

**UNIVERSIDAD DE CHILE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**PREDICCIÓN DE LA TASA DE ABLANDAMIENTO DEL KIWI**

*Actinidia deliciosa* (A Chev) Liang et Ferguson, cv. 'Hayward'

**MEDIANTE MADURACIÓN ACELERADA**

**ADRIÁN LEONARDO GUAMÁN JERALDO**

**SANTIAGO, CHILE**

**2006**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**MEMORIA DE TÍTULO**

**PREDICTION OF THE RATE OF SOFTENING OF KIWIFRUIT**

*Actinidia deliciosa* (A Chev) Liang et Ferguson, cv. 'Hayward' **BY**

**MEANS OF ACCELERATED RIPENING**

**ADRIÁN LEONARDO GUAMÁN JERALDO**

**SANTIAGO, CHILE**

**2006**

**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**ESCUELA DE AGRONOMÍA**

**PREDICCIÓN DE LA TASA DE ABLANDAMIENTO DEL KIWI**  
***Actinidia deliciosa* (A Chev) Liang et Ferguson, cv. ‘Hayward’**  
**MEDIANTE MADURACIÓN ACELERADA**

Memoria para optar al Título  
Profesional de Ingeniero Agrónomo  
Mención: Manejo de Suelos y Agua

**ADRIÁN LEONARDO GUAMÁN JERALDO**

<b>Profesores Guías</b>	<b>Calificaciones</b>
Sr. Tomás Cooper C. Dr. Sc. Agr. Ingeniero Agrónomo	7,0
Sr. Alberto Mansilla M. Ms.Sc. Prof. Matemáticas	7,0
<b>Profesores Evaluadores</b>	
Sr. Antonio Rustom J. Ms.Sc. Prof. Matemáticas	6,5
Sra. María García F. Ms. Sc. Ingeniero Agrónomo	6,0

**Santiago, Chile**

**2006**

*A mi madre  
A mis hermanos  
A mi amor*

*Aunque los sueños  
se me rompan en  
pedazos.....*

*¡RESISTIRÉ!*

## AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Tomás Cooper y Sr. Alberto Mansilla, por sus sabios consejos, eternas horas de paciencia e infinita sabiduría para encauzarme, ya que más que profesores fueron realmente unos guías, de quienes aprendí muchas valiosas cosas que espero seguir poniendo en practica.

A Ingrid, por ser una amiga siempre dispuesta a auxiliarme cuando se lo requerí, por ser siempre amable y una cara sonriente. A Loreto, por mostrarme el camino a seguir en este proyecto, con quien di el puntapié inicial. A Antonella, por su buena disposición y ánimo para que emprendiera nuevos proyectos.

A mi madre, a quien le debo todo lo que soy, ya que sin ella nada valdría la pena. Por ella todo.

A Valeria, por su infinita paciencia, cariño, comprensión y apoyo; sin ella a mi lado este camino hubiese sido difícil de recorrer. Aún queda mucho y sé que seguirás a mi lado.

A mis hermanos, Pablo, Álvaro y Pía; quienes siempre me apoyaron, cada uno a su modo.

A los grandes amigos que conocí en este recorrido que comenzó hace ya varios años, con quienes viví muchos de los momentos más grandes de mi historia y pienso seguir haciéndolo. Sí, los mismos que están pensando.....LOS GANCHITOS!!!!!!

A todos quienes ocupan un lugar especial en mi lista, para quienes siempre tendré una mano para tender, no los nombre a todos porque siempre queda alguien fuera, pero cada uno sabe si esta o no.

A todos quienes se las merecen

¡¡¡¡¡GRACIAS TOTALES!!!!!!

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>PALABRAS CLAVES</b> .....	<b>2</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>3</b>
<b>KEY WORDS</b> .....	<b>4</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>Factores de almacenamiento que inciden en el ablandamiento precoz del kiwi</b> .....	<b>6</b>
Temperatura de almacenamiento .....	6
Etileno .....	6
<b>Modelos Predictivos</b> .....	<b>7</b>
<b>Hipótesis</b> .....	<b>8</b>
<b>Objetivo general</b> .....	<b>8</b>
<b>Objetivo específico</b> .....	<b>8</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODO</b> .....	<b>9</b>
<b>Metodología</b> .....	<b>9</b>
Evaluaciones a cosecha .....	10
Evaluaciones de postcosecha .....	11
Diseño experimental y análisis estadístico.....	11
Cálculo del Índice de Ablandamiento (IA).....	12
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>13</b>
Características de la fruta a cosecha.....	13
Curvas de ablandamiento por huerto y tratamientos.....	14
Curvas de ablandamiento por grupo climático.....	16
Correlaciones entre tiempos en cada grupo para los distintos tratamientos.....	18
Estimación de DDC e IA.....	22
Evolución de los sólidos solubles (°Brix). .....	24
<b>Análisis para clasificación agronómica</b> .....	<b>26</b>
Correlaciones entre tiempos en cada grupo para los distintos tratamientos.....	26
Análisis estadístico de variables para diferencias significativas entre grupos.....	28
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>29</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>30</b>
<b>APÉNDICE I</b> .....	<b>33</b>
<b>ANEXO I</b> .....	<b>34</b>

## RESUMEN

El kiwi es una importante especie frutícola a nivel mundial. Los principales países productores exportadores son Italia, Nueva Zelanda y Chile. La fruta es consumida en todo el mundo y principalmente, en Estados Unidos y los países más desarrollados de Europa.

El problema más grave del kiwi, reconocido mundialmente, es el deterioro de la calidad del fruto, causada por la pérdida de firmeza y pudriciones de postcosecha que surgen durante el almacenamiento.

Un número importante de investigadores han abordado el tema para determinar si el comportamiento del ablandamiento se ajusta a un número limitado de patrones, para así establecer modelos adecuados, que complementados con algunas otras mediciones en un período breve después de cosecha, proporcionen una herramienta cuantitativa que permita a la industria segregar partidas de fruta de acuerdo a sus diferentes potenciales de almacenamiento.

El objetivo del estudio fue determinar la correlación entre el ablandamiento producido en los frutos de kiwi mediante sistemas de maduración acelerada, con el que se produjo bajo condiciones normales de almacenamiento refrigerado. Se evaluaron tratamientos de maduración acelerada con etileno y temperatura, T1 (3ppm de etileno + 20°C) y T2 (5ppm de etileno + 20°C) y un tratamiento a temperatura ambiente, T3 (20°C), los que se correlacionaron con un sistema en refrigeración convencional (T4), para establecer un método de predicción del ablandamiento del kiwi a nivel general.

Cada tratamiento contó con tres repeticiones. Se realizaron mediciones de firmeza de pulpa (lb.) y sólidos solubles (°Brix) cada dos días para T1, T2 y T3. El T4 se evaluó cada 15 días. Se promediaron los valores por repetición y por día. Se agruparon los huertos estudiados de acuerdo a dos clasificaciones, una climática y otra agronómica, para cada una de las cuales se realizaron los mismos procedimientos independientemente. Se efectuaron curvas de ablandamiento para cada uno de los tratamientos por huertos y por grupos. Se correlacionaron los valores calculados para el segmento entre las 4 lb. y 8 lb. entre los tratamientos. A partir del tratamiento mejor correlacionado con T4, se hicieron regresiones lineales y se estimaron los días en que la fruta alcanzó una firmeza dada entre 4 lb. y 8 lb.

Se obtuvieron altos valores de correlación tanto en la agrupación climática como en la agronómica ( $r$  mayor a 0.9) y valores estimados para T4 muy cercanos a lo obtenido en frío convencional. Además fue posible constatar que no existe un tratamiento que sirva para todos los casos y que el método permite una segregación anticipada de las partidas de fruta a exportar.

**PALABRAS CLAVES**

Actinidia, etileno, temperatura, maduración forzada

## ABSTRACT

The kiwifruit is one of the most important fruit species a world-wide level. The main exporter producer countries are Italy, New Zealand and Chile. The fruit is consumed in the entire world and mainly, in United States and in the most developed countries of Europe.

The most serious problem of the kiwifruit, world-wide recognized, is the fruit's quality deterioration, caused by the loss of firmness and decays of postharvest which ones appear during the storage.

A large number of investigators has deal with the subject to determine if the softening behavior it adjust to a limited number of patterns, to will establish suitable models, which ones complemented with some others measurements in a short time after harvest, provide a quantitative tool to allow to the industry segregate fruit's shipments appropriate their different softening potentials.

The objective of the study was determine the correlation between the softening produced in the fruits of kiwi by means of systems of accelerated ripening, with that one took place under normal conditions of cooled storage. Were evaluated treatments of accelerated ripening with ethylene and temperature, T1 (3ppm of ethylene + 20°C) y T2 (5ppm of ethylene + 20°C) and a treatment at room temperature, T3 (20°C), those that were correlated with a system in conventional refrigeration (T4), for establish a method of prediction of the softening of kiwifruit at general level.

Each treatment was separated in three repetitions. Were done measurements of flesh firmness (lb.) and soluble solids (°Brix) every two days for T1, T2 y T3. The T4 was evaluated every 15 days. The data for repetition and for day were average. The orchards studies were group together according to two classifications, a climatic and a agricultural, for each one of which were made the same procedures independently. Were done curves of softening for each one of the treatments by orchards and groups. The data calculated were correlated for the segment between the 4 lb. and 8 lb. among the treatments. From the best treatment correlated with the T4, it done lineal regressions and estimated the days in which ones the fruit reached a firmness given between 4 lb. and 8 lb.

Were obtained high data of correlation for the climatic aggregation and agricultural aggregation ( $r$  above 0.9) and estimated data for T4 very near to the conventional cooled storage data. In addition it was possible proves that not exist a treatment useful for all cases and the method allow an anticipated segregation of the shipments fruit.

**KEY WORDS**

Actinidia, ethylene, temperature, forced ripening

## INTRODUCCIÓN

El kiwi es una importante especie frutícola a nivel mundial. Los principales países productores exportadores son Italia, Nueva Zelanda y Chile. La fruta es consumida en todo el mundo y principalmente en Estados Unidos y los países más desarrollados de Europa.

Las características más sobresalientes que determinan su aceptación son su sabor, aporte nutritivo, apariencia interna y el hecho que esté disponible durante casi todo el año, debido a que se produce en ambos hemisferios, además de poder almacenarse bajo condiciones adecuadas durante 6 a 8 meses (Prasad y Spiers, 1992).

El kiwi chileno es cosechado preferentemente en abril y es exportado entre los meses de abril y octubre, debiendo permanecer una alta proporción de la producción en almacenamiento y transporte refrigerado por un espacio prolongado de tiempo, normalmente de 3 a 6 meses. Al término del período de almacenamiento y transporte el kiwi debe tener una condición óptima que permita su comercialización (> 4 lb de firmeza de pulpa), para lo cual es necesario poder determinar con anticipación las partidas de fruta que serán enviadas al mercado de manera temprana, y así evitar pérdidas por ablandamiento (Cooper, comunicación personal).<sup>1</sup>

El problema de mayor gravedad del kiwi, reconocido a escala internacional, lo constituye el deterioro de la calidad del fruto, causada por la pérdida de firmeza y pudriciones de postcosecha que surgen durante el almacenamiento (Hopkirk *et al.*, 1989; Beever y Hopkirk, 1990; Mac Rae y Redgwell, 1992; Prasad y Spiers, 1992; Hewett *et al.*, 1999). Es reconocido el hecho que el ablandamiento precoz constituye también el principal problema que limita la exportación de kiwi chileno, por cuanto afecta su demanda y reduce sus precios de venta. Esto es agravado por la mejor condición que presenta el kiwi extranjero en los mercados de destino, especialmente el neozelandés, con el cual debe competir. Al respecto, el kiwi producido en Nueva Zelanda, se destaca por sus cualidades organolépticas y muy particularmente, por la mantención de su firmeza durante el proceso de comercialización, características que influyen en su gran aceptación y mejores precios (46% más) que aquellos recibidos por el kiwi chileno en el mercado internacional (FAO, 2006).

El ablandamiento posterior a la cosecha es el cambio más importante que afecta la calidad y vida de postcosecha de los frutos de kiwi. Lallu *et al.*, (1989) y Mac Rae *et al.*, (1989), señalan que, dependiendo de la madurez a la cosecha, los frutos de kiwi, mantendrán su firmeza a temperatura ambiente por 4-5 días. Posteriormente, el ablandamiento se hace más importante, produciendo una disminución de alrededor de un 20% de la firmeza inicial de cosecha. Este proceso puede ser acelerado por exposición a etileno o retrasado

---

<sup>1</sup> Cooper, T. Dr Sc. Universidad de Chile, Centro Nacional de Producción Integrada de Fruta, 2005. (Comunicación personal).

mediante almacenamiento a bajas temperaturas, con o sin atmósfera controlada (Mac Rae y Redgwell, 1992; Lallu *et al.*, 1989; Harker *et al.*, 1997; Hewett *et al.*, 1999).

### **Factores de almacenamiento que inciden en el ablandamiento precoz del kiwi**

#### **Temperatura de almacenamiento**

El manejo de la temperatura, puede influir sobre la biosíntesis y acción del etileno (Mitchell, 1986; Stavroulakis y Sfakiotais, 1997; Kim *et al.*, 1999). En el caso del kiwi, la producción de etileno aumenta 3-4 veces por cada aumento de 10°C (Mitchell, 1986).

Las temperaturas sobre 35°C muestran un incremento en la producción de etileno y en la maduración de frutos de kiwi (Stavroulakis y Sfakiotais, 1997). La fruta almacenada a 0°C presenta una pérdida de firmeza de la pulpa sustancialmente inferior a aquella almacenada a temperaturas superiores (Mitchell *et al.*, 1991; Lallu *et al.*, 1992). Si la temperatura es de 2°C, se reduce la conservación en 1-2 meses (Gil, 2004).

La fruta puede mantener su firmeza durante 8 semanas cuando es almacenada en un cuarto con temperatura entre los 18-21°C, mientras que cuando se encuentra completamente madura, puede ser mantenida por una o más semanas en un refrigerador. A su vez, los frutos pueden ser mantenidos por largos períodos a -0,5-0°C de temperatura y con al menos un 90% de humedad relativa envueltos en polietileno sin sellar en contenedores. Una humedad relativa de hasta un 85%, puede causar una pérdida de peso de alrededor de un 4,5% en 6 semanas. Los frutos que son enfriados a 0°C antes de 12 horas después de cosechados, pueden mantener una buena condición por más de 6 meses bajo sistema de refrigeración controlados (Morton, 1987).

#### **Etileno**

El etileno es una hormona vegetal que actúa, entre otras funciones, promoviendo el proceso de maduración. El efecto de la presencia del gas etileno en la atmósfera de almacenamiento de kiwi sobre la aceleración del proceso de ablandamiento del fruto está claramente establecido (Mac Rae *et al.*, 1989; Tonini, 1992; Arpaia *et al.*, 1994; Mitchell, 1994; Retamales *et al.*, 1997; Crisosto *et al.*, 1999).

La mayor tasa de ablandamiento del kiwi, en respuesta a los tratamientos de etileno, parece ser iniciada por la inducción de la actividad de las pectinesterasas, causando una de-esterificación de las pectinas de la pared celular y su solubilización (Wegrzyn y MacRae, 1992).

El ablandamiento acelerado de los frutos durante el transporte y almacenamiento produce un acortamiento no deseado en la vida de poscosecha. Los frutos de kiwi son los más

sensibles a la acción del etileno incluso a bajas temperaturas (Kader, 2000). Estos son muy sensibles al etileno exógeno, con concentraciones tan bajas como 0,01µl/L se inicia un rápido ablandamiento con lo que su potencial de almacenamiento puede reducirse en un 46% (Jeffery y Banks, 1996, citado por Hewett *et al.*, 1999).

Crisosto *et al.*, (1997), desarrollaron un protocolo de maduración para la firmeza, con frutos de kiwi cosechados temprano en la temporada usando exposiciones cortas (6-12h) a 100 µl/L de etileno a bajas temperaturas (0°C). Debido a que la aplicación de etileno exógeno requiere de instalaciones, la maduración de los frutos de kiwi en los mercados finales compete con “commodities” tales como la banana y el tomate por el uso de las cámaras de maduración. Sin embargo, Crisosto *et al.*, (1997), también encontraron que la tasa de ablandamiento de los frutos de kiwi preacondicionados con etileno en el punto de embarque podían ser manejados posteriormente con almacenaje temperado.

Así, los frutos podían ser tratados por los exportadores y programar, por medio de manejo de temperatura, la llegada a los consumidores listos para comer sin competir por los lugares de almacenaje en los puntos de desembarco.

### **Modelos Predictivos**

En la literatura especializada es posible encontrar algunos trabajos en la modelación y predicción de fenómenos frutícolas como también en ablandamiento de la fruta en función de factores agronómicos, tales como manejo de huerto, procedimientos de precosecha y postcosecha.

Benge *et al.*,(2000) utilizaron diferentes modelos matemáticos con el fin de caracterizar el comportamiento del ablandamiento del kiwi cv. Hayward durante su almacenamiento a 0°C. Su objetivo fue determinar si el comportamiento del ablandamiento se ajusta a un número limitado de patrones, de modo que si tales modelos resultaran adecuados, éstos complementados con algunas otras mediciones en un periodo breve después de cosecha, podrían proporcionar una herramienta cuantitativa que permita a la industria segregar partidas de fruta de acuerdo a sus diferentes potenciales de almacenamiento. Los autores comentan que aunque la naturaleza general del ablandamiento del kiwi ha sido bien establecida, muy poco se ha publicado en relación a su modelación. Esto resulta sorprendente, según ellos, dada la gran cantidad de estudios experimentales para determinar el efecto de tratamientos en el ablandamiento de la fruta. Opinan que si con un número limitado de relaciones simples se pudiera caracterizar el ablandamiento en el tiempo de almacenamiento, se podría potencialmente predecir el comportamiento futuro a partir de mediciones hechas inmediatamente posteriores a la cosecha. Esto podría significar que las partidas de fruta que, según el modelo, estén en un rango de mucha susceptibilidad al ablandamiento pueden ser separadas del resto con el fin de ser enviada tempranamente al mercado. Ello facilitaría el manejo del inventario y reduciría la pérdida de fruta.

La gran variabilidad observada entre la condición que presentan distintas partidas de kiwi chileno, muchas de ellas tratadas con la misma tecnología de postcosecha, comprueba el hecho que el nivel de susceptibilidad al ablandamiento de la fruta es muy diverso y que los factores de huerto (ubicación, clima, vigor, manejo cultural) deben tener una gran influencia en dicho potencial. El efecto de las condiciones climáticas parece ser una variable importante en la tasa de ablandamiento de los frutos, debido a que se ha visto que los kiwis presentan diferentes patrones de ablandamiento entre huertos de diferente ubicación geográfica (Harman y Hopkirk, 1982). Hall *et al.*, (s.a.) señalan que el efecto del clima en la composición del fruto y consecuentemente en su aptitud de postcosecha radica principalmente en la acumulación de materia seca. La temperatura y el ablandamiento se relacionan aparentemente con la concentración de sólidos solubles que se logra en distintas condiciones medioambientales. Así también, la densidad de la canopia, la carga frutal, la fertilización, el estado nutricional de la planta, el manejo del huerto entre otras variables de precosecha, afectarían la vida en postcosecha de los frutos de kiwi.

Por otra parte, si bien los métodos de cosecha, transporte y postcosecha se reconocen como muy determinantes, y mucho se ha avanzado en Chile al respecto, no se ha logrado desarrollar una tecnología suficientemente satisfactoria para optimizar esta parte del proceso.

### **Hipótesis**

El tiempo de ablandamiento del kiwi bajo condiciones de frío convencional está correlacionado con el tiempo de ablandamiento bajo condiciones de maduración acelerada.

### **Objetivo general**

Evaluar sistemas de maduración acelerada con etileno y temperatura ambiente (20°C), para establecer un método de predicción del ablandamiento de los frutos almacenados en refrigeración convencional.

### **Objetivo específico**

Determinar la correlación entre el ablandamiento que se produce en los frutos de kiwi, con distintos sistemas de maduración acelerada, con el que se producirá bajo condiciones normales de almacenamiento refrigerado.

## MATERIALES Y MÉTODO

Los análisis y evaluaciones se realizaron en el Laboratorio de Frutales de Hoja Caduca del Departamento de Producción Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Para realizar el estudio se utilizaron frutos de kiwi, *Actinidia deliciosa* (A Chev) Liang *et* Ferguson, cv. Hayward, Ethrel® (ingrediente activo Etherphon); penetrómetro de mesa marca Effegi con émbolo de 7,9 mm de diámetro; refractómetro digital marca Atago termocompensado; balanza digital; cajas plásticas para cosechar y cajas de cartón de 10 kg. de capacidad para embalar fruta, estufa de secado marca Memmert, termómetro de pulpa marca Hanna.

El ensayo se realizó con fruta cosechada durante la temporada 2005, en ocho huertos clasificados dentro de los tres grupos climáticos considerados dentro del proyecto Fondef D021-1058:

- Los Pilos, Limache, V Región, Grupo 2.
- San Manuel, Limache, V Región, Grupo 2.
- Simonetti, Malloco, Región Metropolitana, Grupo 1.
- Vergara, Paine, Región Metropolitana, Grupo 1.
- Frutal Ltda., Quinta de Tilcoco, VI Región, Grupo 1.
- Alegría Puertas, Curicó, VII Región, Grupo 3.
- Berenguer, Romeral, VII Región, Grupo 3.
- Rudnick, Los Guindos, VII Región, Grupo 3.

### Metodología

Se realizó un monitoreo de la madurez de la fruta 2 semanas antes de la fecha habitual de cosecha en cada uno de los huertos para cosechar cuando la fruta alcanzó 6,2 – 6,5 °Brix. En cada huerto se cosechó fruta calibre 30 (90 – 110 g de peso por fruto), a la cual se le aplicaron cuatro tratamientos (Cuadro 1) con tres repeticiones cada uno, siendo la unidad experimental una caja con 80 frutos. Cada repetición fue cosechada de una planta previamente seleccionada, la cual presentaba características homogéneas (vigor, diámetro de la copa, diámetro de los cargadores, ubicación dentro del huerto) con respecto a las plantas de las otras repeticiones.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos.

Tratamiento	Descripción
T1	Cosecha, se aplicó Ethrel® a 3 ppm y luego se almacenó a T° ambiente (20°C).
T2	Cosecha, se aplicó Ethrel® a 5 ppm y luego se almacenó a T° ambiente (20°C).
T3	Cosecha y almacenamiento a T° ambiente (20°C).
T4	Cosecha, luego curado por 48 horas y almacenamiento en frío convencional (FC) hasta las 4 lb.

La aplicación de etileno a los frutos se realizó mediante la inmersión de éstos durante 30 segundos, en una solución que contenía la concentración indicada para cada tratamiento (Cooper, comunicación personal).<sup>/1</sup>

En el tratamiento testigo (T4) se realizó un proceso de curado a la fruta, el cual consistió en mantener la fruta por 48 horas a temperatura ambiente (20° - 22°C), y con una alta ventilación, para favorecer la cicatrización de la herida peduncular producida en cosecha.

### Evaluaciones a cosecha

En una muestra de 5 frutos por repetición, seleccionados al azar al momento de la cosecha, se evaluó:

**Sólidos solubles:** Se extrajo jugo de ambas caras de la zona ecuatorial del fruto, y utilizando un refractómetro digital marca Atago termocompensado con escala de 0 – 32 grados Brix (°Brix), se midió el contenido de sólidos solubles. Los resultados se expresaron en °Brix.

**Firmeza de la pulpa:** Se eliminó la epidermis de caras opuestas de la zona ecuatorial del fruto. Se midió utilizando un penetrómetro marca Effegi de mesa, con émbolo de 7,9 mm de diámetro y escala 1 – 29 lb. Los resultados se expresaron en libras (lb.) (Effegi Fruit Pressure Tester Manual).

**Materia seca:** Se extrajo una sección longitudinal de la zona ecuatorial de los frutos de aproximadamente 1 cm de espesor, la cual previamente pesada, se seco a una temperatura de 70°C, hasta que la muestra alcanzó peso constante (aprox. 24 horas), luego por relación

<sup>/1</sup> Cooper, T. Dr Sc. Universidad de Chile, Centro Nacional de Producción Integrada de Fruta, 2005. (Comunicación personal).

entre el peso inicial y final se determinó el porcentaje de materia seca (%MS). Los resultados se expresaron como %MS (Cooper, comunicación personal).<sup>/1</sup>

### **Evaluaciones de postcosecha**

En los tratamientos T1, T2 y T3, se evaluó cada dos días, una muestra de seis frutos por repetición, los cuales se seleccionaron al azar, y se les determinó la firmeza de pulpa y el contenido de sólidos solubles hasta que el promedio de la repetición llegó a las 2 lb. Estas evaluaciones fueron realizadas utilizando los métodos señalados anteriormente.

En el T4, posterior al curado, la fruta se almacenó en frío convencional a 0°C, realizando mediciones de firmeza de la pulpa y sólidos solubles (°Brix) cada 15 días a 5 frutos por repetición (elegidos al azar) hasta que el promedio por repetición de la firmeza de la pulpa llegó a 5 lb., posteriormente se evaluaron semanalmente 5 frutos por repetición hasta que el promedio de la firmeza de la pulpa llegó a 4 lb., momento en el cual la fruta fue retirada de frío para almacenarla a temperatura ambiente hasta que alcanzó en promedio 2lb. Previo a las mediciones, los frutos sacados de la cámara de almacenamiento fueron mantenidos a temperatura ambiente hasta que alcanzaron una temperatura de pulpa de 20 °C.

### **Diseño experimental y análisis estadístico**

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 4 tratamientos y 3 repeticiones por huerto.

Los análisis se realizaron por huertos y además por grupos climáticos, los que se conformaron de acuerdo al criterio utilizado en el proyecto Fondef D021-1058, en el cual se asigna cada huerto estudiado a un grupo de características climáticas homogéneas (Pino, comunicación personal)<sup>/2</sup>, con lo cual sólo es necesario conocer su ubicación para saber que modelo utilizar para realizar una predicción. Esta clasificación se realizó mediante Análisis de Conglomerados (Método de Ward), basado en variables climáticas con el fin de agrupar elementos, en este caso los huertos, y generar clases homogéneas en función de similitudes de clima entre ellos (Santibáñez, 1998).

Para cada uno de los tratamientos por huerto y por grupo, se promedió la firmeza (lb.), hasta que el promedio de la firmeza de pulpa alcanzara aproximadamente las 2lb. y los valores de firmeza versus tiempo se ajustaron según una función exponencial para obtener las curvas de ablandamiento.

A partir de las regresiones de cada uno de los tratamientos se obtuvieron los tiempos en que, en cada uno de ellos se alcanzaba igual firmeza, en el rango de 4 lb. a 8 lb. ya que es en este tramo donde interesa tener un alto valor de predicción que permita segregar partidas

---

<sup>/1</sup> Cooper, T. Dr Sc. Universidad de Chile, Centro Nacional de Producción Integrada de Fruta, 2005. (Comunicación personal).

<sup>/2</sup> Pino, I. Ing. Agrónomo. Universidad de Chile, Centro Nacional de Producción Integrada de Fruta, 2005. (Comunicación personal).

de fruta a exportar. Los valores así obtenidos se correlacionaron y se efectuaron regresiones lineales entre T4 y el tratamiento de maduración acelerada de mayor correlación con éste, para así obtener estimaciones de los días hasta la firmeza deseada entre 4 lb. y 8 lb. a partir de T1, T2 ó T3.

Alternativamente, se realizó el mismo procedimiento, que de acuerdo a una clasificación agronómica, separó los huertos de acuerdo al tiempo que la fruta demoró en llegar a 4 lb. de firmeza de pulpa en frío convencional (T4) en lentos, medios y rápidos, para de esta manera determinar que factores pudieran influir en tal caso, de acuerdo a las variables estudiados en el proyecto Fondef D021-1058 (Anexo I), mediante Andeva y prueba de Tukey. Huertos lentos se consideraron a aquellos en los cuales la fruta en frío convencional duró desde cosecha hasta alcanzar 4 lb. de firmeza más de 100 días, huertos medios a aquellos en que esto sucedía entre 90 y 100 días y huertos rápidos a aquellos e que la fruta duraba menos de 90 días. Esta separación correspondió a una.

### **Cálculo del Índice de Ablandamiento (IA)**

Se calculó para cada tratamiento con las mediciones de firmeza de la pulpa el Índice de Ablandamiento (IA) como:

$$IA = (Fi - Ff) / T$$

donde Fi = firmeza inicial (a cosecha), Ff = firmeza final (4 lb.), T = tiempo (días de almacenamiento refrigerado para alcanzar 4 lb.).

La firmeza inicial corresponde al promedio de la firmeza a cosecha de los huertos que conforman cada grupo climático.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características de la fruta a cosecha.

Para determinar el comportamiento del ablandamiento de los frutos de kiwi, es importante describir los datos iniciales con los cuales se trabajó, los que corresponden a las mediciones de sólidos solubles a cosecha, firmeza a cosecha y porcentaje de materia seca (Cuadro 2), ya que entregan el punto de partida de las determinaciones y cálculos que se realizaron con el fin de obtener una predicción del ablandamiento de la fruta en almacenamiento en frío convencional (T4) a partir de la maduración acelerada de la misma (T1, T2 y T3).

Cuadro 2. Promedio por huerto de las evaluaciones realizadas al momento de la cosecha.

Huerto	Fecha de cosecha	°Brix (%SS) a cosecha		Firmeza a cosecha (lb.)		%MS	
<b>Alegría Puertas</b>	07-04-2005	5,8	(±0,30) <sup>1</sup>	18,93	(±0,83)	17,0	(±0,93)
<b>Los Pilos</b>	07-04-2005	6,1	(±0,09)	20,49	(±1,93)	17,9	(±1,56)
<b>Vergara</b>	11-04-2005	6,1	(±0,09)	18,17	(±0,29)	14,6	(±0,77)
<b>San Manuel</b>	18-04-2005	6,3	(±0,05)	17,53	(±0,16)	17,2	(±1,07)
<b>Frutal Ltda.</b>	21-04-2005	6,2	(±0,02)	15,32	(±1,72)	15,5	(±0,13)
<b>Berenguer</b>	27-04-2005	5,9	(±0,23)	16,92	(±0,59)	13,6	(±1,48)
<b>Rudnick</b>	27-04-2005	6,0	(±0,16)	17,68	(±0,05)	13,9	(±1,26)
<b>Simonetti</b>	29-04-2005	7,4	(±0,83)	17,01	(±0,53)	15,8	(±0,08)

<sup>1</sup> Desv. estándar

Las cosechas fueron realizadas durante el mes de Abril, en un período que abarcó 22 días (7-04 al 29-04), ya que se esperó alcanzar en promedio entre 6,2 - 6,5 °Brix de promedio en una muestra obtenida en terreno. En las evaluaciones iniciales fue posible determinar que el promedio de %SS fue de 6,2 el cual está dentro del rango con el cual se cosecha en Chile, sin embargo la mayoría de las mediciones registradas se encontraron bajo ese nivel con una variación que va de 5,8 a 7,4 °Brix. Por su parte las mediciones de firmeza de cosecha, tuvieron un promedio de 17,8 lb. con una diferencia de 5,2 lb. entre el mínimo (15,3 lb.) y el máximo (20,5 lb.). En cuanto al porcentaje de materia seca (%MS) este varió entre 13,6% y 17,9 % con un promedio de 15,7%. (Cuadro 2).

Existe una heterogeneidad en los valores obtenidos de la fruta con la cual se trabajó ya que, en el presente estudio se consideraron huertos que se encuentran entre la V a VII Región, lo que permite extender el alcance del estudio. En necesario mencionar que las diferencias obtenidas en estas mediciones pueden determinar de alguna forma lo que ocurrirá con la fruta durante el almacenamiento bajo frío convencional y en los tratamientos de maduración acelerada, lo que puede verse en la Figura 1.

## Curvas de ablandamiento por huerto y tratamientos.

Se realizaron curvas que muestran el comportamiento del ablandamiento en cada tratamiento y huerto. (Figura 1)

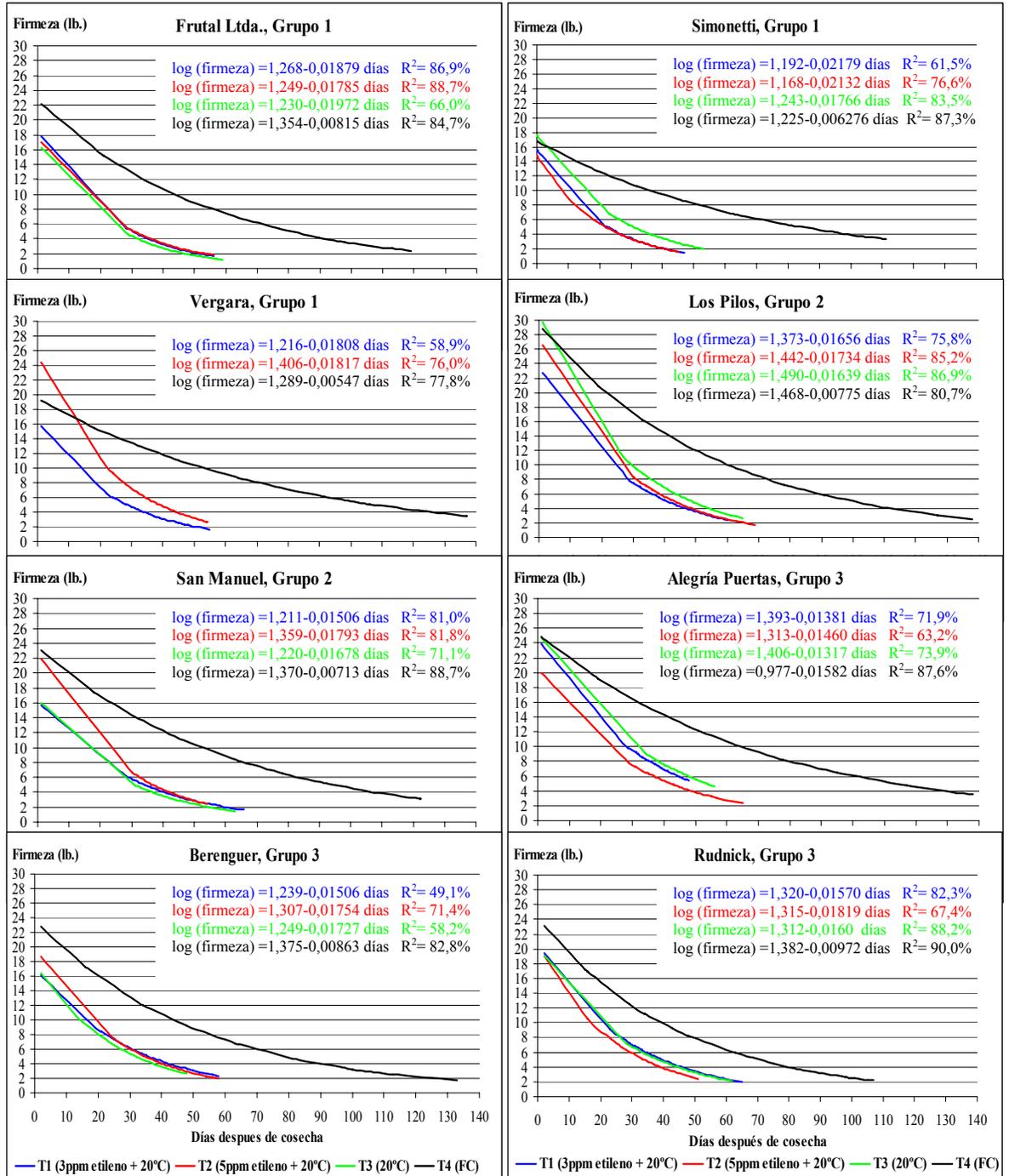


Figura 1. Curvas ajustadas de ablandamiento por huerto y tratamiento.

En la Figura 1, es posible percibir que aunque los huertos se encuentren agrupados de acuerdo a variables climáticas, existen marcadas diferencias dentro de los grupos. En este aspecto, en el Grupo 1 (G1), existe bastante diferencia entre los tratamientos de los tres huertos que componen el grupo, siendo la más notoria la que se presenta en el T2, en el cual existe una diferencia de hasta 10 lb. de firmeza en el día 0 entre Vergara y Simonetti. El T3 de Vergara se encontraba bajo la influencia de una fuente de calor adicional no considerada para el estudio, la cual mantenía la fruta a una temperatura mayor a los 20°C, entregando resultados anómalos a los considerados bajo condiciones normales para el ablandamiento, motivo por el cual no se consideró.

Por su parte, en el Grupo 2 (G2) la diferencia es más notoria considerando que los huertos se encuentran en la misma localidad. Esta diferencia se da en todos los tratamientos, sobre todo para T3, que tiene una variación de 14 lb. de firmeza inicial. Si bien esta diferencia es sobre un ajuste realizado, los datos a cosecha indican una diferencia de casi 3 lb. de firmeza al igual que en el G1 mientras que para el G3 esta diferencia es de 2 lb. En el caso del G3, existe bastante similitud entre lo que ocurre en Rudnick y Berenguer, sin embargo no lo es al compararlos con Alegría Puertas, el cual tiene firmezas iniciales ajustadas mucho mayores, no así los otros dos huertos. Además existe una marcada diferencia entre el T1 y T3 de Alegría Puertas con el de los otros dos huertos que componen el grupo.

En cuanto al tiempo que demoró en llegar la firmeza de la fruta a 4 lb. (por ser este el límite inferior del segmento de la curva que interesa) en el caso del G1, las diferencias entre los tratamientos de maduración acelerada fueron menores, mientras que en el T4 hubo diferencias de hasta 30 días. En el G2 se encontraron diferencias de aproximadamente una semana entre los tratamientos de maduración forzada y entre T4 la diferencia fue de casi 5 días. Para el caso del G3, la principal diferencia se presenta al comparar los huertos con Alegría Puertas en relación al T4, donde hay diferencias mayores a 40 días.(Cuadro 6).

Lo anterior es suficiente para afirmar que si bien la agrupación realizada es buena, aún así existen diferencias entre cada situación estudiada, pero no se puede pretender estimar diferencias huerto a huerto ya que se considera realizar un modelo de predicción general y no particular. Por otro lado, las curvas de ablandamiento obtenidas en los distintos huertos (Figura 1), alcanzan en su mayoría, grados de ajuste satisfactorios, que dejan de manifiesto la representatividad de los datos para su uso en el sistema de predicción.

Para estimar en que medida la utilización de alguno de los tratamientos efectuados permita predecir el tiempo que demorará la fruta en frío convencional en alcanzar determinada madurez, expresada en lb., se utilizaron los datos de los tratamientos por huertos que conformaban cada grupo climático, y así establecer un criterio que permita determinar el método a utilizar como mejor pronosticador de lo que ocurre con la fruta en frío convencional (T4).

### Curvas de ablandamiento por grupo climático.

Estas curvas permiten visualizar lo descrito anteriormente de manera más general ya que se realizaron a partir de los promedios diarios de los valores de firmeza entre los huertos que los componen.

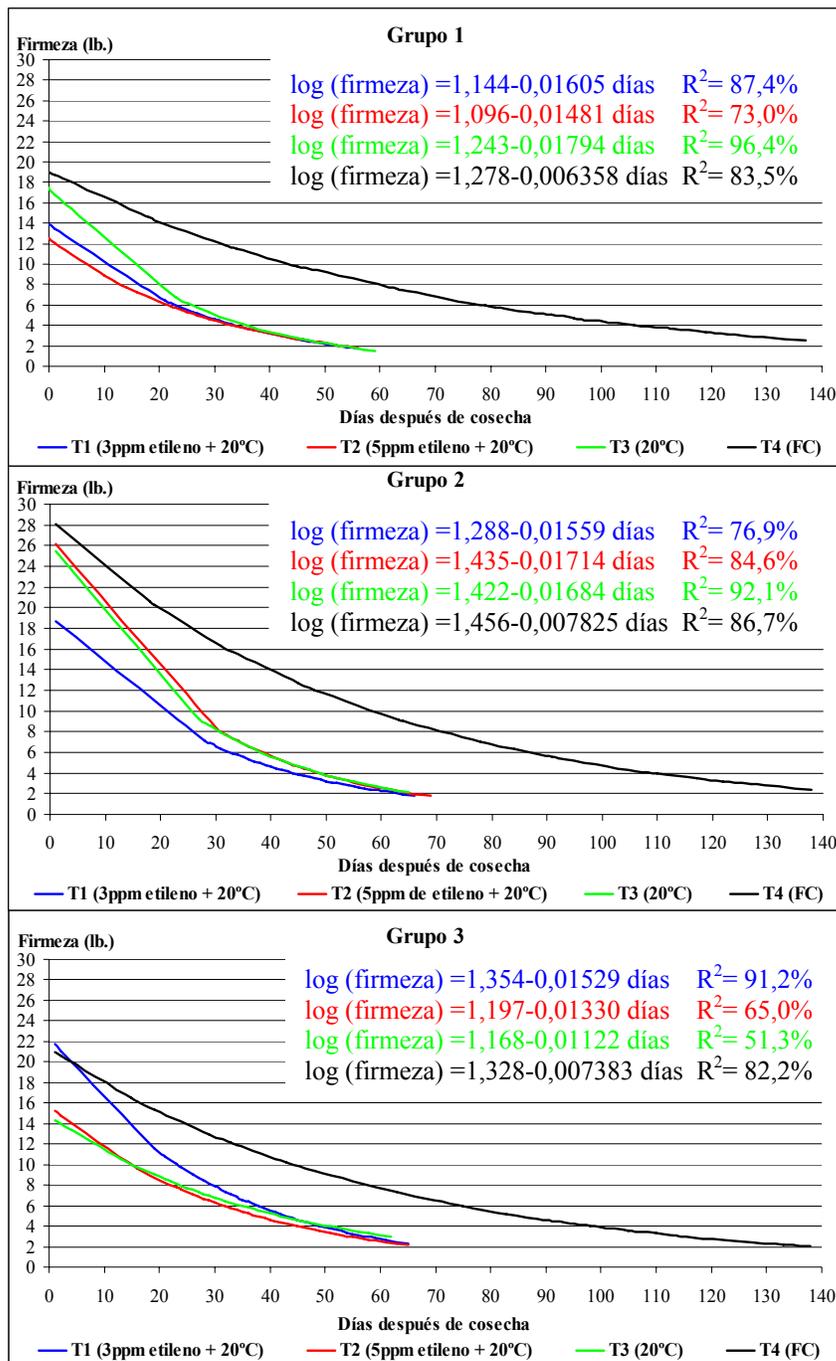


Figura 2. Curvas ajustadas de ablandamiento para T1, T2, T3 y T4.

Las curvas de ajuste de la Figura 2, representan el comportamiento del ablandamiento de la fruta bajo los distintos tratamientos a los cuales fue expuesta, en el conjunto de cada grupo climático. Se puede constatar que las firmezas iniciales estimadas para el G1 son bastante menores en todos los tratamientos, en comparación a las del G2 ó G3. Así, los valores iniciales de G1 fluctúan entre 12,5 lb. y 19 lb. para G2 entre 18,7 lb. y 28 lb. y para el G3 entre 14,4 lb. y 21,8 lb. Sin embargo, el promedio de los valores de firmeza a cosecha de los huertos que conforman los grupos tienen diferencias bastante menores, puesto que para G1, G2 y G3 son de 16,8 lb., 19 lb. y 17,8 lb. respectivamente.

El grado de ajuste de las curvas (Figura 2) fue suficientemente alto, siendo sus  $R^2$  mínimos de 51,3% y 65%, para el T2 y T3 del G3, aunque mayoritariamente el grado de  $R^2$  obtenido superó el 73%. Esto permite el uso confiable de los valores obtenidos por tratamiento en cada huerto para la construcción del modelo de predicción, ya que las curvas obtenidas para cada agrupación reflejan un comportamiento similar y con altos valores de ajuste, lo cual se ve claramente en la Figura 2.

Al comparar las curvas obtenidas de los tratamientos con trabajos de otros autores se pueden obtener interesantes conclusiones. Al respecto, Tonutti *et al.*,(1993) encontró que el tratamiento de la fruta con temperatura afecta de manera diferente la tasa de ablandamiento. Así, fruta almacenada a 20°C en comparación con la mantenida a 0°C, alcanzaría una firmeza de 9 lb. después de 14 días de almacenamiento. En el presente estudio esta condición la muestra la curva ajustada de ablandamiento del T3, el cual en el G1, dicho momento ocurrió a los 16 días después de cosecha (DDC), para el T3 del G2 a los 28 DDC, mientras que para el T3 del G3 fue a los 19 DDC, por lo que existe similitud entre lo obtenido por Tonutti, *et al.*, (1993) con el G1 y G3, pero no con el G2.(Figura 2).

En los mismos ensayos, Tonutti *et al.*,(1993) señala que cuando el etileno (1ppm) fue adicionado al flujo de aire la fruta llegó a las 9 lb después de 10 días. En el caso de los tratamientos T1 y T2, a los cuales se les adicionó etileno, la fruta llegó a las 9 lb. a los 12 y 10 DDC respectivamente en el G1, mientras que para el G2 esto ocurrió a los 22 y 28 DDC y para el G3 a los 26 y 19 DDC.(Figura 2).

De lo anterior podría inferirse que la fruta de los huertos que se encuentran en el G1 presentan un comportamiento más parecido al registrado por otros autores, sin embargo ha de considerarse que las dosis aplicadas en este estudio fueron mayores. Tales diferencias pueden deberse al efecto de las condiciones climáticas, ya que se ha visto que los kiwis presentan diferentes patrones de ablandamiento entre huertos de diferente ubicación geográfica (Harman y Hopkirk, 1982).

Por otro lado, se ha observado que los kiwis cosechados a una madurez temprana (menor a 5,5 °Brix) tienen una curva de ablandamiento trifásica similar a la obtenida en manzanas (MacRae, *et al.*, 1989). Sin embargo, los kiwis cosechados con una madurez tardía (MacRae, *et al.*, 1989), peras y nectarines tienen una curva de ablandamiento bifásica sin una fase inicial de ablandamiento discernible. Sin embargo, el cosechar kiwis con valores

de madurez inferiores a 5,5 °Brix impiden que éstos lleguen con una acumulación de °Brix deseable para su consumo. (Johnston *et al.*, 2001)

A lo anterior se suma el hecho de que los mecanismos físicos o fisiológicos que controlan la transición entre las tres fases de ablandamiento no son conocidos. La duración de la fase inicial de lento ablandamiento podría ser influenciada por la madurez a cosecha, como sucede en peras y kiwis (MacRae, *et al.*, 1989).

Johnston *et al.*, (2001), señalan que la naturaleza de la curva de ablandamiento en manzanas puede depender de la temperatura a la cual la fruta fue almacenada y medida, ya que cuando fueron almacenadas y medidas a la misma temperatura, las curvas de ablandamiento resultantes fueron trifásicas. Sin embargo, cuando la firmeza fue medida en fruta equilibrada a una temperatura diferente de la temperatura de almacenamiento (por ejemplo, almacenada a 0°C y medida a 20°C), la curva de ablandamiento resultante no tuvo una fase de ablandamiento inicial lento y aparece como bifásica.

Un comportamiento similar se registró en los resultados obtenidos en el presente estudio para el T4 en todos los huertos y los grupos, cuya curva ajustada de ablandamiento (Figura 1 y 2) se presenta bifásica, lo que puede deberse a que la fruta sacada de frío (0°C) fue posteriormente aclimatada hasta 20°C para realizar las mediciones tanto de firmeza como de sólidos solubles. Además la fruta fue cosechada con valores entre 5,8 a 7,4 °Brix, lo cual se encuentra por sobre los 5,5°Brix que permiten visualizar una curva de ablandamiento trifásica.

Para estimar en que medida la utilización de los tratamientos de maduración acelerada permiten predecir el tiempo que demorará la fruta en frío convencional en alcanzar determinada madurez, se calcularon las correlaciones entre los valores de T4 y del resto de los tratamientos (Cuadro 6) en cada grupo para el segmento entre 4 lb. y 8 lb. ya que es aquí donde interesa lograr altos valores de predicción.

### **Correlaciones entre tiempos en cada grupo para los distintos tratamientos.**

Dichas correlaciones para el segmento entre las 4lb y 8lb. de firmeza de pulpa, se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Correlaciones entre días obtenidos en cada grupo en el segmento entre 4lb.y 8lb. entre los tratamientos.

	Grupo 1			Grupo 2			Grupo 3		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
T4	0,83 <sup>/1</sup>	0,90	0,98	0,96	0,96	0,75	0,92	0,92	0,94
	0,005 <sup>/2</sup>	0,001	0,001	0,003	0,002	0,083	0,000	0,000	0,000

<sup>/1</sup> Coef. de correlación de Pearson

<sup>/2</sup> P-valor

Como se advierte en el Cuadro 4, el comportamiento de la firmeza de la fruta en T4 está altamente correlacionado con los tres tratamientos en los tres grupos ( $r$  sobre 0,75 en todos los casos y la mayoría sobre 0,9). Estos valores determinan en el caso del G1 una correlación más alta entre el T4 y el T3, para el G2 entre el T4 y el T1 y el T2 y en el caso del G3 entre el T4 y el T3. Esto permitió elegir el mejor método de maduración acelerada que debiera aplicarse para predecir una determinada firmeza entre 4 lb. y 8 lb., dependiendo de la zona climática en donde se encuentre el huerto.

Con los valores utilizados para la realización de las correlaciones, se efectuaron regresiones lineales para los tratamientos que presentaron el valor de correlación más alto con el T4 en cada grupo.

Cuadro 5. Regresiones entre el T4 y el tratamiento con mayor valor de correlación de cada grupo.

<b>Grupo</b>		$\beta_0$	$\beta_1$	$R^2$
<b>1</b>	T4 y T3	9,04	2,51	95,5%
<b>2</b>	T4 y T1	28,8	1,76	91,4%
<b>2</b>	T4 y T2	13,8	2,05	92,3%
<b>3</b>	T4 y T3	9,7	1,88	88,0%

Es posible constatar los altos valores de ajuste obtenidos en las regresiones realizadas, por lo que, los valores estimados en cada caso se encontraron bastante cerca de aquellos que se obtuvieron de las curvas por huerto y tratamiento de la Figura 1. La diferencia ocurrida en el G2 es bastante poca por lo que los valores estimados debieran ser muy cercanos entre sí, sin embargo en el Cuadro 6, se dejó el T2 por que lograba valores más cercanos a los del T4.

Considerando el tiempo que demoró la fruta en alcanzar las 4 lb., 6 lb. y 8 lb. por huerto y tratamiento en cada grupo (Figura 1), se estimó a partir del tratamiento con el cual se realizó la regresión en cada caso, el tiempo en que la fruta alcanzará una determinada firmeza, 4 lb., 6 lb. y 8 lb., en el T4.(Cuadro 6).

Cuadro 6. Tiempo de ablandamiento obtenidos a partir de T1, T2 y T3, a 4 lb., 6 lb. y 8 lb. por huerto y tratamiento en cada grupo y tiempo estimado por regresión.

Grupo	Firmeza	Huerto	Días obtenidos de la curva de ablandamiento				Días estimados	
			T1	T2	T3	T4	$T4(T3)^{1/2}$	
1	4 lb.	Vergara	34	44	* <sup>/1</sup>	126	*	
		Simonetti	27	27	36	98	99	
		Frutal	35	36	32	92	89	
				<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T4(T3)</b>
	6 lb.	Vergara	24	35	*	93	*	
		Simonetti	19	18	26	71	74	
		Frutal	26	26	23	71	67	
				<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T4(T3)</b>
	8 lb.	Vergara	17	28	*	71	*	
Simonetti		13	12	19	51	57		
Frutal		19	19	17	55	52		
2	4 lb.		<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T4(T2)</b>	
		Los Pilos	47	48	54	108	112	
		San Manuel	40	42	37	108	100	
	6 lb.		<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T4(T2)</b>	
		Los Pilos	36	38	43	89	92	
		San Manuel	29	32	26	83	79	
	8 lb.		<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T4(T2)</b>	
		Los Pilos	28	31	36	73	77	
		San Manuel	20	25	19	65	65	
3	4 lb.		<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T4(T3)</b>	
		Alegría Puertas	57	49	61	131	124	
		Berenguer	42	40	37	89	79	
	6 lb.	Rudnick	46	39	44	80	92	
			<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T4(T3)</b>	
		Alegría Puertas	45	37	48	100	100	
	8 lb.	Berenguer	31	30	27	69	60	
		Rudnick	35	30	33	62	72	
			<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T4(T3)</b>	

<sup>/1</sup> Se encontraba bajo la influencia de una fuente de calor adicional no considerada para el estudio, la cual mantenía la fruta a una temperatura mayor a los 20°C, entregando resultados anómalos a los considerados bajo condiciones normales para el ablandamiento.

<sup>/2</sup> T4(Tj) significa días estimados para T4 en términos de Tj.

Los resultados obtenidos de las curvas, varían considerablemente entre los huertos y los grupos, sea para 4 lb., 6 lb. u 8 lb. Tal variación permite que el modelo de predicción no

esté acotado a una situación particular y sea extensible, ya que los huertos con los que se trabajó se encuentran distribuidos de la V a VII Región y, por lo tanto, en diferentes climas, tipos de suelo y manejo agronómico.

Las regresiones calculadas entregan valores estimados muy cercanos a los valores obtenidos para T4 en cada uno de los grupos, y con un muy buen ajuste ya que los valores de  $R^2$  son suficientemente altos. Esto se puede verificar en los siguientes gráficos.

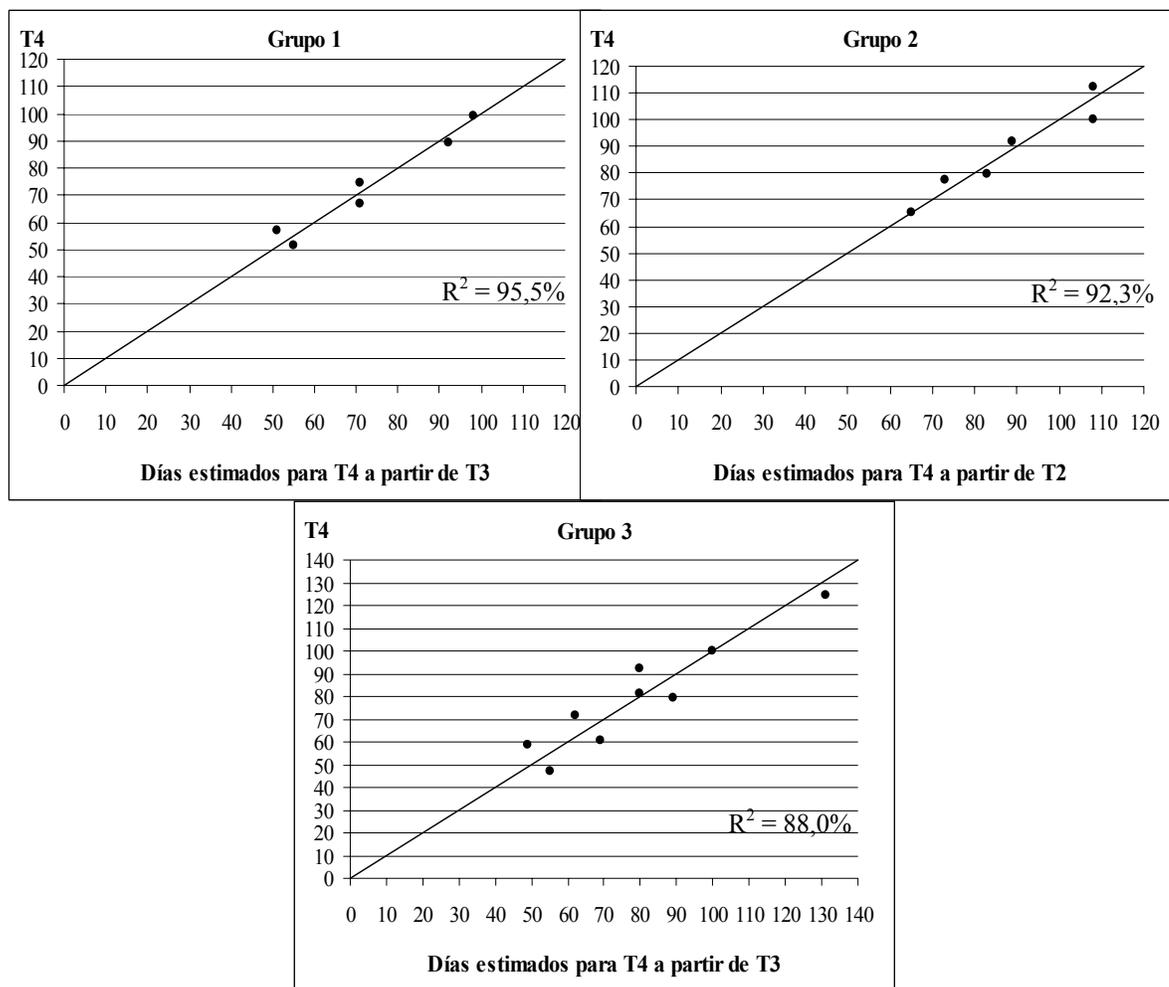


Figura 3. Verificación del grado de ajuste entre valores obtenidos por grupo y los estimados por el modelo.

Como se puede apreciar en la Figura 3, las regresiones entregan puntos muy cercanos a la línea de bisectriz, por lo que el modelo de predicción cumpliría su objetivo satisfactoriamente.

### Estimación de DDC e IA.

Utilizando las ecuaciones de las curvas ajustadas para cada uno de los grupos y sus tratamientos (Figura 2) se calcularon DDC e IA para 4lb., 6lb. y 8lb.

Cuadro 7. DDC e IA para 4lb., 6lb. y 8lb., obtenidos de las curvas de ablandamiento por grupo.

	4 lb.				6 lb.				8 lb.				
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	
<b>DDC</b>	<b>G1</b>	34	33	36	107	22	21	25	77	15	13	19	59
	<b>G2</b>	44	49	49	109	32	38	38	85	25	31	31	71
	<b>G3</b>	49	45	51	99	37	31	34	73	30	22	24	58
<b>IA</b>	<b>G1</b>	0,38	0,38	0,36	0,12	0,49	0,52	0,43	0,14	0,58	0,67	0,46	0,15
	<b>G2</b>	0,34	0,31	0,31	0,14	0,41	0,35	0,35	0,15	0,45	0,36	0,36	0,16
	<b>G3</b>	0,28	0,31	0,27	0,14	0,32	0,39	0,35	0,16	0,33	0,44	0,41	0,17

Entre los valores calculados en el Cuadro 7, es posible apreciar una diferencia tanto en los DDC como en el IA estimados entre el G1 y los otros grupos. En el caso de los DDC estos son menores en comparación con el G2 y G3 y el IA es mayor, lo que implica que la fruta de los huertos del G1 tiene un ablandamiento más acelerado y en consecuencia sería posible predecir con más anticipación lo que sucederá con las partidas de estos huertos en almacenamiento refrigerado.

La aplicación de 3ppm de etileno a la fruta no genera una mayor diferencia respecto a no aplicarlo al comparar el T1 (3ppm de etileno + 20°C) con el T3 (20°C) cuando se estima el tiempo en que se alcanzan las 4 lb. pero si la hay cuando se estima para las 8 lb. de firmeza.

Es posible constatar que el IA va disminuyendo a medida que las estimaciones se hacen a firmezas menores ya que en esta fase del ablandamiento de los kiwis (Figura 1 y 2), tienen tasas menores. La relación T4/T1 ó T2 ó T3, estimada para los DDC e IA en cada firmeza es siempre mayor a 2 incluso en algunos casos mayor a 3 (principalmente en el G1), y con valores similares en cada caso, lo que permite inferir que la fruta en T4 demora más del doble en alcanzar una determinada firmeza que los tratamientos de maduración acelerada, y su tasa se mantuvo casi sin variación en el tiempo resultando algo mayor a mayores firmezas.

De lo anterior, cabe mencionar que un almacenamiento exitoso de kiwis depende de varios factores que incluyen la remoción completa del etileno desde la atmósfera de almacenamiento, ya que los kiwis son extremadamente sensibles a concentraciones de etileno tan bajas como 0,01µl/l incluso bajo condiciones óptimas de atmósfera controlada. (McDonald y Harman, 1982; Arpaia *et al.*, 1985).

Al observar las curvas ajustadas de ablandamiento, tanto en su estimación por huerto y tratamiento (Figura 1) como por grupo (Figura 2), se advierte la existencia de dos fases de ablandamiento: una inicial en la cual la fruta se ablanda más rápido y una final en la cual la tasa de ablandamiento disminuye sustancialmente, lo que se puede constatar al considerar el ablandamiento semanal producido.

Cuadro 8. Tasa de ablandamiento semanal para cada grupo y tratamiento.

	DDC	7	14	21	56	63	70	127	134	141
	Semana	1	2	3	8	9	10	18	19	20
<b>G1</b>	<b>T1</b>	3,16	2,45	1,89	0,52	0,40	0,31 <sup>*/1</sup>			
	<b>T2</b>	2,65	2,09	1,64	0,50	0,39	0,31*			
	<b>T3</b>	4,40	3,29	2,47	0,58	0,43	0,32*			
	<b>T4</b>	1,86	1,67	1,51	0,90	0,81	0,73	0,32	0,29	0,26*
<b>G2</b>	<b>T1</b>	3,61	3,35	2,61	0,74	0,58	0,45*			
	<b>T2</b>	5,52	4,99	3,78	0,95	0,72	0,55*			
	<b>T3</b>	5,29	4,79	3,65	0,94	0,72	0,55*			
	<b>T4</b>	2,85	2,98	2,63	1,40	1,23	1,09	0,40	0,35	0,31*
<b>G3</b>	<b>T1</b>	4,13	3,86	3,01	0,88	0,69	0,54			
	<b>T2</b>	2,58	2,45	1,98	0,68	0,55	0,44			
	<b>T3</b>	2,07	2,03	1,70	0,69	0,57	0,48			
	<b>T4</b>	2,02	2,12	1,88	1,04	0,92	0,82	0,32	0,28	0,25*

<sup>1</sup>\* Valor estimado ya que la fruta de los tratamientos no duró tal cantidad de días.

Al estimar las tasas de ablandamiento semanal para cada tratamiento (Cuadro 8), se comprueba el hecho de que estas dos fases están bien determinadas. En el caso del T1 la tasa de ablandamiento fue mayor en el G3 y menor en el G1 tanto al inicio como en el final. Para el T2, el ablandamiento fue más rápido en el G2, y similar entre el G1 y G3, tanto al inicio y como al fin. Para el T3 la tasa fue mayor en el G2 luego en el G1, mientras que para el G3 esta fue similar al del T2 del mismo grupo y del G1. Para el T4, el ablandamiento fue menor que para los tratamientos de maduración acelerada, siendo algo mayor lo experimentado en el G2, luego entre la 8ª y 10ª semana los valores tienden a igualarse para finalizar entre la 18ª y 20ª semana con tasas de ablandamiento prácticamente iguales. Cabe destacar que al inicio el T4 del G3 tuvo valores similares a los tratamientos T2 y T3 del mismo grupo.

Es posible determinar que el ablandamiento es más rápido en la fruta de los huertos que componen el G2, mientras que el G1 y el G3 se comportan de manera similar. Por lo cual es posible que, en general, la fruta del G2 tenga una vida de postcosecha menor al resto y, por lo tanto, debiera segregarse anticipadamente del resto de la fruta. Esto permite verificar el hecho de que la curva que caracteriza el ablandamiento de los kiwis presenta dos etapas

muy bien delimitadas: la primera e inicial en la cual se produce un descenso muy acelerado de la firmeza de la fruta y una posterior en la cual el ablandamiento se produce a tasas menores y más constantes.

McDonald *et al.*, (1982, citado por Tonutti *et al.*, 1993) señaló que la pérdida de firmeza tiene dos etapas caracterizadas por distintas tasas de ablandamiento. Durante la fase inicial, la fruta almacenada al aire se ablanda rápidamente a una tasa mayor de 3,31 lb. por semana, mientras que en la parte final la tasa disminuyó a 0,22 lb. por semana. Estos resultados son similares a los obtenidos en este estudio en los promedios por tratamiento de las tres primeras semanas de medición para los tratamientos de maduración acelerada, pero en el caso del T4 (FC) el promedio fue menor. Si bien los valores iniciales son parecidos no los son tanto los finales, los cuales son mayores para T1, T2 y T3, y son más similares a los calculados para T4. Para todos los tratamientos y grupos la tendencia es la misma, ya que en las primeras semanas el ablandamiento fue muy rápido para luego ser más lento y a una tasa más constante.

### Evolución de los sólidos solubles (°Brix).

La evolución de los °Brix de los tres grupos separados por tratamiento permite comparar cómo este parámetro varía en el tiempo y en cada tratamiento realizado. (Figura 4)

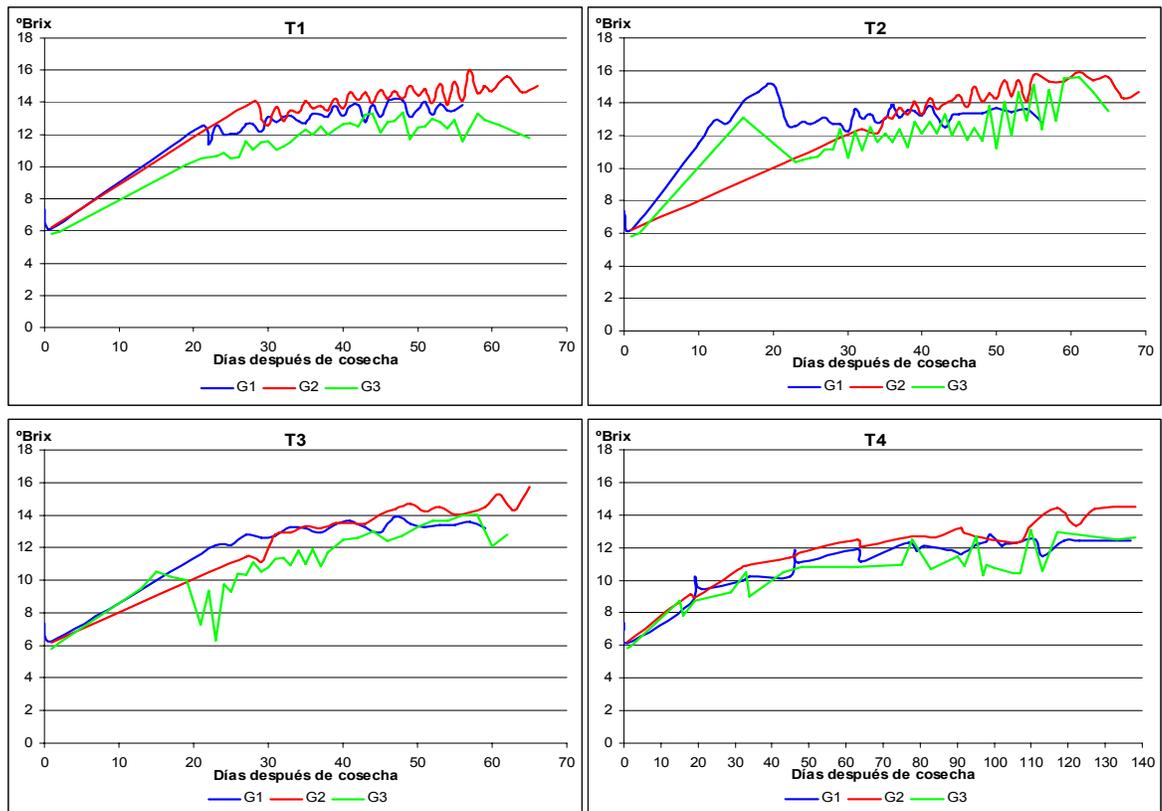


Figura 4. Evolución de los °Brix en los grupos separados por tratamiento.

La Figura 4 permite ver que grupo y en que tratamiento la acumulación de °Brix es mayor. Estas curvas se realizaron promediando los °Brix por tratamiento por grupo, hasta que el promedio de la firmeza de pulpa alcanzara aproximadamente las 2lb.

En los resultados obtenidos, la acumulación de sólidos solubles (°Brix) para T1, T2 y T3 fue mayor que para el T4, llegando en los tres primero a aproximadamente 15°Brix, mientras que el T4 llegó sólo a un poco más de 14°Brix. En todos los casos la fruta del G2 acumuló más °Brix que los otros grupos, aunque el G1 era bastante similar, siendo el G3 el que menor cantidad acumuló. Es posible constatar que hubo un rápido incremento de °Brix en los primeros 30 días para luego aumentar de manera más paulatina. Cabe mencionar que los tratamientos T1 y T2 acumularon °Brix más rápido que el T3, lo cual es contrario a lo señalado por MacRae *et al.*, (1989) donde se indica que la fruta madurada sin etileno a 20°C acumula °Brix más rápido que aquellos que lo son con etileno a la misma temperatura.

En relación a lo obtenido por Ritenour *et al.*, (1999) quien realizó ensayos en los cuales se preacondicionaron kiwis con etileno (100 µl/l por 24 y 12 h) y luego se mantuvieron a 20°C, además de un control que se mantuvo en atmósfera libre de etileno a 0°C. Según lo esperado los kiwis se ablandaron y acumularon sólidos solubles (°Brix) mucho más rápido cuando fueron madurados a 20°C que a 0°C, lo cual coincide con este estudio ya que al ver las curvas del T3 y del T4 se ve que a una misma cantidad de días después de cosecha el T3 posee mayor cantidad de °Brix, en los tres grupos.

Al relacionar la evolución de los °Brix con el IA, es posible mencionar que en ambos casos se presenta una curva de tipo bifásica, la cual durante los primeros 30 días hay un ablandamiento acelerado por una parte y por otra una rápida acumulación de °Brix, la que disminuye considerablemente hacia el final de la vida de la fruta, cabe mencionar que existen diferencias claras entre los grupos al unos acumular mayor cantidad de °Brix que otros, lo que en este caso se relacionaría con el IA, ya que el G3 es el que presenta un IA más bajo durante los primeros 30 días y a la vez es el que menos °Brix acumula, mientras que el G2 es el que más rápido acumula °Brix y es el que posee un IA mayor al resto, lo que indicaría una relación entre los °Brix con que se cosecha la fruta y la rapidez con la que esta se ablanda.

Al respecto, Kim *et al.*(1999) señala que los frutos de kiwi que son madurados a 20°C, responden más a bajas concentraciones de etileno y se ablandan más rápidamente cuando se cosechan a °Brix mayores. Esto aconteció en el huerto Simonetti el cual se cosechó con 7.9°Brix y fue el que más rápidamente se ablandó en los tratamientos de maduración acelerada. (Figura 1 y Cuadro 6) Por el contrario, el huerto Alegría Puertas se cosechó con 5,8°Brix y fue el huerto que más demoró en ablandarse en dichos tratamientos. Por el contrario, el huerto Berenguer, que se cosechó con 5,9°Brix fue uno de los huertos que más rápido se ablandó, sin embargo presenta un menor porcentaje de materia seca (%MS) respecto a Alegría Puertas (Cuadro 2), lo que indicaría algún tipo de influencia en el ablandamiento del %MS a cosecha, lo cual se comentará a continuación.

### Análisis para clasificación agronómica

Se realizó una separación de los huertos de acuerdo al tiempo que la fruta demoró en llegar a 4 lb. de firmeza de pulpa en frío convencional (T4) en lentos, medios y rápidos. Se consideraron huertos lentos a aquellos en los cuales la fruta en frío convencional duró desde cosecha hasta alcanzar 4 lb. de firmeza más de 100 días, huertos medios a aquellos en que esto sucedía entre 90 y 100 días y huertos rápidos a aquellos en que la fruta duraba menos de 90 días. Se procedió a realizar los mismos análisis que se efectuaron para los grupos del modelo de predicción de acuerdo a esta nueva agrupación, para de esta manera determinar que factores pudieran influir en el ablandamiento, de acuerdo a los parámetros estudiados en el proyecto Fondef D021-1058, mediante Andeva y prueba de Tukey.

Esta nueva agrupación es difícil de llevar a la práctica ya que es dificultoso saber con certeza cuantos días demora la fruta de un huerto en particular en alcanzar las 4 lb. puesto que en los “packings” los envíos de fruta responden a condiciones comerciales y no agronómicas, por lo que las partidas enviadas al extranjero son bastantes heterogéneas. Por lo tanto esta nueva agrupación sólo podría responder a los huertos que están incluidos en el proyecto, a los cuales se les ha efectuado un acucioso seguimiento.

#### Correlaciones entre tiempos en cada grupo para los distintos tratamientos.

Dichas correlaciones para el segmento entre las 4lb y 8lb. de firmeza de pulpa, se presentan en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Correlaciones entre días obtenidos en cada grupo en el segmento entre 4lb.y 8lb. entre los tratamientos.

	Lento			Medio			Rápido		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
<b>T4</b>	0,79 <sup>/1</sup>	0,93	0,85	0,85	0,83	0,98	0,86	0,97	0,77
	0,002 <sup>/2</sup>	0,000	0,004	0,034	0,041	0,001	0,028	0,001	0,07

<sup>/1</sup> Coef. de correlación de Pearson

<sup>/2</sup> P-valor

Como se advierte en el Cuadro 9, y al igual que en las correlaciones por grupos climáticos, el comportamiento de la firmeza de la fruta en T4 está altamente correlacionado con los tres tratamientos en los tres grupos ( $r$  sobre 0,77 en todos los casos). Existe una alta correlación en el grupo lento entre el T4 y el T2, en el medio con el T3 y en el rápido con el T2, al contrario de los resultados por grupos climáticos, lo que implica que no existe un tratamiento que permita predecir el tiempo de ablandamiento en cualquier situación.

Con los valores utilizados para la realización de las correlaciones, se efectuaron regresiones lineales para los tratamientos que presentaron el valor de correlación más alto con el T4 en cada grupo.

Cuadro 10. Regresiones entre el T4 y el tratamiento con mayor valor de correlación de cada grupo.

Grupo		$B_0$	$\beta_1$	$R^2$
Lento	T4 y T2	3,7	2,48	87,1%
Medio	T4 y T3	9,04	2,51	95,5%
Rápido	T4 y T2	6,15	1,98	94,1%

Los altos valores de ajuste obtenidos en las regresiones realizadas, permitieron estimar los días que demorará la fruta en llegar a una determinada firmeza entre 4 lb. y 8 lb. con un grado de ajuste significativo, tal como se muestra en la Figura 5. y cuyos valores se presentan en el Apéndice I.

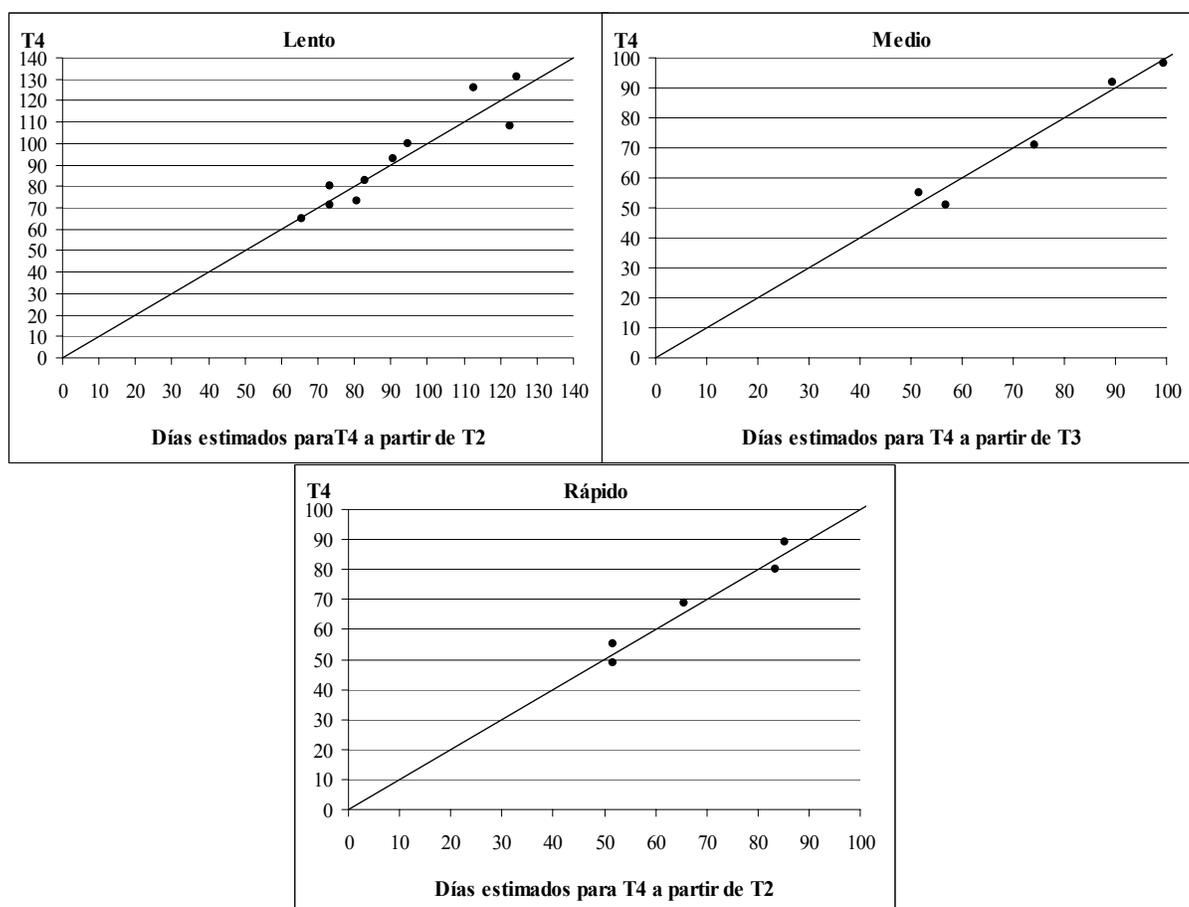


Figura 5. Verificación del grado de ajuste entre valores obtenidos por grupo y los estimados por el modelo para el grupo lento, medio y rápido.

Como se puede apreciar en la Figura 5 y al igual que en la Figura 3, las regresiones entregan puntos muy cercanos a la línea de bisectriz, por lo que el modelo de predicción, en este nuevo agrupamiento, también cumpliría su objetivo satisfactoriamente.

Como la agrupación de los huertos en grupo lento, medio y rápido, responde más bien a variables agronómicas, se realizó mediante Andeva y prueba de Tukey, un análisis estadístico que se basó en los datos de las variables establecidas en el proyecto Fondef D021-1058, para determinar cuales influyen en este tipo de comportamiento independiente de los tratamientos a los cuales fue sometido la fruta, ya que todas las variables son de precosecha o cosecha y ninguna de postcosecha.

### **Análisis estadístico de variables para diferencias significativas entre grupos.**

En el Cuadro 11, se presenta el análisis estadístico para las variables, 18 en total, que se consideraron de mayor relevancia para la estimación de un modelo de predicción del ablandamiento de los frutos de kiwi con variables de huerto, precosecha y postcosecha. El significado de la nomenclatura utilizada se encuentra en el Anexo I.

Cuadro 11. Análisis estadístico de las variables relevantes del proyecto Fondef D021- 1058 para el grupo lento, medio y rápido.

	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>B</b>	<b>FC</b>	<b>SSC</b>	<b>MSC</b>
L <sup>1</sup>	2,57 a <sup>2</sup>	0,26 b	2,20 a	3,35 a	0,46 a	93,5 a	18,17 a	6,47 a	16,66 a
M	2,41 a	0,21 a	2,72 b	3,31 a	0,31 b	99,5 a	16,45 b	15,48 a	15,48 b
R	2,32 a	0,25 b	2,12 a	3,94 b	0,45 a	56,5 b	16,10 b	6,33 a	14,33 c
	<b>Li</b>	<b>Bi</b>	<b>Ci</b>	<b>SC</b>	<b>MB</b>	<b>Mg2</b>	<b>Ca2</b>	<b>%N</b>	<b>CF</b>
L	61,6 ab	38,05 a	42,77 a	71,56 a	28,12 a	93,91 a	200,79a	1,14 a	3,75 a
M	61,15 a	37,43 ab	42,02 ab	75,56 ab	11,76 b	89,92 a	204,07a	1,27 b	4,67 a
R	62,54 b	37,02 b	41,47 b	81,94 b	10,3 b	105,99 b	176,92b	1,48 c	2,94 c

<sup>1</sup>L: lento; M: medio; R: rápido.

<sup>2</sup> Letras distintas indican diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ).

Utilizando la información del análisis estadístico es posible mencionar que las variables más importantes que influyen en el tiempo de ablandamiento de la fruta sometida a sistemas de maduración acelerada y en refrigeración convencional fueron el porcentaje de materia seca medido a cosecha (MSC), el porcentaje de nitrógeno del fruto (%N) y la carga frutal de la planta (CF).

## CONCLUSIONES

Es posible mediante maduración acelerada (utilización de temperatura y etileno) obtener predicciones del comportamiento de la fruta en frío convencional, las que son suficientemente confiables a nivel experimental, y promisorias para su uso real.

En la clasificación climática como en la agronómica, la agrupación de los huertos permite alcanzar altos valores de ajuste en las estimaciones del modelo.

Los distintos tratamientos de maduración forzada presentan diferencias, dependiendo de la agrupación a la cual hayan sido sometidos los huertos.

En el caso de la agrupación climática, de acuerdo al criterio de Fondef D021-1058, el tratamiento que mejor se correlacionó con T4 (FC) fue el T3 (20°C), lo que indica que no parece necesaria la utilización de una dosis de etileno para buscar un resultado similar, cuando se conoce la ubicación geográfica del huerto.

Para la agrupación por tiempo de ablandamiento, el tratamiento que mejor se correlacionó con T4 fue el T2, por lo que, cuando es posible tener un registro acucioso de las partidas de fruta de un huerto particular, la aplicación de la dosis de etileno (5ppm) entrega resultados igualmente satisfactorios y en menos tiempo.

En ambas formas de agrupación, el T2 y T3 son métodos rápidos para estimar el tiempo en que la fruta alcanzará cualquier firmeza entre 4 lb. y 8 lb., lo que posibilita una segregación de partidas con mayor anticipación, mientras que el T1 no lo es en ningún caso, lo que implica que las dosis de etileno utilizadas generan un efecto sustancialmente diferenciador entre T1 y T2.

Es necesario estudiar el nivel de influencia de la o las variables que influyen en el ablandamiento de los frutos de kiwi, para lograr una mejor homogenización de la fruta a exportar.

## BIBLIOGRAFÍA

Arpaia, M., G.F. Mirchell, A.A. Kader and G. Mayer. 1985. Effects of 2% O<sub>2</sub> and varying concentrations of CO<sub>2</sub> with or without C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> on storage performance of kiwifruit. *J.Amer. Soc. Hort. Sci.*, 110: 200-203.

Arpaia, M., G.F. Mirchell and A.A. Kader. 1994. Postharvest physiology and causes of deterioration 88-93. *In: Hasey J.K., Johnson R.S., Grant J.A, Reil, W.O (Eds). Kiwifruit Growing and Handling. Publ 3344. University of California. Div. Agric. Nat. Res. 134 pp.*

Beever, D.J. and G. Hopkirk. 1990. Fruit development and fruit physiology. 97-126. *In: Warrington I. J., Weston G. C. (Eds). Kiwifruit: Science and Management. Ray Richards Publ. N.Z. Soc. Hort. Sci., Auckland, 576 pp.*

Benge, J.R., H.N. De Silva, N.H. Banks and P.S. Jeffery. 2000. Empirical modelling of postharvest changes in the firmness of kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology* 19: 211-220.

Crisosto, C.H., Garner, D., Crisosto and G.M., Kaprielian, R. 1997. Kiwifruit preconditioning protocol. *Acta Horticulturae (ISHS)* 444: 555-560.

Crisosto, C., D. Garner and K. Saez. 1999. Kiwifruit size influences softening rate during storage. *California Agriculture*. 53(4): 29-31.

FAO. 2006. La dirección de Estadística. Disponible en:  
[http://faostat.fao.org/faostat/servlet/XteServlet3?Areas=40&Areas=156&Items=592&Elements=91&Elements=92&Years=2004&Years=2003&Years=2002&Format=Table&Xaxis=Years&Yaxis=Countries&Aggregate=&Calculate=mean+std\\_dev&Domain=SUA&ItemTypes=Trade.CropsLivestockProducts&language=ES](http://faostat.fao.org/faostat/servlet/XteServlet3?Areas=40&Areas=156&Items=592&Elements=91&Elements=92&Years=2004&Years=2003&Years=2002&Format=Table&Xaxis=Years&Yaxis=Countries&Aggregate=&Calculate=mean+std_dev&Domain=SUA&ItemTypes=Trade.CropsLivestockProducts&language=ES). Leído el 26 de marzo 2006

Gil, G. 2004. Fruticultura: madurez de la fruta y manejo postcosecha: frutas de climas templado y subtropical y uva de mesa. Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía Universidad Católica de Chile. 413 p.

Hall, A.J., G.J. Kenny, P.T. Austin and H.G. McPherson. s.a. Changes in Kiwifruit Phenology with Climate. Disponible en:  
[http://www.waikato.ac.nz/igci/climpacts/Linked%20documents/Chapter\\_3.pdf](http://www.waikato.ac.nz/igci/climpacts/Linked%20documents/Chapter_3.pdf). Leído el 15 de Junio de 2006.

Harker, F., R. Redgwell, I. Hallet, S. Murray and G. Carter. 1997. Texture of fresh fruit. *Hort. Rev.* 20: 121-124.

- Harman, J., and G. Hopkirk. 1982. Kiwifruit: testing for maturity. *AglinkHPP213* (1st rev.). Wellington, New Zealand, Ministry of Agriculture and Fisheries. 3 p.
- Hewett, E., H. Kim and N. Lallu. 1999. Postharvest physiology of kiwifruit: the challenges ahead. *Acta Horticulturae* (ISHS) 498: 203-216.
- Hopkirk, G., W. Snelgar, S. Horne and P. Manson. 1989. Effect of increased preharvest temperature on fruit kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Journal of Horticultural Science*. 64 (2): 227-237.
- Johnston, J.W., E.W. Hewett, L.A.T. Maarten, M. Hertog and F.R. Harker. 2001. Temperature induces differential softening responses in apple cultivars. *Postharvest Biology and Technology* 23 (3): 185-196.
- Kader, A. 2000. Ethylene May Accelerate Deterioration of Horticultural Perishables. *Management of Fruit Ripening*, Hort. Series. 9: 89.
- Kim, H., E. Hewett and N. Lallu. 1999. The role of ethylene in kiwifruit softening. *Acta Horticulturae* (ISHS) 498:255-262.
- Lallu, N., A. Searle and E. Mac Rae. 1989. An investigation of ripening and handling strategies for early season kiwifruit. *J. Sci. Food Agr.* 47: 387-400.
- Lallu, N., C. Yearsley and H. Elgar. 1992. Storage temperature affects the quality of kiwifruit. *Fourth Nat. Kiwifr. Res. Conf., N. Z. Kiwifruit. Mark. Board, July 6-7, Rotorua. N. Z.*
- Mac Rae, E., N. Lallu, A. Searle and J. Bowen. 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.
- Mac Rae, E., and R. Redwell. 1992. Softening in kiwifruit. *Postharvest News Inform.*3: 49-52
- Mc Donald, B. and J. Harman. 1982. Controlled atmosphere storage of kiwifruit. I. Effect on fruit firmness and storage life. *Scientia Hort.* 17: 113-123.
- Mitchell, F.G. 1986. Influence of cooling and temperature maintenance on stone fruit quality. *Decidious Fruit Grower* 36: 205-211.
- Mitchell, F.G., G. Mayer and B. Biasi. 1991. Providing continuous ethylene removal and its effect along with fruit maturity and fruit temperature on long term storage performance of Hayward kiwifruit. Report to the California Kiwifruit Commission.

Mitchell, F.G. 1994. Chapters on postharvest physiology and handling of kiwifruit. In kiwifruit growing and handling 3344. University of California.

Morton, J. 1987. Kiwifruit. *In*: Fruits of warm climates. Disponible en: [http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/kiwifruit\\_ars.html](http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/kiwifruit_ars.html). Leído el 19 de septiembre de 2005.

Prasad, M. and T. Spiers. 1992. The effect of nutrition on the storage quality of kiwifruit (A review). *Acta Hort. (ISHS)* 297: 579-586.

Retamales, J., T. Cooper and J. Montealegre. 1997. Effects of curing and cooling regime on ethylene production and storage behaviour of kiwifruit. *Acta Horticulturae (ISHS)* 444:567-572.

Ritenour, M., C. Crisosto, D.T. Garner, G.W. Cheng and J.P. Zoffoli. 1999. Temperature, length of cold storage and maturity influence the ripening rate of ethylene-preconditioned kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology* 15: 107-115.

Santibañez, F. The EIMS methodology for assessing and monitoring desertification. P 1135-1168. En: Santibañez, F. Marin, V. 1998. An environmental information and modeling system for sustainable development. Universidad de Chile/ IBM International Foundation. Environmental Research Program Santiago, Chile. 296 p.

Stavroulakis, G., and E. Sfakiotais. 1997. Regulation by temperature of the propylene induced ethylene biosynthesis and ripening in Hayward kiwifruit. *Acta Hort. (ISHS)*. 444:529-534.

Tonini, G. 1992. La conservazione a lungo termine dell'actinidia per prevenire la Botrite e migliorare la qualità. *Erutticoltura* 9: 39-45.

Tonutti, P., C. Bonghi and A. Ramina. 1993. Ethylene biosynthesis and kiwifruit softening following different post-harvest treatments. *Advances in Horticultural Science* 7:149-151.

Wegrzyn, T., and E. Mac Rae. 1992. Pectinesterase, polygalacturonase, and beta-galactosidase during softening of ethylene treated kiwifruit. *HortScience*. 27(8):900-902.

## APÉNDICE I

Grupo	Firmeza	Huertos	Días obtenidos de la curva de ablandamiento				Días estimados	
			T1	T2	T3	T4	T4(T2)	
Buenos	4 lb.	Alegría Puertas	57	49	61	131	124	
		Vergara	34	44	* <sup>/1</sup>	126	113	
		Los Pilos	47	48	54	108	123	
		San Manuel	40	42	37	108	108	
			<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T4(T2)</b>	
	6 lb.	Alegría Puertas	45	37	48	100	95	
		Vergara	24	35	*	93	91	
		Los Pilos	36	38	43	89	98	
		San Manuel	29	32	26	83	83	
			<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T4(T2)</b>	
	8 lb.	Alegría Puertas	35	28	38	80	73	
		Vergara	17	28	*	71	73	
		Los Pilos	28	31	36	73	81	
		San Manuel	20	25	19	65	66	
	Medios	4 lb.	Simonetti	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T4(T3)</b>
			Frutal	27	27	36	98	99
6 lb.		Simonetti	35	36	32	92	89	
		Frutal	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T4(T3)</b>	
8 lb.		Simonetti	19	18	26	71	74	
		Frutal	26	26	23	71	67	
			<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T4(T3)</b>	
8 lb.		Simonetti	13	12	19	51	57	
		Frutal	19	19	17	55	52	
Malos		4 lb.	Berenguer	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T4(T2)</b>
			Rudnick	42	40	37	89	85
		6 lb.	Berenguer	46	39	44	80	83
	Rudnick		<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T4(T2)</b>	
	8 lb.	Berenguer	31	30	27	69	66	
		Rudnick	35	30	33	62	66	
			<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T4(T2)</b>	
	8 lb.	Berenguer	22	23	20	55	52	
		Rudnick	27	23	26	49	52	

/1 Se encontraba bajo la influencia de una fuente de calor adicional no considerada para el estudio, la cual mantenía la fruta a una temperatura mayor a los 20°C, entregando resultados anómalos a los considerados bajo condiciones normales para el ablandamiento.

## ANEXO I

<b>Variable</b>	<b>Significado</b>
<b>N</b>	Nitrógeno foliar (ppm)
<b>P</b>	Fósforo foliar (ppm)
<b>K</b>	Potasio foliar (ppm)
<b>Ca</b>	Calcio foliar (ppm)
<b>Mg</b>	Magnesio foliar (ppm)
<b>B</b>	Boro foliar (ppm)
<b>FC</b>	Firmeza a cosecha (lb.)
<b>SSC</b>	Sólidos solubles a cosecha (%)
<b>MSC</b>	Materia seca a cosecha
<b>Li</b>	L* interno
<b>Bi</b>	b* interno
<b>Ci</b>	C* interno
<b>SC</b>	Sombreamiento de copa visita 1 (%)
<b>MB</b>	Mediana del método de la barra ( $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ )
<b>Mg2</b>	Magnesio del fruto (mg/100g. Tr.S.)
<b>Ca2</b>	Calcio del fruto (mg/100g. Tr.S.)
<b>%N</b>	Nitrógeno del fruto
<b>CF</b>	Carga frutal