constituir otro índice de madurez. El porcentaje de materia seca no sería útil en fruta de plena temporada dado que los incrementos significativos se registran tempranamente. Sin embargo, puede ser útil como índice de calidad. Se plantea la posibilidad de utilizar la relación MS/AT como índice de calidad y de cosecha.

ABSTRACT

Ripening of kiwifruit (*Actinidia deliciosa* (A. Chev.) Liang et Ferguson cv. Hayward) was studied at an orchard located at the south-east of Buenos Aires province in Argentina with the aim of developing ripening and quality indexes and compare them to current standards used in New Zealand and Chile kiwifruit industries. Fruit samples were taken weekly, starting from 13 weeks after full bloom, in order to test the following variables: fresh weight, fruit volume, black seeds percentage, dry matter content, titratable acidity, and pH. Soluble solids content and black seeds percentage thresholds were attained during week 21 after full bloom. At this time, flesh firmness was still higher than the threshold value. Optimum harvest time took place during the season's main harvest time. Results suggest that titratable acidity, which steadily increased during ripening, may be useful for indicating ripeness. Dry matter content may not be useful as a ripening index for main harvest fruit; because significant increases in this variable took place very early. However, dry matter content may still be useful as a quality index. The relationship between dry matter content and titratable acidity is proposed as a quality-harvest index

Palabras clave

kiwi • cosecha • maduración

Keywords

kiwifruit • harvest • ripening

INTRODUCCIÓN

El mercado del kiwi del hemisferio norte está dominado por Nueva Zelanda y Chile, países que aprovechan las condiciones de producción en contraestación. Sobresale Nueva Zelanda por la calidad y presentación de la fruta y la productividad ascendente de sus plantaciones, que la lleva a consolidar su posición exportadora (44).

En general, la fruta primicia es interesante debido a los mayores precios que alcanza en el mercado. Sin embargo, no es aconsejable anticipar demasiado la cosecha para lograr primicia, ya que la calidad que la fruta presente al momento de su comercialización y la duración en almacenaje dependen, en gran medida, del estado de madurez con que fue cosechada (36). La fruta inmadura experimenta deshidratación y nunca desarrolla condiciones sensoriales óptimas (21). Los frutos de Hayward cosechados con bajo contenido de sólidos solubles no se ablandan normalmente y no alcanzan un nivel de sólidos solubles tan elevado como los frutos cosechados con una madurez apropiada, ni desarrollan un buen sabor después del almacenamiento (18).

Se puede definir madurez fisiológica como el estadio en el que un producto ha alcanzado un desarrollo suficiente, tal que después de la cosecha y de su posterior manejo postcosecha su calidad sea al menos la mínima aceptable por el consumidor (37). Crisosto y Crisosto (14), a partir de una evaluación sensorial realizada por consumidores, establecieron el 12,5% de sólidos solubles a madurez de consumo como valor mínimo para kiwis primicia.

En Nueva Zelanda, la empresa Zespri® desarrolló un protocolo de cosecha para kiwis primicia denominado KiwiStart (21, 34). Recientemente en Chile se acordó un programa de aseguramiento de madurez (8), de características similares al anterior. En ambos casos se procura iniciar la cosecha una vez que la fruta se encuentre en su madurez fisiológica y, por ende, que llegue al consumidor con un mínimo de calidad sensorial.

El momento en que el kiwi alcanza la madurez fisiológica varía según la región de cultivo e incluso dentro de una misma región sólo algunas plantaciones y aun áreas dentro de las mismas, están en condiciones de ser cosechadas anticipadamente, situación que varía año a año. Precisamente, los programas de madurez precoz se basan en la subdivisión de las plantaciones en áreas de madurez, las que son muestreadas separadamente (21).

En el curso de su evolución en la planta, una vez que la fruta ha llegado a la madurez fisiológica se encuentra en condiciones de ser cosechada. Para fijar el momento exacto se utilizan los denominados índices de madurez. Éstos se aplican en una muestra representativa, mediante mediciones relativamente simples de parámetros físicos o químicos de sostenida evolución en la fruta (36).

Un índice de madurez debe ser una característica medible capaz de determinar los cambios que experimenta la fruta durante la maduración, por lo que está estrechamente relacionada con el desarrollo y a su vez vinculada con la aceptabilidad y la vida postcosecha del producto. A su vez, un índice de cosecha debe permitir establecer el momento en que un producto tendría que ser cosechado para un propósito en particular (6, 37).

En el kiwi no se observan cambios visibles durante su maduración. La identificación del momento óptimo de cosecha es, por lo tanto, más difícil que en otros frutos (18). Para poder estimar el estado de madurez se recurre principalmente a la determinación del contenido de sólidos solubles o índice refractométrico, y adicionalmente, a la resistencia de la pulpa a la presión (firmeza), la acidez titulable, el porcentaje de materia seca y el porcentaje de semillas negras (21). Cabe señalar que se está evaluando la posibilidad de usar otros índices, tales como los contenidos de almidón y glucosa (29) y el color de pulpa (31).

En situaciones en que se cosecha en plena temporada y, por ello no se llega a aprovechar los altos precios que se suele pagar por la fruta primicia, la competitividad depende fuertemente del logro de una elevada calidad. En Nueva Zelanda, país que goza de prestigio internacional por la calidad de sus kiwis, tradicionalmente la plena cosecha comienza una vez que el promedio de sólidos solubles alcanza un mínimo de 6,2°Brix (21).

La Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa exige una madurez mínima de al menos 6,2°Brix o un promedio de 15% de materia seca (48). En California (USA) se recomienda cosechar con un mínimo de 6,5°Brix (12, 38). En un trabajo realizado por Burdon *et al.* (7), si bien no se detectaron diferencias estadísticamente significativas por la alta variabilidad, la distribución de los datos muestra una tendencia del panel sensorial a mayor aceptación de los kiwis con valores superiores a 16% MS. La materia seca constituye a su vez un parámetro de calidad importante en la programación del almacenaje. Se ha sugerido que aquellos frutos con un nivel de materia seca igual o superior a 16% a cosecha tienen la capacidad de almacenarse durante períodos prolongados (34). Según Zoffoli (53), el mínimo de MS a cosecha debería ser de 16,5%, valor que de acuerdo con los datos obtenidos en su experiencia en Chile, aseguraría el 13% de sólidos solubles finales (a consumo), considerado como valor umbral. Crisosto *et al.* (12) proponen un mínimo de 14% de sólidos solubles finales a fin de asegurar la satisfacción del consumidor.

La empresa Zespri® comercializa gran parte de la producción de kiwi de Nueva Zelanda, que le es suministrada por un conjunto de firmas empacadoras / frigoríficos. El programa "Taste" (kiwi con sabor diferenciado) se basa en la premisa de que el contenido de MS del fruto de kiwi tiene una influencia positiva sobre la preferencia del consumidor (50). Zespri® otorga una bonificación a sus proveedores por la fruta con alto contenido de materia seca, que se traslada a los productores a fin de incentivar la producción de fruta de alta calidad gustativa (21). El programa "Taste" está orientado

principalmente a abastecer a Japón, el mercado que ofrece el mejor retorno, con fruta con alto nivel de materia seca, y concomitantemente logra elevar la calidad de los kiwis destinados a los demás mercados (3).

Se plantea que el desarrollo de los frutos de kiwi cv. Hayward en el sudeste de la provincia de Buenos Aires sigue un patrón característico, y que algunos índices de madurez se adaptarían mejor a su descripción y resultarían por lo tanto más convenientes para monitorear la maduración y determinar el momento oportuno de cosecha.

Se realizó un ensayo con la finalidad de monitorear el desarrollo de frutos del cv. Hayward, definir los índices de madurez más apropiados, describir el proceso de maduración en función de los mismos y comparar los resultados con los estándares vigentes en los principales países productores del Hemisferio Sur.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se llevó a cabo durante la campaña 2008-2009 en una plantación comercial situada en Sierra de Los Padres (Partido General Pueyrredón, 37°55' S - 57°45' O), provincia de Buenos Aires, Argentina.

El cuadro evaluado tenía una superficie de 0,3 ha. Las plantas que lo integraban eran del cv. Hayward, autorradicadas; estaban conducidas en parral a un solo brazo. El marco de plantación era de 5 x 2 m. Se empleó riego por goteo, microaspersión y protección con una cobertura total de malla media sombra. Las plantas se encontraban, al momento de la experiencia, en el 4° verde.

Se practicó polinización con pulverizador manual. A los 16 días después de plena floración (ddpf) se aplicó CPPU (N-2cloro-4 piridil-N-fenylurea) a razón de 5 ppm.

Las muestras de kiwi fueron recolectadas semanalmente, comenzando a las 13 semanas después de plena floración. Se cosecharon frutos con calidad exportable (no se consideraron los extremadamente chicos y los deformes), en concordancia con lo normalizado por el Comité del kiwi (9).

Cada muestra consistió en 20 frutos. El esquema de muestreo se realizó previamente a la ejecución del mismo, de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- Selección de plantas (muestreo al azar): se numeraron las filas y se sortearon aleatoriamente; dentro de cada fila elegida se asignaron las plantas también al azar. De esta manera se aseguró para cada planta del lote igual probabilidad de ser elegida.
- Selección de frutos (muestro sistemático jerarquizado): se asignó sistemáticamente el lado de la planta elegida, el cargador, el lateral y, finalmente, el fruto dentro del racimo (26, 28, 41).

La fruta fue inmediatamente transportada al laboratorio de calidad situado en la Facultad de Ciencias Agrarias de Balcarce (Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina), donde se realizaron las siguientes determinaciones:

En una submuestra de 10 frutos:

- Peso fresco individual: se pesó individualmente cada fruto en balanza granataria.
- Volumen del fruto: se colocó cada fruto, previamente pesado en balanza granataria, dentro de un recipiente lleno de agua, recolectándose el agua desplazada en una probeta graduada de 250 ml de capacidad (figura 1). Una vez retirado del recipiente, el fruto fue secado con papel absorbente.
- Porcentaje de semillas negras: cada fruto fue cortado transversalmente por su parte media y visualmente se contó el número de semillas negras y el número de semillas totales.
- Contenido de materia seca (MS): de cada fruto se extrajo una rodaja de 2 a 3 mm de espesor de la parte ecuatorial. La rodaja debía ser completa, con la piel y las semillas. Se pesó la rodaja en balanza analítica, tarando previamente. Se llevaron las rodajas, dentro de cajas de Petri, a estufa a 65°C hasta peso constante. Una vez secas se volvieron a pesar, calculándose el % MS. Dicha técnica fue puesta a punto previamente de cara al presente ensayo: a la temperatura especificada no se observaron cambios en el peso a partir de las 24 horas en sucesivas pesadas efectuadas a intervalos de 2 horas.



Figura 1. Dispositivo para determinar el volumen del fruto.

Figure 1. Devise used to assess fruit volume.

En otra submuestra de 10 frutos:

- Resistencia de la pulpa a la presión: se extrajeron pequeños discos de piel en caras opuestas del fruto y se introdujo el émbolo (7,9 mm de diámetro) de un presionómetro manual marca Efeggi en la pulpa del fruto. Se registró la fuerza ejercida (kg) para vencer la resistencia de la pulpa en una escala graduada y se promediaron ambos datos.
- Contenido de sólidos solubles (SS): se extrajo el jugo de cada fruto mediante una juguera centrífuga. Se dejó decantar el jugo en un vaso de precipitado, extrayéndose una alícuota con una pipeta y filtrándola a través de papel de filtro colocado en un embudo. Se colocaron una o dos gotas del jugo filtrado en el prisma de un refractómetro manual marca Atago mod. Master con compensación automática de temperatura, leyéndose el % SS en una escala graduada a contraluz.

- pH: sumergiendo un peachímetro manual (previamente calibrado con soluciones buffer pH 4 y 7) directamente en el jugo.
- Acidez titulable (AT): se titularon 5 ml de jugo con OHNa 0,1 N hasta pH 8,2, determinado con peachímetro manual. Se expresó en **% de ácido cítrico = ml OHNa * 0,0064 / 5 ml * 100**

Posteriormente, a partir de los datos obtenidos, se calculó:

- Densidad: el cociente entre la masa y el volumen de cada fruto.
- Peso seco estimado: producto del peso fresco individual por el porcentaje de materia seca.
- Relación MS/AT
- TZG (Taste Zespri® Grade): se calculó como el promedio ponderado entre la proporción de frutos de la muestra correspondiente a cada grado de calidad gustativa y el valor asignado al mismo, de acuerdo con el protocolo Taste de Zespri® (tabla 1). Los valores asignados a los grados de calidad gustativa surgieron de pruebas de evaluación sensorial a nivel de consumidores japoneses, a partir de la relación que se estableció entre aceptabilidad y MS.

Tabla 1. Grados de calidad gustativa según Zespri®.

Table 1. Taste quality grades according to Zespri®.

Rango de MS (%)	Grado de calidad gustativa	Valor del grado
> 14,5	1	0
14,5 a 15,5	2	0,15
15,5 a 16,5	3	0,35
16,5 a 17,5	4	0,50
17,5 a 18,5	5	0,65
18,5 a 19,5	6	0,80
19,5 a 20,5	7	0,90
< 20,5	8	1,00

- Rango de calidad gustativa: se calculó en base al TZG (tabla 2).

Tabla 2. Determinación del rango de calidad gustativa en base al valor de TZG calculado.

Table 2. Assessment of Taste Band on calculated TZG basis.

Rango	TZG
Y	Más de 0,53
T	0,46 - 0,53
M	Estándar mínimo - 0,46

El estándar mínimo corresponde a 14,5 % MS

- Índice de calidad sensorial TZI (Taste Zespri Index) = $(MS - 14,5) / DE$
donde DE = desvío estándar.

Los datos se representaron en gráficos de caja ("box-plots") en función del tiempo, expresado este último en semanas después de plena floración (s.d.p.f.). Cada caja indica el intervalo de variación del 50% de los datos centrales de la distribución. La caja se divide en dos partes, la línea divisoria corresponde a la mediana. Entre los valores extremos se encuentra el 95% de los datos.

Los datos fueron analizados mediante el procedimiento GLM (40). Las medias aritméticas por fecha de muestreo se compararon por la prueba de Duncan (5%). El porcentaje de semillas negras fue transformado a arcoseno previamente al análisis de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Bajo las condiciones de la presente experiencia, la evolución del peso fresco de los frutos individuales mostró una tendencia doble sigmoidea (figura 2).

Existen controversias acerca de la forma de la curva de crecimiento del fruto de kiwi, habiéndose presentado curvas simple y doble sigmoides, e incluso triple sigmoides (17). Según Razeto (36), los kiwis crecen siguiendo una curva doble sigmoide, como otras bayas (uva, arándano) y drupas (durazno, damasco, cereza, ciruela). Aproximadamente en la mitad del período de crecimiento el incremento de tamaño disminuye considerablemente e incluso se detiene durante un lapso variable, reanudándose posteriormente (36).

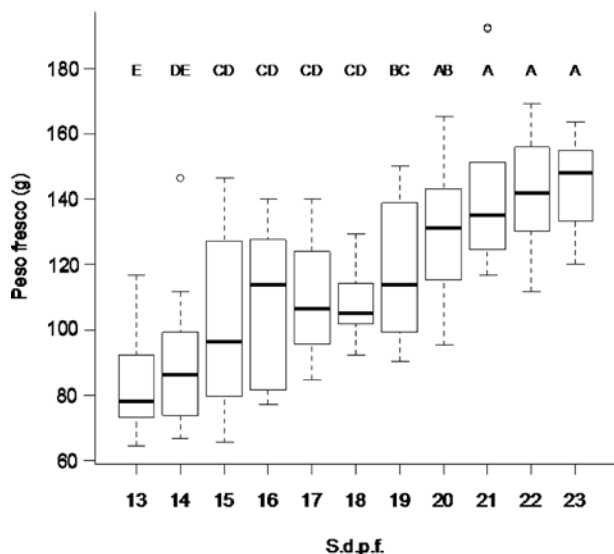


Figura 2. Gráfico de cajas correspondiente al peso fresco de frutos individuales en función de las semanas después de plena floración (s.d.p.f.).
Figure 2. Box-plot corresponding to fresh weight of individual fruits as a function of weeks after full bloom (s.d.p.f.).

La fruta con calidad exportable muestreada en el presente ensayo alcanzó, a cosecha comercial, calibres inferiores a 30 en su mayoría, de acuerdo con la escala empleada por Copefruit (11). La media aritmética de peso fresco individual fue de 144 g (calibre 23) para las 3 últimas fechas de cosecha (figura 2, pág. 59).

La expansión celular y el crecimiento del fruto pueden continuar después de que se alcanzó la madurez (fisiológica) de cosecha (18). En una experiencia realizada en Córdoba se logró un mayor tamaño de los frutos de Hayward a medida que se atrasó la fecha de cosecha (30).

En la presente experiencia, el gran tamaño de los frutos pudo deberse, en parte, al aumento en la relación hoja : fruto (42) ocasionado por una intensa y extensa helada que se produjo en 7-8/10/2008. Sin embargo, la aplicación de CPPU, un derivado de la difenilurea con actividad de citoquinina (18), pudo haber sido la principal causa del aumento de tamaño registrado. En general, la aplicación de CPPU en kiwi permite un marcado incremento en el crecimiento del fruto, lográndose categorías superiores de tamaño (10, 33), particularmente cuando es efectuada precozmente, entre las 2 (2, 5) y 3 s.d.p.f. (23), como en este caso.

Como en el caso del peso fresco, el volumen también mostró una tendencia doble sigmoidea (figura 3), a partir de la semana 13 d.p.f., en la que comenzó el muestreo. Pratt y Reid (35), al considerar el ciclo completo de desarrollo del fruto, observaron una tendencia triple sigmoidea.

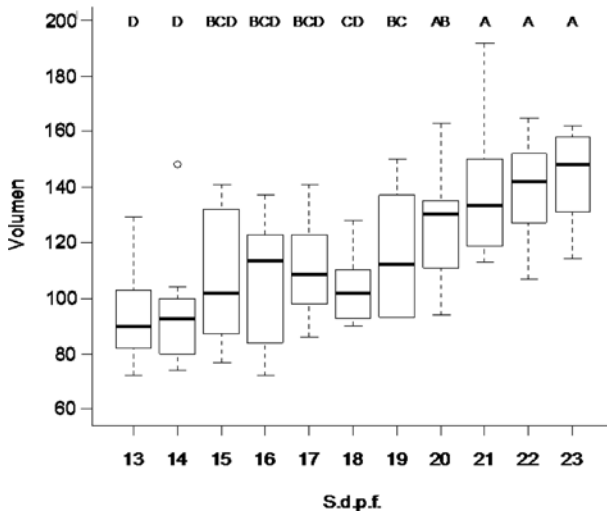


Figura 3.

Gráfico de cajas correspondiente al volumen de frutos individuales en función de las semanas después de plena floración (s.d.p.f.).

Figure 3.

Box-plot corresponding to volume of individual fruits as a function of weeks after full bloom (s.d.p.f.).

Letras distintas indican diferencias significativas entre semanas (Duncan, $p < 0,05$).

Por su parte, Godoy *et al.* (19) ajustaron funciones cuadráticas al volumen estimado de frutos en función del tiempo, desde las 7 s.d.p.f. hasta la cosecha comercial (6,2°Brix, durante la semana 24 d.p.f.). Durante el último tramo los frutos siguieron creciendo, aunque a tasa menor. Seguramente, un modelo sigmoideo simple explicaría estos resultados en forma más conveniente desde un punto de vista biológico.

La evolución del peso seco (figura 4) mostró una fase II definida ($p < 0,05$), similar a la que se observó para peso fresco (figura 2, pág. 59). Han y Kawabata (22) también determinaron que la acumulación de peso seco en frutos de Hayward siguió una curva doble sigmoidea, aunque no fue tan definida como la correspondiente a peso fresco. El agua habría sido la principal responsable del incremento de tamaño que se produce al inicio de la última fase. Esta situación no se presenta en este caso.

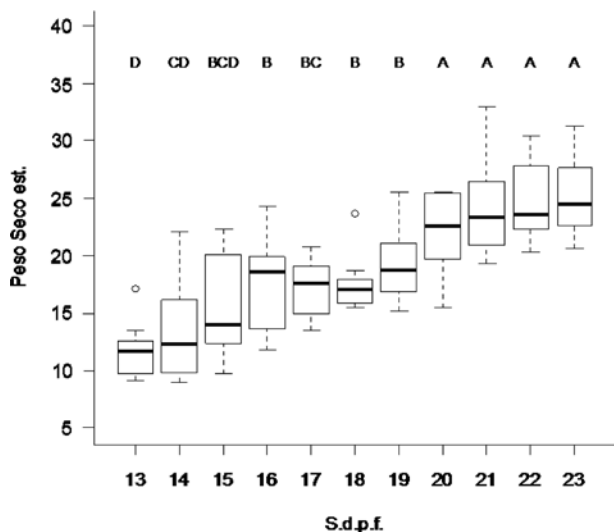


Figura 4. Gráfico de cajas correspondiente al peso seco estimado de frutos individuales en función de las semanas después de plena floración (s.d.p.f.).

Figure 4. Box-plot corresponding to estimate dry weight of individual fruits as a function of weeks after full bloom (s.d.p.f.).

Letras distintas indican diferencias significativas entre semanas (Duncan, $p < 0,05$).

Según Agustí (1), en general, a los frutos más grandes les llega, proporcionalmente, mayor cantidad de agua que de materia seca. Es decir que las variaciones en tamaño detectadas entre los frutos de una misma planta deberían ser consecuencia de las relaciones hídricas que la planta establece con cada fruto. Woodward y Clearwater (51) llevaron adelante un relevamiento en el que establecieron que no existe una relación consistente entre el tamaño del fruto y el contenido de MS. Sin embargo, con bastante frecuencia, determinaron que dentro de un mismo lote la MS estuvo positivamente correlacionada con el tamaño del fruto.

En el presente trabajo no se detectaron diferencias significativas ($p < 0,46$) en densidad de frutos entre las distintas fechas de muestreo. La posibilidad de emplear la densidad como índice de madurez se planteó a partir de un relevamiento realizado en Nueva Zelanda, en el que se observó un marcado aumento de la densidad con el transcurso del tiempo (24).

Es de esperar que la expansión de las células isodiamétricas parenquimáticas, inducida por la aplicación de CPPU (33) haya estado acompañada por un incremento de los espacios intercelulares. En condiciones normales los espacios aéreos constituyen un aspecto importante del crecimiento del fruto. Se sabe que cuanto más grande sea el fruto menor será la densidad del mismo (16). La distribución de calibres

inducida por este regulador de crecimiento privilegió la fruta de gran tamaño. El mayor volumen de aire contenido en frutos de mayor tamaño habría influido negativamente sobre la densidad. En el mencionado caso del relevamiento neozelandés, la densidad acompañó el incremento de MS (24). Bajo las condiciones del presente trabajo dicha relación podría haber sido enmascarada por el incremento de los espacios intercelulares. Es probable que la madurez fisiológica, y por lo tanto la cosecha, haya tenido lugar precozmente en las condiciones neozelandesas, cuando el incremento de MS (asumiendo un patrón sigmoideo) era más marcado y por lo tanto la relación con la densidad más definida.

El programa neozelandés KiwiStart requiere el 97% de semillas negras para habilitar la cosecha de fruta primicia hasta la semana 19 d.p.f. inclusive. Este valor se logró recién durante la semana 20.

El Comité del kiwi chileno (8) exige el 100% de semillas negras para iniciar la cosecha de plena temporada. En este caso la mediana de 100% se alcanzó durante la semana 21 (figura 5).

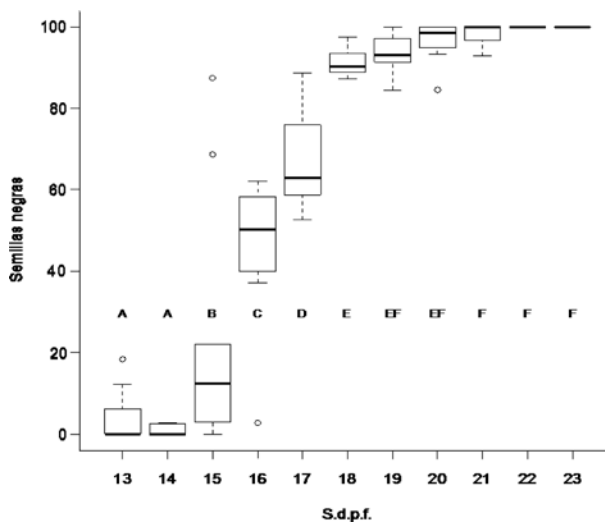


Figura 5.

Gráfico de cajas correspondiente al porcentaje de semillas negras de frutos individuales en función de las semanas después de plena floración (s.d.p.f.).

Figure 5. Box-plot corresponding to percentage black seeds as a function of weeks after full bloom (s.d.p.f.).

Letras distintas indican diferencias significativas entre semanas (Duncan, $p < 0,05$).

El % de MS experimentó cambios con el tiempo ($p < 0,0001$). El mayor incremento se registró durante las semanas 14, 15 y 16 ($p < 0,05$). Durante las últimas semanas de maduración no se detectó una variación significativa ($p < 0,05$), lo que indica una baja aptitud de este parámetro como predictor de la madurez de la fruta de plena temporada (figura 6, pág. 63). La curva estándar de acumulación de MS ajustada para las condiciones de Nueva Zelanda muestra un rápido incremento hasta la semana 16, seguido por una tasa menor (27). En Italia, bajo ciertas condiciones de cultivo, no se han registrado cambios significativos en el contenido de MS, que habiliten la utilización de esta variable para la determinación del estado de madurez (34).

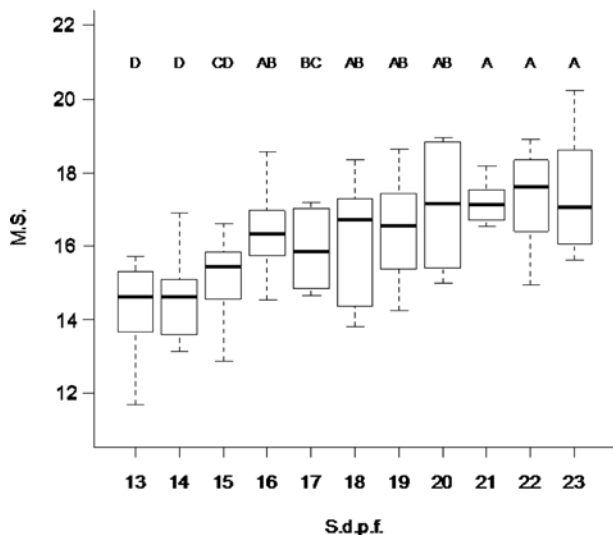


Figura 6. Gráfico de cajas correspondiente al contenido de materia seca (%) de frutos individuales en función de las semanas después de plena floración (s.d.p.f.).

Figure 6. Box-plot corresponding to dry matter content (%) as a function of weeks after full bloom (s.d.p.f.).

Letras distintas indican diferencias significativas entre semanas (Duncan, $p < 0,05$).

En general, el contenido de MS constituye un índice de calidad sensorial. La NS-comprende sólidos solubles (mayoritariamente azúcares) y sólidos insolubles (principalmente carbohidratos estructurales y almidón). Por lo tanto, la materia seca puede ser considerada como un indicador de los carbohidratos totales del fruto, de los cuales a cosecha, entre el 40 - 70 % es almidón. Durante la maduración, el almidón es convertido en azúcares solubles. El valor de MS a madurez de cosecha puede ser vinculado con el contenido de sólidos solubles en el fruto a madurez de consumo, por lo que la MS a cosecha suele reflejar la calidad gustativa a consumo (7).

Los kiwis cv. Hayward pueden tener a cosecha aproximadamente un porcentaje de MS en el rango de 12 - 20% del peso fresco. En Nueva Zelanda la mayoría de los frutos presenta entre 14 - 17%. La MS puede variar en mayor o menor proporción dependiendo del área de cultivo, la temporada, la densidad de plantación, el sistema de conducción y el manejo de la canopia, entre otros factores (7, 27, 43, 45). En el lote evaluado, el promedio de las últimas fechas, que no difirieron estadísticamente entre sí ($p < 0,05$), fue de 16,95% MS.

Aunque en constante disminución ($p < 0,05$), la firmeza se mantuvo en un buen nivel, llegando a la semana 21 con un promedio de 8,7 kg (figura 7, pág. 64). En Nueva Zelanda, en plena cosecha (20 - 22 semanas d.p.f.), la fruta suele presentar una firmeza de 6 a 9 kg (18). En las semanas 22 y 23, si bien el promedio siguió superando los 8 kg, aparecieron frutos cuya firmeza se situó por debajo del valor umbral recomendado por Crisosto y Kader (13), de 6,5 kg (14 lb). La variabilidad en firmeza para kiwis de plena temporada (semanas 21 a 23 d.p.f.) fue de 1,2 kg.

La firmeza es un importante atributo de calidad que ha sido vinculada con el comportamiento del fruto en almacenaje y se considera el principal indicador de madurez de consumo del kiwi (49).

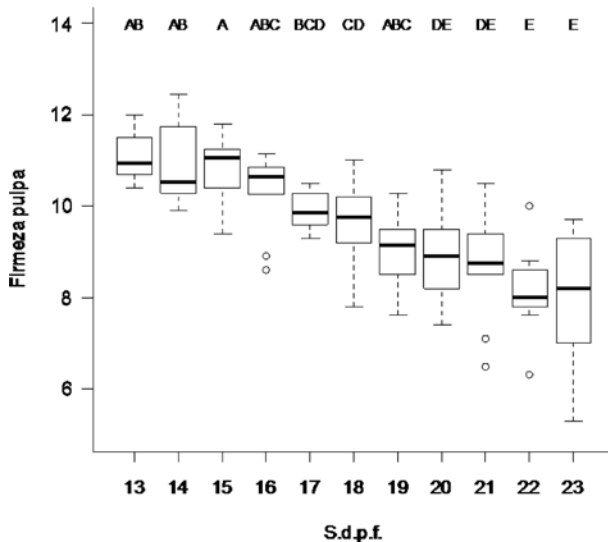


Figura 7.

Gráfico de cajas correspondiente a la firmeza de la pulpa de frutos individuales en función de las semanas después de plena floración (s.d.p.f.).

Figure 7.

Box-plot corresponding to flesh firmness of individual fruits as a function of weeks after full bloom (s.d.p.f.).

Letras distintas indican diferencias significativas entre semanas (Duncan, $p < 0,05$).

Sin embargo, la utilidad de la firmeza como índice de cosecha ha sido cuestionada, por dos motivos: no se correlaciona mayormente con la calidad sensorial al momento del consumo y varía demasiado entre temporadas (18, 37).

Traversaro *et al.* (46) encontraron que la firmeza de la pulpa medida en planta está relacionada con las condiciones climáticas del año en estudio y con las técnicas culturales aplicadas.

Tal como lo expresaron Pailly *et al.* (32), la evolución de los SS durante la maduración dependió básicamente de la fecha ($p < 0,0001$), siguiendo una tendencia sigmoidea (figura 8, pág. 65), demostrando una vez más que se trata de un fenómeno estable en la vida de los frutos. Sin embargo, la forma de esta curva puede variar considerablemente de año a año, siendo modificada por la temperatura media del aire y las precipitaciones (32). Salinger *et al.* (39) encontraron que a partir del 5% la tasa de incremento en SS es inversamente proporcional al descenso térmico. Las lluvias provocan la dilución de los sólidos solubles (17).

En Nueva Zelanda para kiwi cv. Hayward se ha determinado que las precipitaciones después de enero suelen ocasionar un retraso en llegar al 5% SS, habiéndose encontrado una relación significativa entre la sumatoria de los mm de lluvia caídos y la tasa de SS (39).

El contenido de sólidos solubles es el índice de cosecha por excelencia en el kiwi. El almidón se acumula durante el desarrollo del fruto y se hidroliza posteriormente a SS. En el jugo de kiwi hay una correlación estrecha entre el contenido de SS y el nivel de azúcares, de modo que el índice refractométrico del jugo refleja apropiadamente el contenido de azúcares solubles del fruto (18).

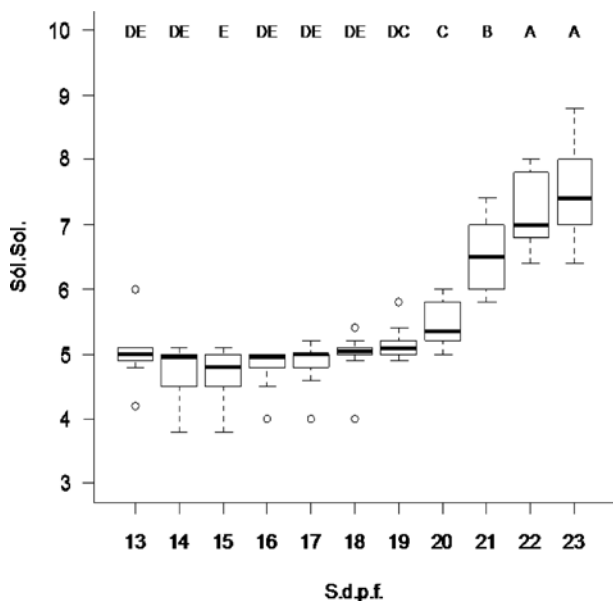


Figura 8. Gráfico de cajas correspondiente al contenido de sólidos solubles (%) de frutos individuales en función de las semanas después de plena floración (s.d.p.f.).

Figure 8. Box-plot corresponding to soluble solids content (%) of individual fruits as a function of weeks after full bloom (s.d.p.f.).

Letras distintas indican diferencias significativas entre semanas (Duncan, $p < 0,05$).

En principio, para el hemisferio sur se pueden considerar kiwis primicia aquellos cosechados hasta fin de marzo (eventualmente inicio de abril) y los de plena temporada desde principios de abril hasta principios de mayo. En cada región de cultivo los períodos de cosecha suelen expresarse en términos de s.d.p.f. en lugar de emplear fechas calendario. A tal efecto se necesita contar con información de varias campañas. En el caso de peras y manzanas en el Alto Valle del Río Negro se emplea un calendario tentativo de cosecha, confeccionado sobre la base histórica de datos de edad del fruto (4).

El mínimo de 5,5°Brix promedio exigido por el protocolo chileno (8) recién se alcanzó durante la semana 21, entre el 7 y el 14 de abril, por lo que no se estuvo en condiciones de cosechar kiwis tempranos de acuerdo con el citado estándar. Los resultados obtenidos, si bien preliminares, dan la pauta de que, en el sudeste bonaerense, en general, y tal como ha sido observado en otras frutas (20, 52), el kiwi cv. Hayward alcanzaría su madurez de cosecha en plena temporada, sin perjuicio de que ciertas áreas de madurez, en determinados años, puedan ser cosechadas en forma relativamente temprana. Hay que tener en cuenta que en Argentina, en lo que respecta a Hayward, otras regiones como el centro de Córdoba y el norte de la provincia de Buenos Aires presentan mejores condiciones para la producción de fruta primicia.

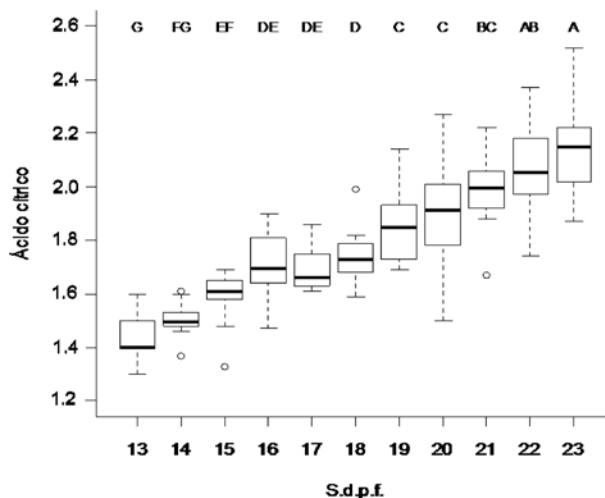
Con referencia al momento óptimo de cosecha de plena temporada, el Comité del kiwi (8) establece que debiera iniciarse una vez que los kiwis promedien al menos 5,8°Brix y no más del 10% de la muestra se encuentre por debajo de 5,3°Brix. Al término de la semana 20 el promedio fue de 5,45°Brix, con el 50% de los frutos por debajo de 5,3°Brix. Al no cumplirse dicho requisito, el Comité del kiwi (8), coincidentemente

con el programa KiwiStart, indican que la cosecha debiera comenzar una vez que la muestra promedie $6,2^{\circ}\text{Brix}$ y no más del 10% de los frutos presenten valores inferiores a $5,8^{\circ}\text{Brix}$. Durante la semana 21 todos los kiwis muestreados alcanzaron y/o superaron dicho umbral. Si se considera el promedio de $6,2^{\circ}\text{Brix}$ exigido por la Comisión Económica de las Naciones Unidas para Europa (48), el inicio de cosecha también correspondería a la semana 21 d.p.f.

La variabilidad aumentó con el tiempo, desde un desvío estándar promedio de $0,42^{\circ}\text{Brix}$ para fruta temprana hasta $0,62^{\circ}\text{Brix}$ para fruta de plena temporada. Esta variación debería tenerse en cuenta para el establecimiento de umbrales de cosecha en la región.

Se determinó que la AT se modifica con el transcurso del tiempo ($p < 0,0001$), a una tasa constante, lo que posibilitaría su utilización como índice de madurez. Sin embargo, la variabilidad ejercida por otros factores tales como la carga frutal, las condiciones climáticas (6) y la densidad de plantación (47) sugiere la necesidad de contar con información de sucesivas temporadas, diferentes ambientes, diseños de plantación y manejo para confirmarlo.

El fruto acumula ácidos orgánicos durante su crecimiento para producir la acidez característica del kiwi Hayward (25). La acidez titulable es una medida del contenido total de ácidos orgánicos. A cosecha el kiwi presenta 0,9 a 2,5% de acidez titulable, representada por 40-50% de ácido cítrico, 40-50% de ácido quínico y 10% de ácido málico (25). Se ha observado que la acidez titulable se incrementa en forma sostenida desde un valor inicial de 0,4% hasta 1,9% a las 19 semanas (18). Este último valor es coincidente con el determinado en las condiciones del presente trabajo (figura 9).



Letras distintas indican diferencias significativas entre semanas (Duncan, $p < 0,05$).

Figura 9.

Gráfico de cajas correspondiente a la acidez titulable (% ácido cítrico) de frutos individuales en función de las semanas después de plena floración (s.d.p.f.).

Figure 9.

Box-plot corresponding to titratable acidity (% citric acid) of individual fruits as a function of weeks after full bloom (s.d.p.f.).

En lo que respecta al pH tiende a aumentar en un principio (figura 10, pág. 67), para finalmente mantenerse constante a partir de la semana 19 ($p < 0,05$), por lo que no ofrecería utilidad como índice de cosecha para kiwis de plena temporada.

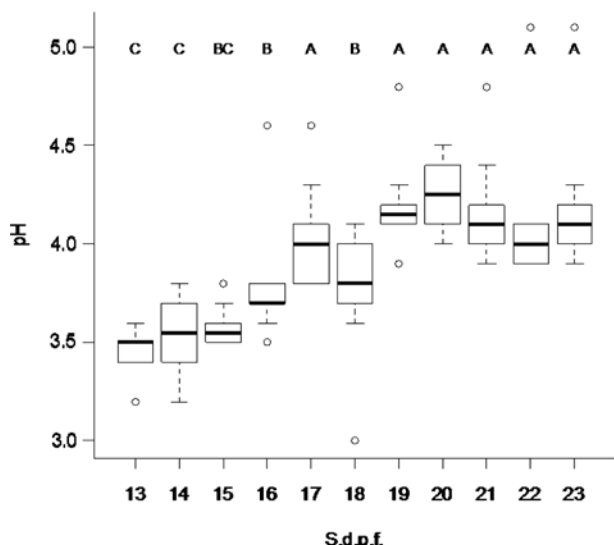


Figura 10.

Gráfico de cajas correspondiente al pH del jugo en función de las semanas después de plena floración (s.d.p.f.).

Figure 10.

Box-plot corresponding to juice pH of individual fruits as a function of weeks after full bloom (s.d.p.f.).

Letras distintas indican diferencias significativas entre semanas (Duncan, $p < 0,05$).

Se calculó la relación MS/AT como indicadora del balance azúcares : ácidos al consumo (25).

La preferencia del consumidor por el kiwi está determinada principalmente por el equilibrio entre azúcares y ácidos (25). Como una gran proporción de la MS a cosecha es almidón más sólidos solubles, este valor de materia seca puede vincularse con el contenido de sólidos solubles que estará presente en el fruto sensorialmente maduro (7). La relación MS/AT así planteada se presenta como un potencial índice de calidad.

En la figura 11 (pág. 68) se observa una tendencia decreciente sostenida en la relación MS/AT a lo largo del período de maduración, por lo que sería interesante evaluar esta relación también como posible índice de cosecha. Quedaría por definir el valor que corresponde a un balance apropiado desde el punto de vista sensorial.

Partiendo de la premisa de que la fruta de mayor calidad gustativa es la que madura naturalmente en la planta, los valores bajos estarían reflejando mayor aceptabilidad por parte del consumidor y marcando la conveniencia de demorar la cosecha desde este punto de vista.

Se calcularon los grados de calidad sensorial de acuerdo con el protocolo "Taste" de Zespri® (tabla 1, pág. 58). En Nueva Zelanda la bonificación que recibe el productor es mayor a medida que se incrementa el porcentaje de materia seca en la muestra (21). Para el cálculo de la bonificación se emplea un precio máximo teórico multiplicado por el TZG del cultivo, determinado por área de madurez (3).

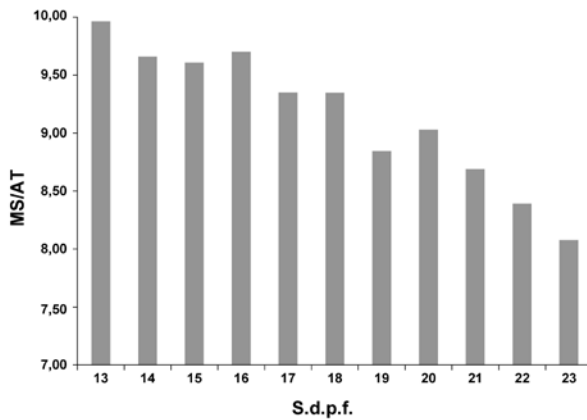


Figura 11.
Relación MS/AT en función de las semanas después de plena floración (s.d.p.f.).

Figure 11.
DM/TA ratio as a function of weeks after full bloom (s.d.p.f.).

El valor de TZG ponderado fue 0,67 (tabla 3), resultando superior al promedio de Nueva Zelanda en 2008, de 0,52 (43).

Tabla 3. Grados de calidad gustativa TZG calculados para una muestra compuesta cosechada a partir de los 6,2°Brix.

Table 3. Taste Zespri Grades (TZG) from a composite sample harvested above 6.2°Brix threshold.

Grado	Proporción de frutos	TZG
1	0	0
2	0	0
3	0,03	0,01
4	0,23	0,12
5	0,33	0,21
6	0,23	0,18
7	0,13	0,12
8	0,03	0,03
		0,67

Tomando como base los TZG se determinó el rango de calidad sensorial (Taste band), de acuerdo con Zespri® (tabla 2, pág. 58). La identificación de la fruta con la letra correspondiente al rango se realiza con fines de inventario a nivel de empaque. En los esquineros de los pallets se adhieren etiquetas con las letras Y, T o M, según corresponda. A la fruta cosechada en el marco de la presente experiencia le correspondería la banda Y.

Se calculó el índice de calidad sensorial propiamente dicho, denominado por Zespri® TZI (Taste Zespri Index), que considera el promedio de MS de la muestra y su homogeneidad: sólo los lotes con un valor de TZI > 1 se consideran aptos para su comercialización. En la figura 12 (pág. 69) se observa que el lote evaluado alcanzó el valor mínimo requerido tempranamente.

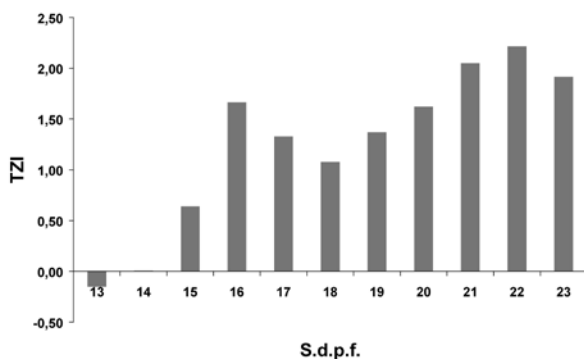


Figura 12.

Evolución del índice de calidad gustativa TZI en función de las semanas después de plena floración (s.d.p.f.).

Figure 12.

Evolution of the Taste Zespri Index (TZI) as a function of weeks after full bloom (s.d.p.f.).

De acuerdo con Razeto (36), es conveniente recurrir simultáneamente a distintos indicadores de madurez, con el fin de precisar mejor el momento en que se debe iniciar la cosecha. Para implementar un programa regional de madurez es necesario, como primer paso, la definición de los índices de madurez, con el objetivo de determinar la fecha de cosecha de acuerdo con la evolución de la maduración de la fruta durante cada temporada y de esta manera garantizar su calidad (15).

Un programa regional de madurez se basa en el muestreo periódico de varias plantaciones. La información suministrada por los análisis físico-químicos de los frutos muestreados permite pronosticar la fecha oportuna de cosecha con algunos días de anticipación y facilitar la organización del trabajo en el campo, en el empaque y en el frigorífico, como así también delinear las estrategias para la comercialización (4).

CONCLUSIONES

La exigencia de los estándares de Nueva Zelanda y Chile para un mínimo de sólidos solubles se cumplió durante la semana 21 d.p.f., correspondiente a plena temporada. También durante esta semana se logró la totalidad de semillas negras, sin que la firmeza hubiera caído por debajo del umbral.

Los valores relativamente elevados de MS y AT, cuando se cosecha en plena temporada, dan cuenta de una elevada calidad de la fruta en términos de sabor.

De confirmarse estos resultados en sucesivas evaluaciones, debería apuntarse a una cosecha de media temporada, con producción de fruta de alta calidad gustativa.

La MS no brindaría utilidad como índice de madurez para fruta de plena temporada, ya que los cambios se registran tempranamente.

Sería interesante evaluar la consistencia de la AT como índice, dado el sostenido aumento que experimentó con el paso del tiempo.

Se plantea la posibilidad de utilizar la relación MS/AT como índice de calidad y de cosecha.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agustí, M. 2000. Crecimiento y maduración del fruto. En: Azcón-Bieto, J. y M. Talón. Fundamentos de fisiología Vegetal. McGraw-Hill-Interamericana, Madrid, pp. 419-433.
2. Antognozzi, E.; Famiani, F.; Palliotti, A.; Tombesi, A. 1993. Effects of CPPU (cytokinin) on kiwifruit productivity. *Acta Hort. (ISHS)* 329: 150-152.
3. Apata. 2008. Explaining the payment system -"Taste". Apata kiwifruit update July 2008. [en línea] <<http://www.apata.co.nz>> [consulta: 25/6/09].
4. Benítez, C. 2005. Maduración y cosecha de los frutos. En: Benítez, C.; Castro, H. R.; Ricca, A. P.; Vaudagna, S. R. (eds.). Peras y manzanas: factores que afectan la calidad de los frutos. INTA. 394 p.
5. Biasi, R.; Costa, G.; Giuliani, R.; Succi, F.; Sansavini, S. 1992. Effects of CPPU on kiwifruit performance. *Acta Hort. (ISHS)* 297: 367-374
6. 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 Biology and Technology* 34: 245-255.
7. Brovelli, E. A.; Brecht, J. K.; Sherman, W. B. 1998. Potential maturity indices and development aspects of melting-flesh and nonmelting-flesh peach genotypes for the fresh market. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123(3): 438-444.
8. Comité del kiwi. 2009. Circular N° 01 [en línea] <<http://www.fedefruta.cl>> [consulta: 4/5/09]
9. _____. 2009. Procedimientos. Programa de aseguramiento de madurez del kiwi chileno. Procedimiento de muestreo de huerto [en línea] <<http://www.asoex.cl>> [consulta: 27/4/09].
10. Cooper, T.; González, L.; Retamales, J. 2008. Effects of CPPU on quality and postharvest life of kiwifruit. *Acta Hort. (ISHS)* 796: 167-171.
11. Copefruit. 2006. Kiwis [en línea] <<http://www.copefruit.cl>> [consulta: 6/5/09].
12. Crisosto, C. H.; Crisosto, G. M. 2001. Understanding consumer acceptance of early harvested "Hayward" kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology* 22: 205-213.
13. _____.; Kader, A. A. 1999. Kiwifruit: Postharvest quality maintenance guidelines [en línea] <<http://www.uckac.edu/postharv>> [consulta: 6/5/09].
14. _____.; Garner, D.; Crisosto, G. M.; Kaprielian, R. 1997. Kiwifruit preconditioning protocol. *Acta Hort. (ISHS)* 444(2): 555-559.
15. Di Masi, S.; Gomila, T. 2005. Programa regional de madurez en los valles irrigados de la Norpatagonia. 28° Congreso Argentino de Horticultura, General Roca, Río Negro, 6 al 8 de septiembre de 2005.
16. Faust, M. 1989. Physiology of temperate zone fruit trees. John Wiley & sons, New York. 338 p.
17. Gallego, P. P.; Martínez, A.; Zarra, I. 1997. Analysis of the growth kinetics of fruits of *Actinidia deliciosa*. *Biologia Plantarum* 39(4): 615-622.
18. Given, N.K. 1993. Kiwifruit. In: Seymour G. B.; J. E. Taylor; G. A. Tucker. Biochemistry of fruit ripening, Chapman & Hall, p. 235-254.
19. Godoy, C.; Álvarez, B.; López, I.; Said, M. 2008. Kiwi ¿Cuándo cosecharlo? *Visión Rural (INTA)* 74: 41 - 44.
20. _____.; Arpaia, R.; Tognetti, J. 2002. Raleo de frutos en kiwi. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, UNCuyo.* 34(2): 107-115.
21. _____.; Garaíta Artza, U.; Tognetti, J. 2005. Comportamiento fenológico de dos cultivares de arándano alto en el sudeste bonaerense. *Revista de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.* 25(3): 217-225.
22. Han, S. H.; Kawabata, S. 2002. Changes in carbohydrate and water contents of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) during growth. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 71(3): 322-327.

23. Iwahori, S.; Tominaga, S.; Yamasaki, T. 1988. Stimulation of fruit growth of kiwifruit, *Actinidia chinensis* Planch., by N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea, a diphenylurea-derivative cytokinin. *Scientia Horticulturae* 35:109-115.
24. Jordan, R. B.; Walton, E. F.; Klages, K. U.; Seelye, R. J. 2000. Postharvest fruit density as an indicator of dry matter and ripened soluble solids of kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology* 20: 163-173.
25. Marsh, K.; Attanayake, S.; Walker, S.; Gunson, A.; Boldingh, H.; Macrae, E. 2004. Acidity and taste in kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology* 32: 159-168.
26. Max, S.; Woodward, T. 2008. Brix testing using a refractometer. *KiwiTech Bulletin* 48.
27. _____; T. Woodward. 2008. Estimation of fruit dry matter content. *KiwiTech Bulletin* 47.
28. Miles, D. B.; Smith, G. S.; Miller, S. A. 1996. Within plant sampling procedures - Fruit variation in kiwifruit vines. *Annals of Botany* 78: 289-294.
29. Ontivero Urquiza, M.; Altube, H.; Belizán, A.; Wunderlin, D. 2004. Evolución del contenido de glucosa y almidón en frutos de kiwi (*Actinidia deliciosa* (A. chev.) Liang et Ferguson) durante maduración para definir el momento óptimo de cosecha. 27° Congreso Argentino de Horticultura, Merlo, San Luis, 21 al 24 de septiembre de 2004.
30. _____; Altube, H. 2007. Evolución del tamaño de fruto de kiwi (*Actinidia deliciosa* (A. chev.) Liang et Ferguson) durante maduración. 30° Congreso Argentino de Horticultura, La Plata, 25 al 28 de septiembre de 2007.
31. _____; Altube, H. 2008. Estudio preliminar de las variaciones del color de pulpa en frutos de kiwi (*Actinidia deliciosa* (A. chev.) Liang et Ferguson) durante la maduración en Córdoba, Argentina. 31° Congreso Argentino de Horticultura, Mar del Plata, 30 de septiembre al 3 de octubre de 2008.
32. Pailly, O.; Habib, R.; Delecolle, R. 1995. Effect of soil and climate conditions on soluble solids evolution during maturation of kiwifruit. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 23: 145-153.
33. Patterson, K. J.; Mason, K. A.; Gould, K. S. 1993. Effects of CPPU (N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea) on fruit growth, maturity, and storage quality of kiwifruit. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 21: 253-261.
34. Peano, C.; Reita, G.; Giuggioli, N. 2007. La fase post-raccolta comincia con la determinazione dei parametri di qualità. *Frutticoltura*. 49(11): 30-35.
35. Pratt, H. K.; Reid, M. S. 1974. Chinese gooseberry: seasonal patterns in fruit growth and maturation, ripening, respiration and the role of ethylene. *J. Sci. Fd. Agric.* 25: 747-757.
36. Razeto, B. 1992. Para entender la fruticultura. *Vivarium*, Santiago, Chile. 303 p.
37. Reid, M.S. 1992. Maturation and maturity indices. In: Kader, A. (ed.). *Postharvest technology of horticultural crops* (2nd ed.), publication 3311, University of California, p. 21-28.
38. Ritenour, M. A.; Crisosto, C. H.; Garner, D. T.; Cheng, G. W.; Zoffoli, J. P. 1999. Temperature, length of cold storage and maturity influence the ripening rate of ethylene-preconditioned kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology* 15: 107-115.
39. Salinger, M. J.; Kenny, G. J.; Morley-Bunker, M. J. 1993. Climate and kiwifruit cv. Hayward. 1. Influences on development and growth. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 21: 235-245.
40. SAS. 2001. *SAS/STAT user's guide*; version 8.2. SAS Institute, Cary, N.C., USA.
41. Smith, G. S.; Gravett, I. M.; Edwards, C. M.; Curtis, J. P.; Buwalda, J. G. 1994. Spatial analysis of the canopy of kiwifruit vines as it relates to the physical, chemical and postharvest attributes of the fruit. *Annals of Botany* 73: 99-111.
42. Snelgar, W. P.; Thorp, T. G.; Patterson, K. J. 1986. Optimal leaf:fruit ratios for fruit growth in kiwifruit. *Acta Hort.* (ISHS) 175:115-120

43. Spark, S. 2008. Enhancement of dry matter in Nelson kiwifruit, final report [en línea] <<http://www.maf.govt.nz>> [consulta: 6/5/09].
44. Tapia, I. L.; Cooper, C. T. 2006. Evaluación de la competitividad del kiwi neozelandés y chileno en el mercado de EE.UU. entre los años 1994-2004. IDESIA (Chile) 24(3): 27-31.
45. Torres, R.; Traversaro, M.; Rodríguez, M.; Urrutia, M. 2007. Tenor de sustancia seca en la cosecha de frutos de kiwi (*Actinidia deliciosa*) conducidos con distintas técnicas culturales. 30° Congreso Argentino de Horticultura, La Plata, 25 al 28 de septiembre de 2007.
46. Traversaro, M.; Torres, R.; Rodríguez, M.; Urrutia, M. 2007. Calibre y firmeza de pulpa en frutos de kiwi (*Actinidia deliciosa*) variedad "Hayward". 30° Congreso Argentino de Horticultura, La Plata, 25 al 28 de septiembre de 2007.
47. _____; Torres, R.; Rodríguez, M.; Urrutia, M. 2007. Efectos de diferentes tratamientos culturales sobre parámetros que inciden en la calidad gustativa en frutos de kiwi (*Actinidia deliciosa*). 30° Congreso Argentino de Horticultura, La Plata, 25 al 28 de septiembre de 2007.
48. UNECE. 2008 ed. UNECE Standard FFV-46. Kiwifruit. [en línea] <<http://www.unece.org>> [consulta: 15/6/09]
49. Woodward, T. J. 2006. Relationships between fruit quality characteristics. In: Variation in 'Hayward' kiwifruit quality characteristics. Doctoral thesis dissertation. University of Waikato, New Zealand [en línea]<<http://adt.waikato.ac.nz>> [consulta: 6/5/09].
50. _____. 2007. Taste, dry matter & brix. KiwiTech Bulletin 45.
51. _____; M. J. Clearwater. 2008. Relationships between 'Hayward' kiwifruit weight and dry matter content. Postharvest Biology and Technology 48: 378-382.
52. Yommi, A.; Godoy, C.; Horvitz, S. López Camelo, A.F. 2002. Evolución de la calidad durante el crecimiento y maduración organoléptica en cerezas 'New Star', 'Lapins' y 'Sweetheart'. Boletín Técnico (INTA) N° 154.
53. Zoffoli, J. P. 2005. Madurez de cosecha de kiwi. Pontificia Universidad Católica de Chile [en línea] <http://www.asoex.cl> [consulta: 23/10/06]

Agradecimientos

A J. Impini por los aportes realizados desde la experiencia obtenida en su estancia en Nueva Zelanda.

A J. Tognetti por las sugerencias tras la lectura exhaustiva del manuscrito.