

# Relación entre la madurez fisiológica y la madurez comercial de frutos de kiwi 'Hayward' producidos en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina)

## Relationship between physiological maturity and commercial maturity of kiwifruit 'Hayward' growing at the South-East of Buenos Aires province (Argentina)

Carlos Godoy, Claudia Dome

Originales: Recepción: 24/08/2012 - Aceptación: 25/06/2013

*Nota científica*

### RESUMEN

Los frutos climatéricos, como el kiwi, deben cosecharse una vez que alcanzan la madurez fisiológica, a fin de no comprometer su calidad gustativa. El propósito del presente trabajo fue determinar la instancia del desarrollo cuando los frutos del cv. 'Hayward' alcanzaron la madurez fisiológica, mediante la medición de índices de madurez objetivos. Para tal fin, un lote comercial de kiwi cv 'Hayward' situado en el sudeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina) se cosechó semanalmente desde las 11 semanas después de plena floración (sdpf) hasta la cosecha comercial, a las 18 sdpf. La fruta fue analizada a la cosecha y después de un período de almacenamiento (53 días a 2°C) y maduración (7 días a 20°C). A cosecha, el contenido de materia seca de la fruta, la firmeza de la pulpa y la acidez titulable del jugo no sufrieron cambios significativos a partir de las 16 sdpf. Al final del período de almacenamiento y maduración, los sólidos solubles y la acidez titulable, así como la pérdida de peso de los frutos, no variaron significativamente en frutos cosechados a partir de las 16 sdpf. Estos resultados sugieren que la madurez fisiológica se alcanzó dos semanas antes

### ABSTRACT

Climacteric fruits, like kiwifruit, must be harvested at physiological maturity, in order to not affecting their organoleptic quality. The aim of the present work was to determinate the developmental time at which 'Hayward' fruits reached physiological maturity, by measuring objective ripening indexes. A commercial kiwifruit orchard, which was located at the South-East of Buenos Aires province in Argentina, was harvested weekly from 11 weeks after full bloom (wafb) to commercial harvest, at 18 wafb. Fruits were analyzed at harvest and after storage (53 days at 2°C) and ripening (7 days at 20°C) time. At harvest, fruit dry matter content, pulp firmness, and juice tirtatable acidity did not significantly change from 16 wafb. At the end of storage and ripening time, juice soluble solids content, tirtatable acidity, and fruit loss weight did not significantly change in fruits harvested from 16 wafb. These results suggests that physiological maturity was reached two weeks before commercial harvest. If higher standard requirements of dry matter content had to be fulfilled, commercial maturity would be just achieved at 18 wafb. At physiological maturity, the ripening indexes gave the following values: 5.4% soluble solids, 1.18% tirtatable acidity, 14.2% dry matter, and 49% black seeds.

de la cosecha comercial. Con mayores exigencias protocolares de contenido de materia seca, la madurez comercial se habría logrado recién a las 18 sdpf. A madurez fisiológica, los índices de madurez registraron los siguientes valores: 5,4% sólidos solubles, 1,18% acidez titulable, 14,2% materia seca y 49% semillas negras.

### Palabras clave

kiwi • madurez fisiológica • materia seca

### Keywords

kiwifruit • physiological maturity • dry matter

## INTRODUCCIÓN

En el marco de una estrategia de diferenciación comercial de la fruta por calidad, la determinación del momento óptimo de cosecha juega un papel clave. La madurez a cosecha es un factor importante que afecta la percepción de la calidad y la tasa de cambio de la condición del producto durante el manejo postcosecha (25).

La fruta primicia resulta comercialmente interesante debido a los mayores precios que suele alcanzar en el mercado. Sin embargo, no es aconsejable adelantar demasiado la cosecha para lograr primicia, ya que la calidad de la fruta al momento de su comercialización depende, en gran medida, del estado de madurez con que fue cosechada (20). En general, los frutos fisiológicamente inmaduros están sujetos a sufrir deshidratación y daños mecánicos, suelen presentar una calidad sensorial inferior una vez que alcanzan la madurez gustativa (13) y el proceso de maduración muestra un carácter errático (19, 21).

Tratándose de kiwis, se ha observado que los frutos cosechados con bajo contenido de sólidos solubles no se ablandan normalmente y no alcanzan un nivel de sólidos solubles finales (a madurez gustativa) tan elevado como los frutos cosechados con una madurez apropiada (8). Por tal motivo, y de la misma manera que en Nueva Zelanda y en Chile, en Argentina se estableció un mínimo de madurez de cosecha para fruta destinada a exportación de 6,2° Brix (Res. SAGPyA n° 433/94).

Según Wills *et al.* (27), los frutos climatéricos, como el kiwi, deben cosecharse a partir del estado de madurez fisiológica, pues en esta instancia pueden continuar su ontogenia aun separados de la planta, bajo condiciones ambientales adecuadas.

De acuerdo con Reid (23), la madurez comercial se logra una vez que el producto ha alcanzado un desarrollo tal que después de la cosecha y del manejo postcosecha (incluyendo la maduración) su calidad sea al menos la mínima aceptable por el consumidor.

Crisosto & Crisosto (5) determinaron, para las condiciones de California (USA), que 12,5°Brix a madurez gustativa (de consumo) permiten lograr un mínimo de aceptación, tratándose de kiwis de cosecha temprana. Dicho contenido de sólidos solubles finales fue alcanzado al cosechar prematuramente, con anterioridad a la cosecha comercial, cuyo inicio, de acuerdo con el protocolo californiano, tiene lugar con 6,5°Brix (5).

La materia seca (m. s.) comprende sólidos insolubles (mayoritariamente almidón) y sólidos solubles (principalmente azúcares), cuya concentración aumenta con la madurez del fruto, producto de la hidrólisis del almidón (2, 8). La m. s. puede ser considerada como un indicador de los carbohidratos totales del fruto (2). El valor de m. s. a madurez de cosecha puede ser vinculado con el contenido de sólidos solubles en el fruto a madurez de consumo, por lo que la m. s. a cosecha suele reflejar la calidad gustativa a consumo (2), constituyéndose en un índice de calidad sensorial (11). La obtención de fruta de alta calidad gustativa, con elevados niveles de m. s., se establece como un objetivo importante cuando la misma se destina a mercados exigentes.

Por otro lado, el contenido de m. s. suele ser empleado como índice de madurez en kiwis destinados a primicia, ya que los incrementos significativos se registran tempranamente, habiéndose demostrado una baja aptitud de este parámetro como predictor de la madurez de la fruta de plena temporada (11).

Los cambios de color que acompañan el último período de desarrollo de las semillas, suelen ser registrados y empleados como índice de madurez en kiwis de cosecha temprana. Para las condiciones de Nueva Zelanda, las semillas del kiwi están totalmente expandidas y comienzan a cambiar de color al mismo tiempo que cesa la acumulación de almidón y se inicia la hidrólisis (8).

En Nueva Zelanda, la empresa Zespri, que comercializa la mayor parte del kiwi producido en ese país (1), emplea un protocolo de cosecha para kiwis primicia denominado KiwiStart, basado en los grados Brix, en el porcentaje de materia seca (indirectamente, a través del cálculo de los grados TZG) y en la coloración de las semillas (11, 20, 24). En Chile se acordó, entre las empresas nucleadas en el Comité del kiwi, un programa de aseguramiento de madurez (3). Dicho protocolo exige, para cosecha temprana, un mínimo de 5,5°Brix, el 15% de materia seca y que el 95% de las semillas hayan tomado color oscuro ("semillas negras").

Al evaluar la maduración sobre la base de protocolos extranjeros, Godoy *et al.* (11) determinaron que en el sudeste bonaerense, kiwis cv. 'Hayward' alcanzaron su madurez de cosecha en plena temporada, es decir en la época en que se concentra el grueso de la cosecha, a partir de los 6,2°Brix (plena temporada es una expresión usada en Chile, correspondiente a "main harvest" o "main pack" de Nueva Zelanda). Sin embargo, se plantea la posibilidad de que kiwis del cv. 'Hayward', en ciertos años y áreas de madurez, puedan alcanzar la madurez fisiológica anticipadamente, habilitando así la cosecha comercial temprana.

## Objetivo

- Determinar la madurez fisiológica de kiwis cv. 'Hayward' a través de índices objetivos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se realizó durante la campaña 2010-2011 en una plantación comercial de kiwi (*Actinidia deliciosa*) situada en Sierra de los Padres (Partido General Pueyrredón, 37°55' S - 57°45' W), provincia de Buenos Aires, Argentina.

El trabajo se llevó a cabo en un cuadro con plantas del cv. 'Hayward', autorradicadas, de origen italiano; conducidas en sistema T-bar a un solo brazo, con marco de plantación de 5 x 2 m, con sistema de riego por microaspersión, fertirrigación por goteo (12) y protección con mallas rompevientos.

La plena floración se registró el 25 de noviembre. Se practicó polinización con pulverizador manual. A los 20 días después de plena floración se aplicó CPPU (N-2cloro-4piridil -N-fenylurea) 5 ppm.

Se empleó un diseño en bloques completos al azar, considerando las filas como bloques. Se tuvo en cuenta el posible efecto de la cortina rompevientos de casuarinas perimetral, ubicada paralelamente a las filas del cuadro.

Se muestreó semanalmente desde las 11 semanas después de plena floración (sdpf) hasta la cosecha comercial, a las 18 sdpf. En cada fecha de muestreo se recolectaron 32 frutos, a razón de 8 frutos por fila.

El esquema de muestreo se realizó previamente a la ejecución del mismo, de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- Selección de plantas (muestreo al azar): dentro de cada fila se asignaron las plantas al azar.
- Selección de frutos (muestreo sistemático jerarquizado): se asignó sistemáticamente el lado de la planta elegida, el cargador, el lateral y, finalmente, el fruto dentro del racimo (11, 16, 26).

La fruta fue seguidamente transportada al laboratorio de calidad. En cada fecha de cosecha 16 frutos fueron procesados inmediatamente y otros 16 frutos fueron almacenados en frío.

### **A cosecha se realizaron las siguientes determinaciones:**

#### *Peso fresco individual (g)*

Se pesó individualmente cada fruto en balanza granataria.

#### *Porcentaje de semillas negras (s. n.) (%)*

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 (m. s.) (%)*

De cada fruto se extrajo una rodaja de 2 a 3 mm de espesor de la parte ecuatorial. Se pesó la rodaja en balanza analítica. Se llevaron las rodajas, dentro de cajas de Petri, a estufa a 65°C durante 24 h. Una vez secas se volvieron a pesar (11).

*Firmeza de la pulpa (kg)*

Se extrajeron pequeños discos de piel en caras opuestas del fruto y se introdujo el émbolo (7,9 mm de diámetro) de un penetrómetro manual marca Effegi FT 327 (Italia) en la pulpa del fruto. Se promediaron ambos datos.

*Contenido de sólidos solubles (s.s.) (%)*

Se colocaron una o dos gotas del jugo filtrado en el prisma de un refractómetro manual termocompensado marca Atago mod. Master (Japón), leyéndose el % s. s. en una escala graduada.

*Acidez titulable (a.t.)*

Se titularon 5 ml de jugo con NaOH 0,1 N hasta pH 8,2, determinado con pH- metro manual. Se expresó en % de ácido cítrico calculado como  $\text{ml NaOH} \cdot 0,0064 / 5 \text{ ml} \cdot 100$

**La mitad de la muestra cosechada se conservó en frío (2°C) durante 53 días (14) y posteriormente se maduró la fruta durante 7 días a temperatura ambiente (alrededor de 20°C). Se determinaron las siguientes variables:**

*Pérdida de peso (p. p.) (%)*

Como la diferencia entre el peso de los frutos a salida de frío y después del período de maduración a temperatura ambiente, expresada en porcentaje.

*Sólidos solubles finales (s. s. f.) (%)*

Obtenidos por refractometría a partir del jugo obtenido de los frutos después de su almacenamiento y maduración.

*Acidez titulable final (a. t. f.) (%)*

Por titulación del jugo de los frutos después de su almacenamiento y maduración.

*Firmeza de la pulpa final (kg)*

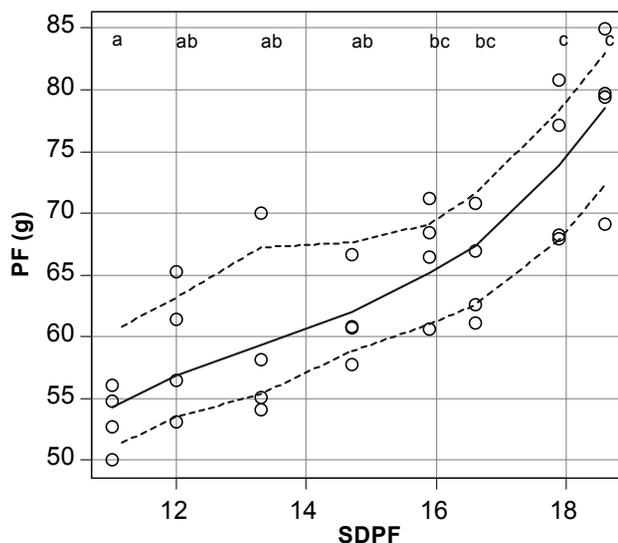
Con presionómetro manual, después del almacenamiento y maduración de los frutos.

Para las variables peso fresco, m.s., firmeza, firmeza final y pérdida de peso se calculó la media aritmética de los datos correspondientes a cada muestra (4 frutos / fila); en el caso del porcentaje de semillas negras se obtuvo la mediana; registrándose un único dato por muestra (jugo extraído de 4 frutos) para s. s., s. s. f., a. t. y a. t. f. Se efectuaron análisis de varianza (22), con previa transformación a arcoseno de la raíz cuadrada de las proporciones ( p. p., s. n.). Las medias se compararon seguidamente con la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Determinaciones efectuadas a cosecha

Existen controversias acerca de la forma de la curva de crecimiento de la baya de kiwi (8), habiéndose presentado curvas simple y doble sigmoideas, e incluso triple sigmoideas (7). Godoy *et al.* (11) habían observado para peso fresco una disminución de la tasa de crecimiento. El crecimiento de los frutos en la temporada evaluada, sin embargo, no mostró esa tendencia de manera clara (figura 1). La falta de definición de dicha etapa habría contribuido, en gran medida, al acortamiento del ciclo total de crecimiento del fruto (10). El tipo de curva de crecimiento estaría influenciado por factores ambientales y/o de manejo.



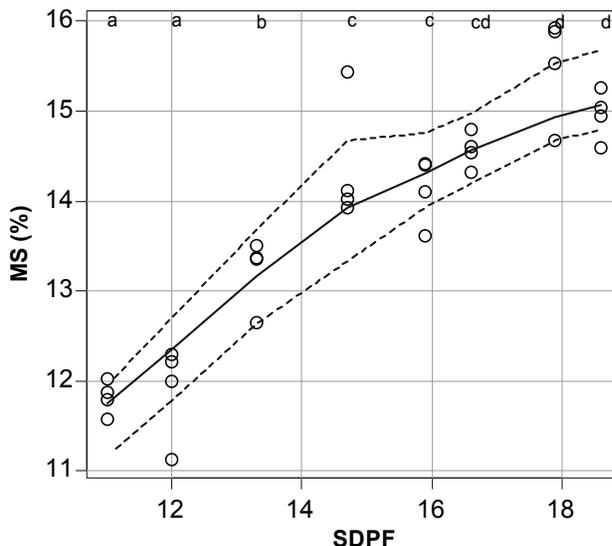
**Figura 1.** Peso fresco (PF, g) individual de los frutos durante su desarrollo en planta, en función de las semanas después de plena floración (SDPF).

**Figure 1.** Fresh weight (PF, g) of individual fruits during their development on the plant as a function of weeks after full bloom (SDPF).

La expansión celular y el crecimiento del fruto pueden continuar después de que se alcanzó la madurez comercial (de plena temporada) (8, 19), como se observa en la figura 1. En un ensayo anterior, en el cual la cosecha comercial se alcanzó recién a la 24<sup>a</sup> sdpf, se determinó que en el último tramo los frutos siguieron creciendo, pero a tasa menor (9). Por lo tanto, la cosecha de la fruta en madurez fisiológica conducirá a la obtención de un peso menor que el potencial.

La curva estándar de contenido de m. s. ajustada para las condiciones de Nueva Zelanda muestra un rápido incremento hasta la semana 16, seguido por una tasa menor (15). En una experiencia anterior realizada en la región del sudeste de la provincia de Buenos Aires, el mayor incremento en el contenido m. s. se registró durante las semanas 14, 15 y 16 (11). Esta situación se vuelve a ver reflejada en los datos obtenidos en el presente ensayo, en el cual el llenado de los frutos tuvo lugar mayoritariamente

hasta la semana 16; con posterioridad no hubo diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las fechas analizadas en el contenido de m. s. Cuando los frutos se encontraban en pleno crecimiento (figura 1) el porcentaje de m. s. también experimentó un aumento, aunque a tasas decrecientes (figura 2). En Italia no se han registrado cambios significativos en el contenido de m. s. tales que habiliten la utilización de esta variable para la determinación del estado de madurez (20); sin embargo, podría haberse tratado de fruta en estado avanzado de desarrollo. En el presente ensayo, a diferencia de lo que se verificó en el caso de la cosecha de plena temporada (11), se puede considerar al contenido de m. s. como índice de madurez en fruta destinada a cosecha temprana.

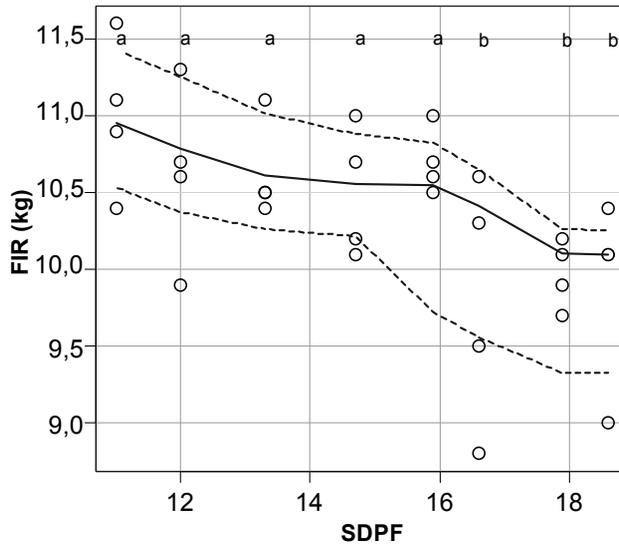


**Figura 2.** Contenido de materia seca (MS, %) de los frutos durante su desarrollo en planta, en función de las semanas después de plena floración (SDPF).

**Figure 2.** Dry matter content (MS, %) of individual fruits during their development on the plant as a function of weeks after full bloom (SDPF).

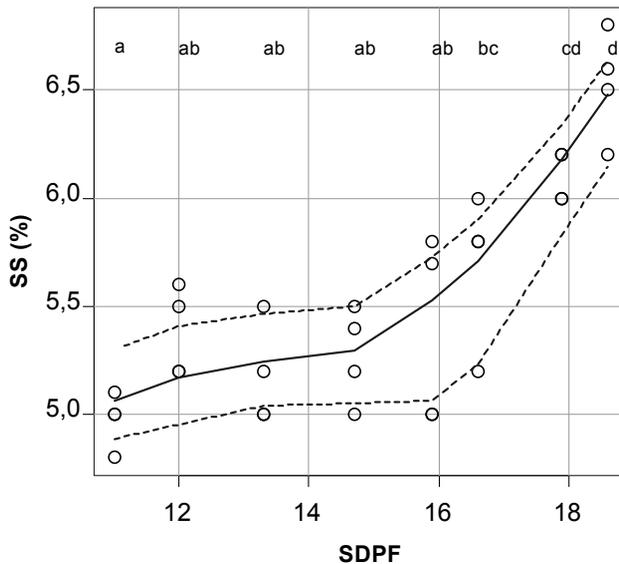
La utilidad de la firmeza como índice de cosecha ha sido cuestionada, por dos motivos: no se correlaciona mayormente con la calidad sensorial al momento del consumo y varía demasiado entre temporadas (8, 23).

Crisosto & Kader (4) establecieron un umbral de firmeza de 6,5 kg; por debajo de dicho valor se reduciría la vida postcosecha de la fruta. Los valores encontrados lo superaron ampliamente (figura 3, pág. 318). En Nueva Zelanda la plena cosecha o "main harvest", con 6,2% s. s. promedio, tiene lugar generalmente entre la 20 - 22<sup>a</sup> sdpf (8). Coincidentemente, Godoy *et al.* (11) determinaron, para la región del sudeste bonaerense, que los 6,2% s. s. se alcanzaron durante la 21<sup>a</sup> sdpf (11). Las regiones productoras de Bay of Plenty (isla norte de N. Z.) y el sudeste bonaerense se encuentran a la misma latitud (alrededor de los 38° LS) y presentan un clima templado oceánico. En la temporada de estudio, los 6,2% se alcanzaron prematuramente, a las 18 sdpf (figura 4, pág. 318). Según Pailly *et al.* (18), la tasa de incremento de s. s. depende de la marcha térmica de la temporada.



**Figura 3.** Firmeza de la pulpa (FIR, kg) de frutos individuales durante su desarrollo en planta, en función de las semanas después de plena floración (SDPF).

**Figure 3.** Flesh firmness (FIR, kg) of individual fruits during their development on the plant as a function of weeks after full bloom (SDPF).

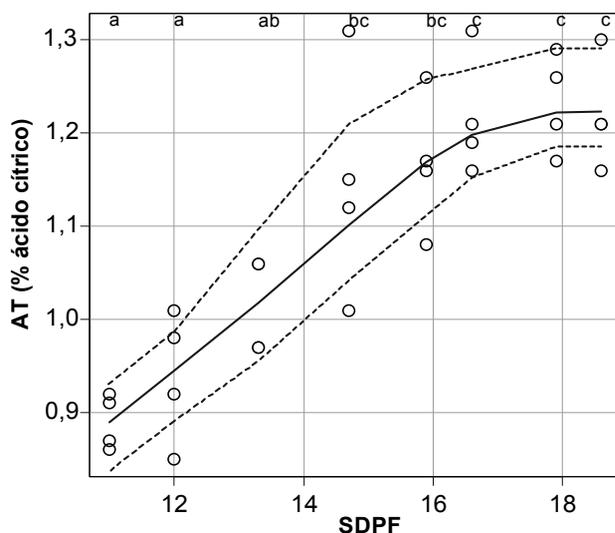


**Figura 4.** Contenido de sólidos solubles (SS, %) del jugo de frutos individuales durante el desarrollo de los frutos en planta, en función de las semanas después de plena floración (SDPF).

**Figure 4.** Soluble solids content (SS, %) of juice of individual fruits during their development on the plant as a function of weeks after full bloom (SDPF).

El contenido de sólidos solubles comienza a cambiar de manera significativa ( $p < 0,05$ ) a partir de la semana 16, cuando se presenta un valor de alrededor de 5,5% s. s. Coincidentemente, el estándar de madurez chileno establece un umbral de 5,5% s. s. promedio para habilitar la cosecha temprana (3).

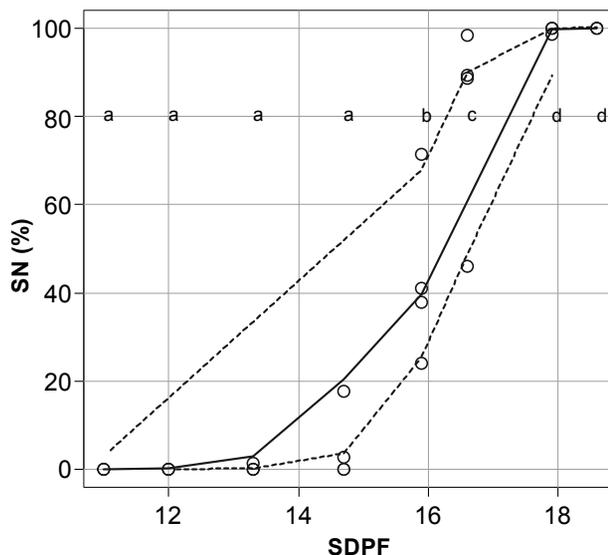
Godoy *et al.* (11) observaron un aumento sostenido del contenido de ácidos orgánicos en el jugo de los frutos pertenecientes al cv. 'Hayward' con el transcurso de la maduración, tal como había sido reportado anteriormente para Nueva Zelanda (8), lo que llevó a proponer la acidez titulable (AT) como índice de madurez. En el presente trabajo, la AT mostró un aumento a tasas decrecientes, alcanzando un "plateau" en plena madurez (figura 5). De todas maneras, tratándose de fruta para cosecha temprana, la AT resulta un interesante índice de madurez, con incrementos constantes hasta la 16<sup>a</sup> sdpf.



**Figura 5.** Acidez titulable del jugo de frutos individuales (AT, expresada como % de ácido cítrico), durante el desarrollo de los frutos en planta, en función de las semanas después de plena floración (SDPF).

**Figure 5.** Titratable acidity (% citric acid) of juice of individual fruits during their development on the plant as a function of weeks after full bloom (SDPF).

El % de semillas negras se incrementó en forma sostenida durante la etapa final de desarrollo del fruto (figura 6, pág. 320), por lo que puede emplearse como índice de madurez. El Comité del kiwi (3) establece un mínimo del 95% s. n. y Zespri® exige el 97% s. n. para habilitar la cosecha temprana (24). En el presente trabajo dichos valores se alcanzaron tardíamente, a las 18<sup>a</sup> sdpf. Anteriormente, Godoy *et al.* (11) encontraron que el valor exigido en el protocolo neozelandés también se logró tarde, durante la 20<sup>a</sup> sdpf. En la 16<sup>a</sup> sdpf, que marcaron cambios en m. s., s. s. y a. t., el porcentaje de s. n. fue de 49%; anteriormente, Godoy *et al.* (11), para la misma fecha, determinaron un porcentaje de s. n. de alrededor del 50%.



**Figura 6.** Porcentaje de semillas negras (SN, %) de frutos individuales durante su desarrollo en planta, en función de las semanas después de plena floración (SDPF).

**Figure 6.** Percentage black seeds (SN, %) of individual fruits during their development on the plant as a function of weeks after full bloom (SDPF).

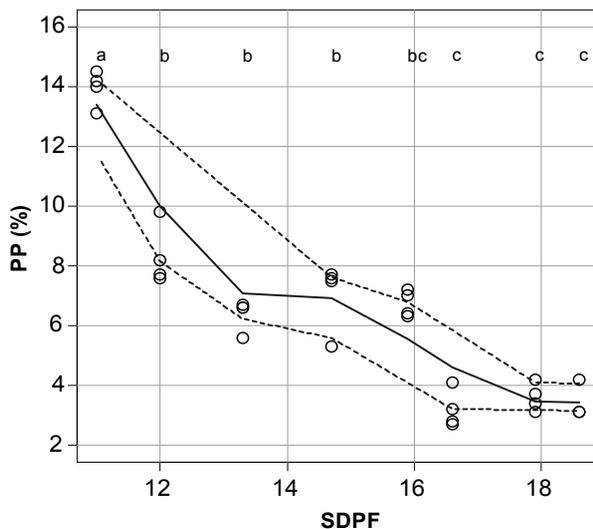
### **Determinaciones efectuadas después del almacenamiento refrigerado y maduración**

El desarrollo normal o anormal de frutos cosechados en distintos momentos, al ser expuestos a condiciones que favorecen su maduración, permite identificar el momento de madurez fisiológica.

La pérdida de peso registrada después del período de maduración siguió una tendencia curvilínea decreciente (figura 7, pág. 321), determinándose una mayor tasa de deshidratación en las muestras obtenidas en las primeras fechas de cosecha.

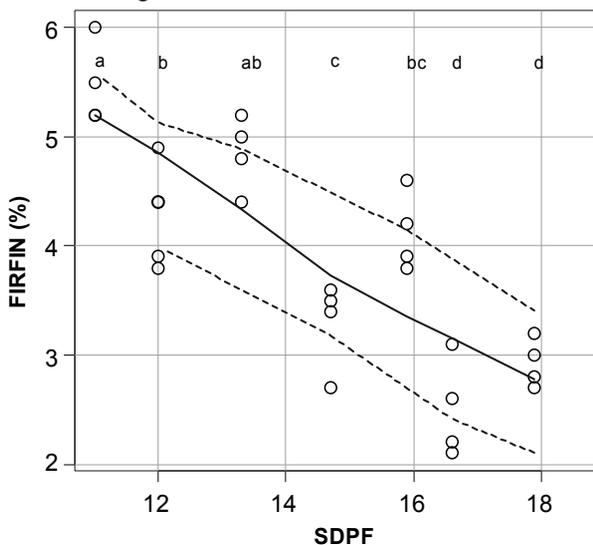
Se sabe que los frutos inmaduros son más proclives a sufrir deshidratación (13). A partir de la 16ª sdpf la p. p. fue relativamente baja, se mantuvo estable y no se detectaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre las últimas fechas de cosecha.

La firmeza es un importante atributo de calidad que ha sido vinculada con el comportamiento del fruto en el almacenaje y se considera el principal indicador de madurez de consumo del kiwi (28). A medida que se avanzó con la fecha de cosecha, la firmeza final, después del almacenaje refrigerado y del período de maduración, fue decreciendo gradualmente (figura 8, pág. 321), detectándose diferencias significativas entre fechas ( $p < 0,05$ ). No se alcanzó la firmeza que caracteriza la madurez de consumo ( $< 1$  kg), lo que se debería a un período de maduración demasiado corto. Sin embargo, se pone de manifiesto la mayor capacidad para ablandarse de la fruta proveniente de cosechas más tardías.



**Figura 7.** Pérdida de peso (PP, %) de frutos madurados a temperatura ambiente durante 7 días después de salida de frío, en función de las semanas después de plena floración (SDPF).

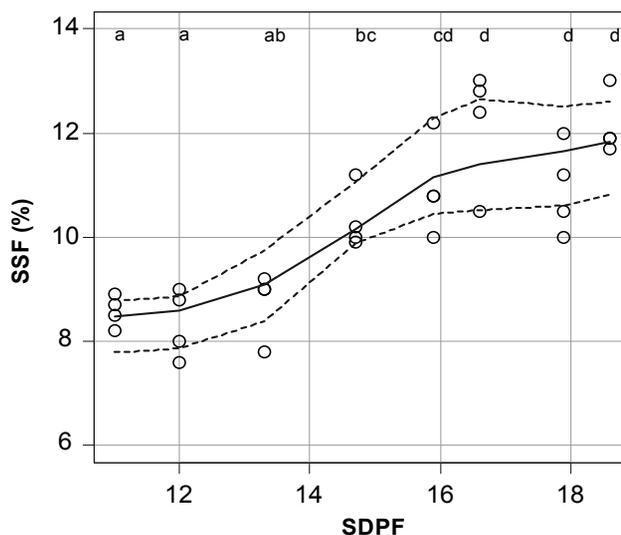
**Figure 7.** Weight loss (PP, %) of fruits ripened at room temperature during 7 days after cold storage as a function of weeks after full bloom (SDPF).



**Figura 8.** Firmeza de la pulpa final (FIRFIN, kg) de frutos madurados a temperatura ambiente durante 7 días después de salida de frío, en función de las semanas después de plena floración. (SDPF).

**Figure 8.** Flesh firmness (FIRFIN, kg) of fruits ripened at room temperature during 7 days after cold storage as a function of weeks after full bloom (SDPF).

A partir de la 16ª sdpf no se detectaron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en sólidos solubles finales (figura 9). La correlación entre sólidos solubles finales y el porcentaje de materia seca a cosecha fue de 0,78. Burdon *et al.* (2) encontraron una correlación de 0,72 cuando evaluaron frutos individuales y hallaron que el contenido en Sólidos Solubles Finales (SSF) del jugo del fruto era equivalente a m. s. - 3 cuando la m. s. al momento de cosecha era de alrededor del 15%. Esta simple ecuación se comprueba en el presente trabajo, ya que en las últimas fechas (alrededor de las 18 sdpf) la m. s. fue de aproximadamente 15% (figura 3, pág. 318) y los s. s. f. fluctuaron en torno a 12% (figura 9).



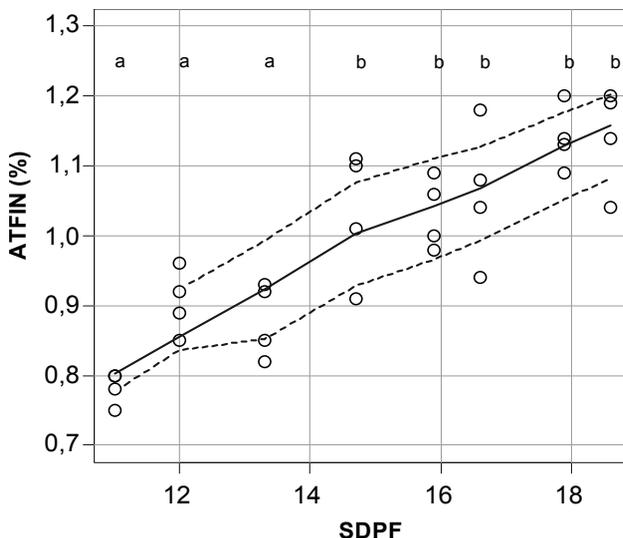
**Figura 9.** Sólidos solubles finales (SSF, %) del jugo de frutos madurados a temperatura ambiente durante 7 días después de salida de frío, en función de las semanas después de plena floración (SDPF).

**Figure 9.** Soluble solids content (SSF, %) of juice of fruits ripened at room temperature during 7 days after cold storage as a function of weeks after full bloom (SDPF).

La correlación entre acidez titulable final y % m. s. fue de 0,87. Dada esta alta asociación, conjuntamente con la elevada correlación encontrada entre s. s. f. y m. s., se revaloriza la m. s. como predictor de la calidad a consumo. La acidez titulable final mostró una tendencia creciente, si bien no se registraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) a partir de las 15 sdpf (figura 10, pág. 323).

El seguimiento de la maduración de la fruta en la planta, a través de cosechas y evaluaciones semanales, permitió determinar que el contenido de m. s. de la fruta muestreada, la firmeza de la pulpa y la a. t. del jugo no sufrieron cambios significativos ( $p < 0,05$ ) a partir de las 16 sdpf; por el contrario, los s. s. comenzaron a elevarse de manera significativa ( $p < 0,05$ ) a partir de las 16 sdpf. El análisis de las muestras de fruta almacenadas en frío y maduradas con posterioridad a temperatura ambiente,

permitió establecer que los s. s. f. y la a. t. f. del jugo, así como la p. p. de los frutos, no variaron significativamente ( $p < 0,05$ ) a partir de las 16 sdpf, por lo que dicha fecha estaría marcando el punto de madurez fisiológica según la definición vertida por Wills *et al.* (27), ya que la fruta estuvo en condiciones de continuar su ontogenia. A las 16 sdpf, correspondiente, por lo tanto, a madurez fisiológica, se registraron los siguientes valores: 5,4% s. s.; 1,18% a. t.; 14,2% m. s. y 49% s. n. en promedio.



**Figura 10.** Acidez titulable final (ATFIN, % de ácido cítrico) del jugo de frutos madurados a temperatura ambiente durante 7 días después de salida de frío, en función de las semanas después de plena floración (SDPF).

**Figure 10.** Titratable acidity (ATFIN, % citric acid) of juice of fruits ripened at room temperature during 7 days after cold storage as a function of weeks after full bloom (SDPF).

El umbral mínimo de 12,5% s. s. f. establecido por Crisosto & Crisosto (5) para kiwis primicia no se alcanzó ni siquiera a madurez de cosecha. Godoy *et al.* (11) plantearon la posibilidad de utilizar la relación m. s./a. t. como índice de calidad y de cosecha. Más recientemente, Crisosto *et al.* (6) propusieron un índice mínimo de calidad en el que se relaciona la m. s. con la a. t. f. Así, para una a. t. f. inferior al 1,2%, como es el caso de la fruta analizada en este trabajo, el contenido de m. s. debería ser igual o mayor al 15,1% para habilitar la cosecha comercial sin comprometer la calidad, situación que se presentó recién en la 18<sup>a</sup> sdpf (figura 3, pág. 318; figura 10), en plena temporada. Ante la creciente exigencia de calidad intrínseca que se está imponiendo a la fruta primicia en países tradicionalmente productores de kiwi, como Nueva Zelanda (24), es necesario establecer, a nivel regional, un protocolo de similares características. En dicho contexto, la aplicación de un paquete tecnológico que permita el logro de mayores niveles de m. s. conduciría a adelantar la cosecha sin comprometer la calidad intrínseca, con la posibilidad de iniciarla a madurez fisiológica.

Dadas las condiciones particulares de la temporada del ensayo, que permitieron alcanzar los 6,2% s. s. precozmente, a las 18 sdpf, se habría estado en condiciones de cosechar fruta primicia a partir de las 16 sdpf, correspondiente a madurez fisiológica. En una plantación de kiwi cv 'Hayward' ubicada en la misma región, en otra temporada, los 6,2% s. s. se alcanzaron recién a las 24 sdpf (9). En situaciones más frecuentes, en las que la plena temporada de 'Hayward' se sitúa entre las 20 - 22 sdpf (11), la producción de fruta primicia sería limitada. De todas maneras, la subdivisión de los establecimientos en áreas de madurez permitiría la segregación de lotes de fruta primicia. Es de esperarse una cierta dispersión en las fechas de cosecha de los distintos lotes, y la posibilidad de lograr fruta primicia si se tiene en cuenta la diversidad de mesoclimas que impera en los relieves quebrados característicos de la región.

A la luz de los resultados hallados en el presente ensayo y de información derivada de otra temporada de evaluación (11), un protocolo de cosecha temprana de kiwi debería basarse en valores umbrales de contenido de sólidos solubles, de materia seca y porcentaje de semillas negras, de manera conjunta. Se propone un mínimo de 5,5% s. s., 15% m. s. y 50% s. n. promedio para habilitar la cosecha temprana de kiwi cv. 'Hayward'. Se debe tener en cuenta que los resultados son de carácter preliminar y deberían ser confirmados por futuros ensayos. Resultaría conveniente, además, introducir un valor umbral de a. t. y, en función del mismo, establecer los niveles de m. s., de acuerdo con lo propuesto anteriormente por Godoy *et al.* (11).

## CONCLUSIONES

A madurez fisiológica, se registraron los siguientes valores: 5,4% s. s.; 1,18% a. t.; 14,2% m. s. y 49% s. n., en promedio.

Adicionalmente se observó que, debido a los bajos valores de m. s. registrados, la madurez comercial se alcanzó 2 semanas más tarde que la madurez fisiológica. Por tal motivo, la realización de una cosecha temprana (primicia), que cumpla con las exigencias protocolares de calidad, requiere de la producción de fruta con un mayor contenido de materia seca.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Bano, S.; Scrimgeour, F. 2011. New Zealand kiwifruit export performance: market analysis and revealed comparative advantage. Working Papers in Economics 11/08, University of Waikato, Department of Economics.
2. Burdon, J.; McLeod, D.; Lallu, N.; Gamble, J.; Petley, M.; Gunson, A. 2004. Consumer evaluation of 'Hayward' of different at-harvest dry matter contents. *Postharvest Biology and Technology*. 34: 245-255.
3. Comité del kiwi. 2010. Programa de madurez. Disponible en: <http://www.comitedelkiwi.cl> [Consultado: 27/04/09].
4. Crisosto, C. H.; Kader, A. A. 1999. Kiwifruit: postharvest quality maintenance guidelines. Disponible en: <http://www.uckac.edu/postharv> [Consultado: 06/05/09].
5. Crisosto, C. H.; Crisosto, G. M. 2001. Understanding consumer acceptance of early harvested 'Hayward' kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology*. 22: 205-213.
6. Crisosto, C. H.; Hasey, J. K.; Zegbe, J. A. 2012. New quality index based on dry matter and acidity proposed for Hayward kiwifruit. *California Agriculture* 66(2): 70-75.

7. Gallego, P. P.; Martínez, A.; Zarra, I. 1997. Analysis of the growth kinetics of fruits of *Actinidia deliciosa*. *Biologia Plantarum*. 39(4): 615-622.
8. Given, N. K. 1993. Kiwifruit. In: Seymour, G. B.; Taylor, G. E.; Tucker, G. A. *Biochemistry of fruit ripening*; Chapman & Hall, London. p. 235-254.
9. Godoy, C.; Arpaia, R.; Tognetti, J. 2002. Raleo de frutos en kiwi. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo*. Mendoza. Argentina. 34(2): 107-115.
10. Godoy, C.; Monterubbianesi, G.; Tognetti, J. 2008. Analysis of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) fruit growth with exponential mixed models. *Scientia Horticulturae*. 115: 368-376.
11. Godoy, C.; Dome, C.; Monti, C. 2010. Determinación de índices de cosecha y calidad en kiwi en el sudeste bonaerense (Argentina). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo*. Mendoza. Argentina. 42(1): 53-72.
12. Godoy, C.; Videla, C.; Vallo, M. 2012. Fertilización del kiwi (*Actinidia deliciosa* (A. Chev.) C. F. Liang & A. R. Ferguson, cv. Hayward) durante la etapa de implantación en el sudeste bonaerense (Argentina). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo*. Mendoza. Argentina. 44(1): 183-190.
13. Kader, A. A.; Barrett, D. M. 1996. Classification, composition of fruits, and postharvest maintenance of quality. In: Somogyi, L. P.; Ramaswamy, H. S.; Hui, H. (eds.). *Processing fruits, science and technology*; Biology, principles, and applications; Technomics publishing Co. p. 1-25.
14. MacRae, E. A.; Lallu, N.; Searle, A. N.; Bowen, J. H. 1989. Changes in the softening and composition of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) affected by maturity at harvest and postharvest treatments. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 49(4): 413-430.
15. Max, S.; Woodward, T. 2008. Estimation of fruit dry matter content. *KiwiTech Bulletin* 47.
16. 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.
17. Ontivero Urquiza, M. G.; Altube, H. A.; Baghin, L. 2012. Evolución del tamaño y del peso del fruto de kiwi (*Actinidia deliciosa* (A. Chev.) Liang et Ferguson) cultivar "Hayward" durante la etapa final de crecimiento. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo*. Mendoza. Argentina. 44(2): 99-108.
18. 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.
19. Pantastico, Er. B.; Subramanyam, H.; Bhatti, M. B.; Ali, N.; Akamine, E. K. 1975. Harvest índices. In: Pantastico, E. B. *Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables*. The Avi publishing Co. p. 56-74.
20. Peano, C.; Reita, G.; Giuggioli, N. 2007. La fase post-raccolta comincia con la determinazione dei parametri di qualità. *Frutticoltura*. 49(11): 30-35.
21. 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. Food. Agric*. 25: 747-757.
22. R Development Team. 2011. A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R foundation for statistical computing. Disponible en: <http://www.r-project.org> [Consultado: 06/06/12].
23. Reid, M. S. 1992. Maturation and maturity índices. In: Kader, A. A. (ed.). *Postharvest Technology of Horticultural Crops* (2<sup>nd</sup> ed.); University of California, USA. p. 21-28.
24. Satara. 2012. Satara cultivate kiwifruit newsletter march 2012. Disponible en: <http://www.satara.co.nz/newsletters/86> [Consultado: 19/06/12].
25. Shewfelt, R. L. 1993. Measuring quality and maturity. In: Shewfelt, R. L.; Prusia, S. E. (eds.). *Postharvest handling, a systems approach*; Academic Press, CA, USA. p. 99-124.
26. 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.
27. Wills, R.; Mc Glasson, B.; Graham, D.; Joyce, D. 1998. (4<sup>th</sup> ed.). *Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruits, vegetables, and ornamentals*. Oxford University Press, USA. 280 p.
28. Woodward, T. J. 2006. Variation in 'Hayward' kiwifruit quality characteristics. Doctoral thesis dissertation. University of Waikato, New Zealand. Disponible en: <http://adt.waikato.ac.nz> [Consultado: 06/05/09].

#### Agradecimiento

Al Dr. Jorge Tognetti, por la lectura crítica del borrador y sus valiosas sugerencias.