



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS

ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA DE TÍTULO

**EFEECTO DEL VIGOR DE LA PLANTA Y TAMAÑO DEL FRUTO SOBRE EL
POTENCIAL DE ABLANDAMIENTO DE FRUTOS DE KIWI EN LA ZONA
CENTRAL DE CHILE**

IVÁN JACINTO CORTÉS CARMONA

2005

SANTIAGO - CHILE

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

**EFEECTO DEL VIGOR DE LA PLANTA Y TAMAÑO DEL FRUTO SOBRE EL
POTENCIAL DE ABLANDAMIENTO DE FRUTOS DE KIWI EN LA ZONA CENTRAL
DE CHILE**

Memoria para optar al Título Profesional
de Ingeniero Agrónomo
Mención: Fruticultura

IVÁN JACINTO CORTÉS CARMONA

PROFESOR GUÍA

Tomás Cooper C.
Ingeniero Agrónomo, Dr. sc. agr.

CALIFICACIONES

6,7

PROFESORES CONSEJEROS

Julio Retamales A.
Ingeniero Agrónomo, Dr. sc. agr.

6,2

Rodrigo Infante E.
Ingeniero Agrónomo, Dr.

6,8

COLABORADOR

Antonella Gargiullo A.
Ingeniera Agrónoma.

SANTIAGO, CHILE
2005

*“Podemos arrojar piedras, quejarnos de ella,
tropezarnos con ellas, escalar sobre ellas,
o construir con ellas.”*

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis agradecimientos a todas las personas que colaboraron directa o indirectamente en el desarrollo de esta memoria y también a los que me han apoyado durante toda la carrera, especialmente a:

- Mis padres Iván Cortés, Silvia Carmona y a mi hermana Paulina, por el apoyo incondicional durante esta larga etapa y nunca desanimarse y por sobre todo por esperar y por todos los esfuerzos que han realizado por mí.
- Mi profesor guía Sr. Tomás Cooper C., por su ayuda y preocupación durante este período y a mis profesores consejeros por su cooperación y aportes en esta memoria.
- Antonella Gargiullo, por su ayuda y consejos que aportaron al término de este trabajo.
- Proyecto FONDEF “Control y predicción del ablandamiento precoz del kiwi chileno de exportación”, D021-I1058. Por el financiamiento y hacer posible la realización de esta investigación y a todos los productores y respectivos encargados de huerto, por su disposición para el desarrollo de esta memoria.
- Pía Correa, Ingrid Pino y Loreto González por su ayuda desinteresada que fue muy valiosa durante este tiempo.
- Mis amigos; Antonio Carreño, Patricio Jara, Carolina Guzmán, Daniel Becerra, Gonzalo Jerez, Alejandra Maldonado y Carolina Galdames, gracias por su amistad, consejos y constante ayuda y por haber estado conmigo en los buenos y en los malos momentos.

ÍNDICE

RESUMEN	1
SUMMARY	3
INTRODUCCIÓN	5
Hipótesis.....	6
Objetivo.....	6
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	7
Ablandamiento de los frutos de kiwi.....	7
Factores que influyen en el ablandamiento.....	7
Vigor de las plantas.....	8
Tamaño del fruto.....	9
MATERIALES Y MÉTODO	10
Ubicación de los ensayos.....	10
Materiales.....	11
Método.....	12
Diseño de los ensayos.....	13
Descripción de las etapas de los ensayos.....	14
Evaluaciones durante la temporada.....	14
Cosecha.....	15
Evaluaciones a cosecha.....	16
Evaluaciones durante el almacenamiento refrigerado.....	17
Cálculo del índice de ablandamiento (IA).....	18
Cálculo de los días a 4 lb (T4lb).....	18
Evaluaciones post-almacenamiento refrigerado.....	18
Diseño experimental.....	19
PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	20
Ensayo 1y 2: Efecto del vigor de las plantas	20

Caracterización de los tratamientos.....	20
Análisis nutricional de hoja y frutos.....	22
Características de los frutos a cosecha.....	23
Susceptibilidad al ablandamiento.....	25
Firmeza de pulpa.....	25
Concentración de sólidos solubles.....	27
Índice de ablandamiento y tiempo a 4lb.....	29
Evaluaciones post-almacenamiento refrigerado.....	31
Ensayo 3: Efecto del tamaño del fruto.....	32
Caracterización de las plantas.....	32
Análisis nutricional del fruto.....	33
Características de los frutos a cosecha.....	34
Color de los frutos.....	34
Susceptibilidad al ablandamiento.....	36
Firmeza de pulpa.....	36
Concentración de sólidos solubles.....	38
Índice de ablandamiento y tiempo a 4lb.....	41
Evaluaciones post-almacenamiento refrigerado.....	43
CONCLUSIONES.....	45
LITERATURA CITADA	46

RESUMEN

La investigación se basó en evaluar mediante ensayos el nivel de susceptibilidad al ablandamiento en almacenamiento refrigerado de frutos de kiwi provenientes de plantas con distinto vigor y el de frutos de distinto tamaño. Los ensayos se realizaron durante la temporada 2003-2004 en seis huertos de kiwi variedad 'Hayward', dos de ellos ubicados en Quinta de Tilcoco, VI Región, uno en Teno, VII Región y los tres restantes en diversas localidades de Curicó, VII Región.

En los ensayos de vigor se seleccionaron 4 plantas débiles y 4 plantas vigorosas de un mismo cuartel y de cuarteles diferentes dentro del huerto, con iguales condiciones de manejo agronómico. La fruta cosechada fue de tamaño medio (90-110 g). Para el ensayo de tamaño del fruto se seleccionaron 4 plantas, de las cuales se cosecharon frutos grandes (mayor o igual a 120 g) y pequeños (igual o menor a 75 g). La cosecha de ambos ensayos fue cuando los frutos alcanzaron en promedio 6,2-6,5 °Brix, los que posteriormente fueron sometidos a un proceso de curado por 48 hrs y luego almacenados en refrigeración convencional a 0° C, con 90% de humedad relativa y con control de etileno mediante convertidores catalíticos. Para evaluar el ablandamiento se realizaron cada 15 días muestreos a los frutos hasta que la firmeza de pulpa alcanzó en promedio 4 lb en cada repetición y tratamiento.

Durante el desarrollo de los ensayos se efectuaron diferentes evaluaciones:

- a) En la temporada de crecimiento, el porcentaje de sombreado de las plantas, peso de poda (sólo ensayos de vigor), estado nutricional de las plantas, estimación de la carga frutal, número de cargadores y chupones.
- b) A cosecha en los frutos, el peso, color externo e interno, firmeza de pulpa, concentración de sólidos solubles (CSS), materia seca, composición mineral y número de semillas.

- c) En poscosecha durante el almacenamiento refrigerado, firmeza de pulpa, CSS, índice de ablandamiento y tiempo en alcanzar 4 lb.

Luego del almacenamiento la fruta fue llevada al laboratorio donde estuvo a temperatura ambiente hasta que llegó a la madurez de consumo (aproximadamente 2 lb) y se determinó el tiempo transcurrido y la concentración de sólidos solubles finales (CSSF).

El vigor de plantas afectó moderadamente la susceptibilidad al ablandamiento de los frutos, siendo más susceptibles los frutos de las plantas vigorosas de ambos ensayos. El tamaño de los frutos afectó claramente el nivel de susceptibilidad al ablandamiento. En todos los casos, los frutos grandes (>120g) tuvieron una mejor retención de la firmeza de pulpa durante el almacenamiento y por lo tanto una mejor aptitud de almacenamiento.

Palabras clave:

Kiwi (*Actinidia deliciosa* P.)

Poscosecha

Susceptibilidad al ablandamiento

Firmeza de pulpa

SUMMARY

The investigation was based on evaluating by means of trials the susceptibility level to softening in cold storage of kiwifruit obtained from vines with different vigor and different fruit size. The trials were carried out during the 2003-2004 season at six 'Hayward' kiwifruit orchards, two of them located at Quinta de Tilcoco (Region VI), one at Teno (Region VII), and the three remaining at different localities of Curicó (Region VII).

In the plant vigor trial, four weak and four vigorous plants were selected from the same and different quarters within the orchard, with identical agronomic management. Fruit harvested was of average size (90-110 g). For the fruit size trial, four plants were selected from which large (equal or greater than 120 g) and small (equal or smaller than 75 g) fruit were harvested. Harvest in both trials was carried out when fruit reached 6,2-6,5° Brix on the average. Later, fruit were subjected to a curing process for 48 h and then placed under conventional cold storage at 0°C and 90% R.H. with ethylene control by means of catalytic converters. For softening evaluation, fruit samplings were done every 15 days until flesh firmness reached 4 lb on the average in each replication and treatment.

The following evaluations were made during the trials:

- a) During the growing season: percentage of plant shading, pruning weight (only in the vigor trials), nutritional status of plants, estimation of fruit load, number of spurs and water sprouts.
- b) At harvest time and in one sample per replication; fruit weight, external and internal color of fruit, flesh firmness, soluble solid concentration, dry matter, mineral composition of fruit, and number of fruit seeds.

c) At postharvest during cold storage: flesh firmness, soluble solid concentration, softening index, and the time required by fruit to reach 4 lb.

After storage, the fruit was carried to the laboratory where it was kept at room temperature until reaching firmness of approximately 2 lb, determining time elapsed and concentration of final soluble solids (CFSS).

Plant vigor moderately affected fruit susceptibility to softening, with the fruit from vigorous plants of both trials being more susceptible. Fruit size markedly affected the level of fruit susceptibility to softening. In all cases, large fruit (120 g) had better retention of flesh firmness during storage and therefore a better aptitude of storage.

Key words:

Kiwifruit

Postharvest

Susceptibility to softening

Flesh firmness

INTRODUCCIÓN

El kiwi es una importante especie frutícola en el ámbito mundial, los principales países productores-exportadores son Italia, Nueva Zelanda y Chile. Chile es el tercer productor de kiwi en el mundo, con más de 8.000 ha distribuidas, principalmente, entre la V y VIII región. La producción es de alrededor de 150.000 t destinadas principalmente a exportación (80%), siendo los principales mercados Europa y Estados Unidos (ODEPA 2005). Es cosechado preferentemente en abril y es exportado entre los meses de abril y octubre, debiendo permanecer por un espacio prolongado de tiempo en almacenamiento y transporte refrigerado, 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.

El problema de mayor gravedad del kiwi, reconocido a escala internacional, lo constituye el deterioro de la calidad del fruto por una alteración de poscosecha denominada ablandamiento precoz, que consiste en una temprana pérdida de firmeza de los frutos. El ablandamiento precoz del kiwi, además de ser el principal problema frutícola de esta especie, no ha podido ser resuelto en el ámbito mundial y es particularmente severo en la producción chilena. El ablandamiento precoz del kiwi chileno es un proceso que reduce ostensiblemente su calidad comercial y que se manifiesta durante la fase de almacenamiento de la fruta en Chile o durante su transporte, llegando, de este modo en malas condiciones a los mercados internacionales en los cuales debe competir con la producción neocelandesa.

El nivel de susceptibilidad al ablandamiento del kiwi chileno es muy diverso entre huertos y dentro de un mismo huerto y esta influenciado por una gran cantidad de factores de huerto (ubicación y condiciones edafoclimáticas), manejo de precosecha (tipo de cargadores, vigor, sombreado, riego y fertilización), manejo de cosecha (estado de madurez) y poscosecha (condiciones de almacenamiento, T°, HR y control de etileno).

El vigor de la planta y el tamaño de los frutos aparecen como factores importantes en la susceptibilidad al ablandamiento y son causa en gran medida de la heterogeneidad que presentan los frutos respecto a este problema. Esta heterogeneidad en la maduración se manifiesta entre años, huertos, plantas y aún, muy marcadamente, en frutos de la misma planta cosechada y manejados bajo iguales condiciones.

Hipótesis

Los frutos cosechados de plantas vigorosas y los frutos pequeños tienen una mayor tendencia a ablandarse precozmente en almacenamiento, que aquellos frutos cosechados de plantas menos vigorosas, y, de mayor tamaño.

Objetivo

Determinar el efecto del vigor de las plantas y tamaño de frutos, sobre el nivel de susceptibilidad al ablandamiento en almacenamiento refrigerado.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Ablandamiento de los frutos de kiwi

El ablandamiento es principalmente el resultado de cambios en la composición de la pared celular (Mac Rae y Redgwell, 1992). El ablandamiento es un proceso biológico, a través del cual se produce pérdida de turgor de las células, como efecto de la degradación enzimática de los constituyentes de la pared celular (Zoffoli *et al.*, 1992). Mientras ocurre dicha pérdida el fruto se comporta climatéricamente mostrando un incremento en la producción de anhídrido carbónico hasta 20-30 mg de CO₂ kg/h, seguido por un incremento del etileno endógeno hasta valores de 60-80 μ/kg/h (Nardin, 1990). Este proceso puede ser acelerado por exposición a etileno o retrasado mediante almacenamiento a bajas temperaturas, con o sin atmósfera controlada (Mac Rae y Redgwell, 1992).

El proceso de ablandamiento del kiwi es representado por una curva sigmoidea simple, en la cual se pueden distinguir tres fases, cuya duración parece depender de la madurez de cosecha, la atmósfera de almacenamiento (T°, CO₂, O₂ y la concentración de etileno del aire) y de factores vinculados con la temporada de crecimiento (Gil, 2001; Hewett *et al.*, 1999).

Factores que influyen en el ablandamiento

Prácticamente todos los factores de producción pueden afectar la susceptibilidad del fruto de kiwi al ablandamiento. El vigor de la planta y el tamaño de la fruta aparecen como importantes.

Vigor de las plantas

La relación entre el vigor de la planta y el ablandamiento de los frutos deriva de la competencia que se genera entre los nutrientes absorbidos o almacenados por la planta y aquellos utilizados en los centros de crecimientos (crecimientos activos de brotes, frutos, semillas) (Ferguson, 1980; Gil, 2001). Los “sinks” fisiológicos o centros de crecimiento, establecen diferentes gradientes dentro de la planta que resultan en una transferencia de materiales, como carbohidratos, aminoácidos, minerales y agua. Estos movimientos son usualmente dirigidos por hormonas (ABA, IAA). El fruto del kiwi al desarrollarse tardíamente, cuando la competencia con las hojas es grande, esta en una situación desfavorable en cuanto a la absorción de Ca, elemento que juega un importante rol en la mantención de la firmeza de los frutos (Ferguson, 1980).

Diversos ensayos en el manejo de copa muestran que el exceso de sombra reduce el rendimiento (tamaño y peso de frutos), la firmeza y los sólidos solubles (Chouliarías *et al.*, 1995; Snelgar *et al.*, 1991). Tagliavani *et al.*, 1995, señalan que en estudios con largos y cortos periodos de almacenaje, estos mostraron que el exceso de N en la planta, asociado a plantas con mayor vigor, aumentaba el ablandamiento de los frutos. Por otra parte, un gran vigor, relacionado con una excesiva fertilización nitrogenada, trae por consecuencia un sombreamiento de los frutos, que se traduce en frutos de color verde claro que generalmente están asociados con problemas de ablandamiento (Zoffoli *et al.*, 1998). El vigor excesivo (>2 cm de diámetro de cargadores, abundantes hojas grandes, alta presencia de chupones) es perjudicial pues por una parte provoca sombreamiento, con las consecuencias ya descritas, y además porque promueve una poderosa demanda, o actividad, de los muy activos puntos de crecimiento vegetativo. Esto altera la situación hormonal de la planta (IAA, Giberelinas) y atrae con mayor intensidad aun la corriente xilemática a estos puntos, que como es sabido es la única que abastece de Ca, perjudicando su acumulación en los frutos y por lo tanto aumentando su susceptibilidad al ablandamiento¹.

¹ Dr. Tomás Cooper, Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, 2004, Chile. (Comunicación personal)

Tamaño del fruto

Los frutos producidos en una planta de kiwi son variados en cuanto a cantidad, distribución, forma y tamaño, produciéndose una amplia gama de tipos de frutos, principalmente, por variaciones cuantitativas en la polinización y fecundación de óvulos. Además de estos factores, se detectan otros que afectan el tamaño del fruto como la nutrición, riego y manejo de la copa a través de la poda y la regulación de la carga de frutos².

Lawes y Woolley (1990), señalan que el tamaño del fruto no sólo depende del número de semillas, sino también del sombreadamiento y la fecha de floración. Las frutas sombreadas son más pequeñas, con semillas más pequeñas que pueden producir una fuente más pobre de reguladores de crecimiento. También las condiciones edafoclimáticas e inherentes al cultivo producen variaciones, por ejemplo: Plantas nuevas y vigorosas, requieren menos semillas para el mismo tamaño que plantas más viejas (Valenzuela y Kónig, 1991).

Crisosto *et al.*, 1999, evaluaron la tasa de ablandamiento en atmósfera controlada (5% CO₂ + 2% O₂) por 16 semanas de frutos grandes (>101 g), medios (>93 g) y pequeños (>81 g), encontrando que había una correlación significativa ($p < 0,001$) para los cambios de firmeza de los distintos tipos de frutos durante el periodo de almacenaje. La susceptibilidad al ablandamiento se relaciona con el tamaño del fruto, condiciones de la atmósfera del almacenaje y factores del huerto. Bajo las condiciones de almacenaje, los frutos grandes tuvieron menores tasas de ablandamiento que frutos más pequeños. Así, frutos grandes tuvieron un mayor potencial de almacenaje que frutos medios, y estos que los pequeños, llegando a 5 lb en 49, 30 y 20 semanas respectivamente.

² Dr. Tomás Cooper, Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, 2004, Chile. (Comunicación personal)

MATERIALES Y MÉTODO

Ubicación de los ensayos

Los ensayos y evaluaciones se realizaron durante la temporada 2003-2004, con fruta cosechada de 6 huertos de Kiwi (*Actinidia deliciosa*), variedad ‘Hayward’, ubicados en la VI y VII Regiones.

Ensayo 1 y 2: Efecto del vigor de las plantas. Estos ensayos se realizaron en los siguientes huertos.

- Huerto 1 “Aragón”: ubicado en la localidad de Sarmiento. Comuna de Curicó, VII Región; plantado el año 1987.
- Huerto 2 “Alegria Puertas”: ubicado en la localidad de Tutuquén. Comuna de Curicó, VII Región; plantado el año 1990.

Ensayo 3: Efecto del tamaño de frutos. Este ensayo se realizó en 4 huertos.

- Huerto 1 “Quinta”: ubicado en la comuna de Quinta de Tilcoco, VI Región; plantado el año 1983.
- Huerto 2 “Naicura”: ubicado en la localidad de Naicura. Comuna de Quinta de Tilcoco, VI Región; plantado el año 1987.
- Huerto 3 “Espinosa”: ubicado en la comuna de Teno, VII Región; plantado el año 1988.
- Huerto 4 “Berenguer”: ubicado en la localidad de Romeral. Comuna Curicó, VII Región; plantado el año 1986.

El proceso de curado y almacenamiento de la fruta en frío se realizó en la Central Frutícola UNIFRUTTI, Planta Linderos, comuna de Buin, R.M., mientras que los análisis y evaluaciones durante la temporada de crecimiento y a cosecha se realizaron en el Laboratorio de Frutales de Hoja Caduca de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Materiales

Materiales de cosecha y embalaje:

- Cajas cosecheras plásticas de 10 Kg.
- Cajas de embalaje de cartón de 10 Kg.
- Bandejas plásticas con el correspondiente calibre para cada tratamiento.
- Bolsas de embalaje plásticas perforadas.

Instrumentos utilizados para las mediciones:

- Pesa digital Scaltec, modelo SBA 53.
- Polietileno de 2 m² dividido en 100 cuadrados de 20 cm² cada uno.
- Termómetro de pulpa AMA-digit, modelo ad-20th.
- Refractómetro termocompensado marca Atago.
- Presionómetro de mesa Effegi, con embolo de 7,9 mm de diámetro de 0-27 lb y de 0-11 lb.
- Estufa Memmert, modelo H210.
- Colorímetro Minolta, modelo data processor DP-100.
- Radiómetro LI-CR modelo LI-250 Lighth Meter.

Método

Para evaluar el efecto del vigor de plantas sobre la susceptibilidad al ablandamiento, se realizaron 2 ensayos. Ensayo 1: En el huerto Aragón se seleccionaron 8 plantas, 4 plantas débiles y 4 plantas vigorosas de un mismo cuartel y con iguales condiciones edafoclimáticas y manejo agronómico. Ensayo 2: Se seleccionaron en el huerto Alegría Puertas, 2 cuarteles cercanos dentro del huerto que presentaban una diferencia importante de vigor, en cada uno se estableció un tratamiento (plantas débiles y plantas vigorosas) con 4 plantas. En ambos ensayos cada repetición estuvo formada por 1 planta.

Para evaluar el efecto de tamaño de frutos, se seleccionó en cada uno de los huertos 4 plantas homogéneas en cuanto a sanidad y formación dentro de un mismo cuartel, cada repetición estuvo formada por 1 planta debidamente identificada.

Se realizaron visitas periódicas durante la estación de crecimiento para identificar las condiciones de huerto y características de los frutos. Una vez implementadas las unidades de muestreo, en el momento de cosecha se realizó una segregación de grupos de frutos de acuerdo a los siguientes criterios:

Ensayo 1 y 2: Vigor de las plantas. Huerto 1 y 2 (VII Región).

- Tratamiento 1: Frutos cosechados de plantas débiles.
- Tratamiento 2: Frutos cosechados de plantas vigorosas.

Ensayo 3: Tamaño de frutos en la misma planta. Huertos; 3 y 4 (VI Región), 5 y 6 (VII Región).

- Tratamiento 1: Frutos pequeños (con un peso ≤ 75 g).
- Tratamiento 2: Frutos grandes (con un peso ≥ 120 g).

Diseño de los ensayos

Vigor de las plantas

Para evaluar el efecto del vigor de la planta en ambos ensayos, se seleccionaron 4 plantas débiles y 4 plantas vigorosas y con iguales condiciones edafoclimáticas y manejo agronómico. Se consideraron plantas débiles, aquellas que presentaron mayoritariamente cargadores de $< 1,5$ cm de diámetro a 10-15 cm de inserción con el tronco, sarmiento del año con abundantes hojas de tamaño medio a chico (igual o menor a 10 cm de diámetro ecuatorial), y con poca presencia de chupones (< 5 chupones/planta). Por otra parte, se consideraron plantas vigorosas, aquellas que presentaron mayoritariamente cargadores ≥ 2 cm de diámetro a 10-15 cm de la inserción con el tronco; sarmiento del año con abundantes hojas grandes (> 15 cm de diámetro ecuatorial) y con abundante presencia de chupones (> 10 chupones/planta). La fruta que se cosechó para el almacenamiento de ambos ensayos fue de tamaño medio (90-120 g), calibre 27-33.

Tamaño del fruto

Para este estudio en cada huerto se seleccionaron 4 plantas homogéneas en cuanto a sanidad y formación. De cada planta se cosecharon frutos grandes de calibre 25 (mayor o igual a 120 g) y frutos pequeños de calibre 42 (menor o igual a 75 g). Los frutos fueron cosechados de la parte media de la planta y con similares condiciones de iluminación.

Descripción de las etapas de los ensayos

En cada huerto, se realizaron observaciones y evaluaciones durante el transcurso de los ensayos. En la unidad experimental (cada planta), se midió lo siguiente:

I.- Evaluaciones durante la temporada:

- Porcentaje (%) de sombreado: Este fue evaluado cada 15 días desde enero hasta cosecha. El porcentaje de sombra fue determinado usando un polietileno de 2 m², el cual está dividido en 100 cuadrados de 20 cm² cada uno. El polietileno cuadriculado se instaló en la entrehilera, tomando 4 mediciones, y de acuerdo al número de cuadrados sombríos se determinó el porcentaje de cubrimiento. Esta medición se realizó entre las 12:00-14:00 hr.

- Grosor de copa: Se determinó en 4 puntos de la planta, aproximadamente a una distancia de 1 m del eje central de la planta, en donde el follaje representara la condición mayoritaria de la planta. El resultado se expresó en cm.

- Estado nutricional de las plantas: Se determinó N, K, P, Ca y Mg en % peso seco, y Mn, Zn, Cu y B en ppm. Esto se realizó mediante un análisis foliar (lámina + pecíolo), tomando una muestra compuesta de 50 hojas por huerto en el mes de enero de 2004. Se consideró la segunda o tercera hoja después del último fruto.

- Área de sección transversal de tronco (ASTT): A inicios de temporada se midió el perímetro del tronco a 50 cm del suelo. El resultado se expresó en cm² del ASTT.

- Estimación de la carga frutal, Número de cargadores y chupones: En cada planta se contó el número de frutos, cargadores y chupones. El resultado se expresó en frutos/planta, cargadores/planta, chupones/planta, frutos/ASTT, cargadores/ASTT y chupones/ ASTT.

- Peso de poda: Esta variable sólo fue medida en los ensayos 1 y 2 (vigor). Al término de la temporada, se determinó el peso de poda de todas las plantas de cada tratamiento, separando en chupones (> 2 cm de diámetro) y sarmiento de < 1 cm de diámetro; 1-1,5 cm de diámetro y >1,5 cm de diámetro. El resultado se expresó en kg/ASTT y kg/planta.

II.- Cosecha: La cosecha se realizó cuando la concentración de sólidos solubles alcanzó 6,2-6,5 °Brix.

- Selección de frutos: Se cosechó fruta de calidad exportable en forma manual y de acuerdo al calibre correspondiente a cada ensayo y tratamiento, en cajas plásticas de 10 kg.

- Proceso de curado: La fruta fue llevada a la Central Frutícola UNIFRUTTI, Planta Linderos, comuna de Buin, R.M., en donde se mantuvo por 48 horas a temperatura ambiente (18-20 °C) y con una alta ventilación, para favorecer la cicatrización de la herida producida en cosecha.

- Embalaje y Almacenamiento: Luego del curado, la fruta fue embalada en cajas de cartón de 10 kg y con 3 bandejas. En total se embalaron 4 cajas por tratamiento. Posteriormente se almacenó en condiciones de refrigeración convencional a 0 °C y 90% de humedad relativa con método de extracción de etileno mediante convertidores catalíticos. La fruta se mantuvo en almacenamiento refrigerado hasta que, de acuerdo a los muestreos hechos cada 15 días, se alcanzó una firmeza de pulpa promedio de 4 lb.

III.- Evaluaciones a cosecha: A la cosecha se tomó una muestra de 10 frutos por repetición y se realizaron las siguientes mediciones:

- Peso de los frutos: Se evaluó el peso individual de los frutos. El resultado fue expresado en gramos (g).

- Color de los frutos: Se utilizó un colorímetro portátil calibrado con un estándar blanco, usando el sistema CIELab, en donde a^* = tonalidades (verde↔rojo), b^* = tonalidades (amarillo↔azul), L = luminosidad (blanco↔negro), Hue = ángulo de tono ($\arctg b^*/a^*$) y Croma = saturación $((a^{*2} + b^{*2})^{1/2})$ fueron las variables de color. Los resultados se expresaron en L, a^* , b^* , Hue y Croma. El color se determinó en 2 zonas del fruto:

1. Color externo del fruto: Se midió en la zona pedicelar del fruto.
2. Color interno del fruto: Para medir el color interno, se eliminó la epidermis de la zona ecuatorial del fruto.

- Firmeza de pulpa: Para la medición se eliminó la epidermis de caras opuestas de la zona ecuatorial del fruto, luego utilizando un presionómetro de mesa, con émbolo de 7,9 mm de diámetro y escala de 1-29 lb se determinó firmeza expresada en libras (lb).

- Concentración de sólidos solubles (CSS): Se determinó extrayendo jugo de ambas caras de la zona ecuatorial del fruto, utilizando un refractómetro digital termocompensado y escala de 0-32 °Brix. Los resultados se expresaron en grados Brix (°Brix).

- Número y peso de semillas: Se contó el número de semillas del fruto y se determinó su peso. El resultado se expresó en Número de semillas/fruto y Peso de semillas/fruto.

- Materia seca: Se cortó una sección longitudinal de la zona ecuatorial de los frutos de aproximadamente 1 cm de espesor, las cuales previamente pesadas, fueron colocadas en una estufa, por 20 horas a 80 °C, tiempo aproximado en que las muestras demoran en estabilizar su peso, luego por diferencia entre el peso inicial y final se determinó el peso seco de cada una de las muestras. El resultado se expresó en porcentaje de materia seca.

- Composición mineral de la fruta: Se tomó una muestra compuesta de 20 frutos por tratamiento y se determinó concentración de elementos minerales; N, K, P Ca y Mg en % peso seco, y B en ppm. El nivel de N por el método de Kjeldahl, P en el tejido por el método espectrofotométrico que emplea la mezcla vanadomolibdica, el K mediante fotometría de llama, Ca y Mg se determinó mediante espectrofotometría de absorción atómica; y el B por el método espectrofotométrico que emplea la mezcla de azometina H.

IV.- Evaluaciones durante el almacenamiento refrigerado: Se realizaron muestreos cada 15 días de 5 frutos por repetición. Estos frutos fueron transportados al laboratorio de la Universidad y mantenidos a temperatura ambiente (18-20 °C) hasta que alcanzaron una temperatura de pulpa de 18-20 °C, la que se determinó con un termómetro de pulpa. En cada muestreo se realizaron las siguientes evaluaciones a los frutos individualmente:

- Firmeza de pulpa (lb) y Concentración sólidos solubles (°Brix).

Estas evaluaciones fueron realizadas usando los métodos señalados anteriormente y se realizaron hasta que los frutos en almacenamiento refrigerado llegaron en promedio a 4 lb de firmeza de pulpa (madurez de comercialización).

V.- Cálculo del Índice de Ablandamiento (IA): Con los valores de firmeza de pulpa medidos en almacenamiento refrigerado se determinó el índice de ablandamiento de los tratamientos y repeticiones en cada ensayo. El índice de ablandamiento indica la pérdida diaria de firmeza de pulpa en libras (lb/día) que sufre la fruta durante el almacenamiento refrigerado. Se calculó como:

$$IA = (F_i - F_f) * (1/\text{días en almacenamiento})$$

Donde F_i = firmeza inicial (a la cosecha) y F_f = firmeza final (cerca a 4 lb).

VI.- Cálculo de los días a 4 lb (T 4lb): Con los valores de firmeza de pulpa se calculó para cada repetición y tratamiento el tiempo que la fruta en almacenamiento demoró en llegar a las 4lb. Para ello se usó un modelo de regresión logarítmica. La regresión logarítmica utilizada fue:

Regresión entre Tiempo y Firmeza

$$\text{Log (4 lb)} = B_0 \pm B_1 (x)$$

Donde X = días para llegar a 4 lb.

B_0 = intercepto.

B_1 = pendiente de la curva.

VII.- Evaluaciones post-almacenamiento refrigerado:

Una vez que la fruta alcanzó la firmeza promedio de 4 lb en almacenamiento refrigerado, el resto de la fruta fue llevada al laboratorio y mantenida a temperatura ambiente (18-20 °C) hasta que alcanzaron una firmeza promedio de 2 lb, momento en el cual se determinó el tiempo transcurrido hasta alcanzar las 2lb y la concentración de sólidos solubles finales (CSSF) que alcanzó cada tratamiento.

Diseño experimental

Los ensayos de vigor de plantas y tamaño de frutos se realizaron bajo un diseño completamente al azar con 2 tratamientos y 4 repeticiones cada uno, cada repetición estuvo formada por 1 planta.

En cada ensayo se realizaron ANDEVAS y la prueba de comparación múltiple de TUKEY para determinar diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Se calculó mediante regresiones logarítmicas el tiempo que la fruta demoró en llegar a las 4 lb (4TLb) y el índice de ablandamiento (IA).

Además se realizaron correlaciones entre T4lb y variables de interés.

PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Ensayo 1 y 2: Efecto del vigor de las plantas

Caracterización de los tratamientos

Los resultados de las variables medidas en los huertos que permiten establecer diferencias de vigor entre los tratamientos se presentan en los Cuadro 1, 2a y 2b. En el huerto Aragón, donde se evaluó plantas con distinto vigor en un mismo cuartel, no hubo diferencias estadísticamente significativas, a pesar que las plantas vigorosas (T2) en promedio presentaron un valor de vigor de 1,5 (medio-alto) que las plantas débiles (T1).

En el huerto Alegría Puertas, las plantas del cuartel débil (T1) sólo presentaron diferencia significativas en el N° de chupones/planta y N° de chupones/ASTT, siendo estos más bajos en comparación con las plantas del T2.

Cuadro 1. Variables medidas para establecer diferencia de vigor entre los tratamientos.

Huertos	Trat. ¹	N° de Frutos	Vigor ³	/planta			/ASTT		
				N° de cargadores	N° de chupones	ASTT ⁴ (cm ²)	N° de Frutos	N° de cargadores	N° de chupones
Aragón	T1	512,3 a ²	2,0 a	22,8 a	13,0 a	100,5 a	5,1 a	4,7 a	0,13 a
	T2	629,0 a	1,5 a	23,3 a	16,3 a	104,9 a	5,9 a	4,0 a	0,16 a
Alegría Puertas	T1	553,5 a	3,0 a	30,3 a	3,5 a	102,2 a	5,6 a	5,7 a	0,03 a
	T2	661,5 a	2,0 a	26,0 a	12,3 b	129,7 a	5,2 a	5,5 a	0,10 b

¹/ T1: Plantas débiles; T2 Plantas vigorosas.

²/ Los valores seguidos por la misma letras no representan diferencias significativas para $\alpha = 0,05$ (Tukey)

³/ Vigor: 1= alto; 2= medio; 3= bajo

⁴/ASTT: Área de sección transversal del tronco.

Cuadro 2a. Características de la copa.

Característica de la copa	Aragón		Alegría Puertas	
	T1 ¹	T2	T1	T2
% de Sombreamiento/planta	62,9 a ²	67,4 a	57,4 a	66,4 b
Grosor de copa (cm)/planta	48,5 a	49,3 a	30,8 a	42,8 b
Radiación (PAR) ($\mu\text{mol}\cdot\text{seg}\cdot\text{m}^2$)/planta	11,3 a	6,2 a	36,5 a	13,1 b

^{1/} T1: Plantas débiles; T2 Plantas vigorosas.

^{2/} Los valores seguidos por la misma letras no representan diferencias significativas para $\alpha = 0,05$ (Tukey)

Cuadro 2b. Peso de poda.

Peso de poda (kg/planta)	Diámetro (cm)	Aragón		Alegría Puertas	
		T1 ¹	T2	T1	T2
	< 1	1,61 a (12,5%)	1,58 a (15,9%)	1,55 a (24,6%)	1,85 a (18,8%)
Sarmientos	1-1,5	1,39 a (10,9%)	1,08 a (10,8%)	0,46 a (7,3%)	0,66 a (6,7%)
	>1,5	0,74 a (5,8%)	0,96 a (9,6%)		0,54 a (5,5%)
	< 1	0,38 a (2,9%)	0,83 a (8,3%)	0,14 a (2,2%)	0,30 a (3,1%)
Chupones	1-1,5	1,40 a (11,0%)	0,54 a (5,4%)		0,48 a (4,9%)
	>1,5	1,53 a (12,0%)	1,11 a (11,2%)		1,26 a (12,8%)

^{1/} T1: Plantas débiles; T2 Plantas vigorosas.

^{2/} Los valores seguidos por la misma letras no representan diferencias significativas para $\alpha = 0,05$ (Tukey)

La diferencia de vigor entre tratamientos fue distinta en ambos huertos, siendo mayor en el huerto Alegría Puertas. Con relación al porcentaje de sombreamiento, la diferencia también fue mayor en Alegría Puertas (Cuadro 2a), teniendo T2 un 14% más de sombreamiento. En cambio, en Aragón la diferencia entre tratamientos fue sólo de 7%. En ambos huertos las plantas más débiles recibieron una mayor cantidad de iluminación, lo que se aprecia también al medir la radiación fotosintéticamente activa (PAR), recibiendo las plantas débiles un nivel 2 a 3 veces mayor. En Alegría Puertas el nivel de la PAR para ambos tratamientos superó ampliamente al huerto Aragón (Cuadro 2a), siendo también en este caso la diferencia entre tratamientos estadísticamente significativa.

Análisis nutricional de hoja y frutos

En el Cuadro 3 se presentan los resultados del análisis foliar y la composición nutricional del fruto. En cuanto al análisis foliar no se aprecia alguna diferencia entre los tratamientos en ambos huertos. La mayoría de los valores están dentro del nivel considerado adecuado según los estándares usados en California exceptuado el N en ambos huertos que están bajo el nivel adecuado (2,2-2,8 %), sin ser deficiente.

Con relación a la composición nutricional de los frutos los valores que se obtuvieron (Cuadro 3), para cada huerto no presentaron mucha diferencia entre los frutos de plantas débiles y plantas vigorosas en la mayoría de los elementos. Cabe destacar el caso del huerto Alegría Puertas que en el T2 (plantas vigorosas) presentó una menor cantidad de Ca que el T1 (plantas débiles).

Cuadro 3. Composición nutricional de hojas y frutos (Peso seco).

Elemento	Hojas				Frutos			
	Aragón		Alegría Puertas		Aragón		Alegría Puertas	
	T1 ¹	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
N (%)	1,93	1,69	1,72	1,65	0,95	1,05	0,72	0,73
P (%)	0,17	0,17	0,14	0,19	0,34	0,36	0,31	0,36
K (%)	2,45	1,80	1,45	2,65	1,80	1,63	1,35	1,55
Ca (%)	4,34	4,52	3,21	2,81	0,20	0,22	0,23	0,16
Mg (%)	0,50	0,54	0,58	0,34	0,09	0,10	0,10	0,09
B (ppm)	80	66	80	72	21	17	19	17

¹/T1: Plantas débiles; T2 Plantas vigorosas.

Características de los frutos a la cosecha

En el Cuadro 4 se presentan los resultados de las variables medidas a cosecha para ambos huertos; peso de frutos, CSS, firmeza de pulpa y porcentaje de materia seca (%MS).

En cuanto a peso de frutos, CSS, firmeza de pulpa y % MS al momento de cosecha no hubo diferencias estadísticas dentro de los huertos. En cuanto al huerto de Alegría Puertas es interesante mencionar que el nivel de materia seca y el de firmeza de pulpa comparada con Aragón fue 12% y 14% mayor respectivamente.

Cuadro 4. Evaluaciones de la fruta al momento de la cosecha.

Huertos	Tratamientos ¹	Peso de los frutos (g)	CSS (°Brix)	Firmeza de pulpa (lb)	% Materia seca
Aragón	T1	93,6 a ²	6,4 a	16,6 a	15,6 a
	T2	93,9 a	6,5 a	16,5 a	15,0 a
Alegría Puertas	T1	94,2 a	6,3 a	19,8 a	17,4 a
	T2	99,9 a	6,2 a	18,3 a	17,4 a

¹/ T1: Plantas débiles; T2 Plantas vigorosas.

²/ Los valores seguidos por la misma letras no representan diferencias significativas para $\alpha = 0,05$ (Tukey).

En cuanto al color en los Cuadros 5a y 5b se presentan los resultados de las mediciones de color externo e interno del fruto. Se observó una mayor tonalidad (Hue) en ambos huertos en el color externo del T2 (plantas vigorosas) lo que determinaría que la fruta sea de un verde más claro (Cuadro 5a y 5b). El color de la fruta podría ser una indicación de la posición que la fruta en la planta y de su correspondiente exposición a la luz. Snelgan *et al.*, 1998; citado por Feng *et al.*, 2003 encontraron que la fruta producida de posiciones expuestas de la copa tendió a tener más baja tonalidad (Hue) que otras de posiciones protegidas, tal como en el caso de los T1 (plantas débiles) en ambos huertos ya que estos tienen un menor porcentaje de sombreado (Cuadro 2a).

Cuadro 5a. Color externo e interno medidos en el fruto.

Variables de color	Aragón			
	Color externo		Color interno	
	T1	T2	T1	T2
a*	4,43 a ¹	2,72 b	-17,41 a	-17,93 a
b*	25,51 a	27,80 a	39,93 a	38,88 a
L	47,55 a	48,16 a	58,86 a	59,53 a
Hue	79,97 a	83,83 b	-65,22 a	-65,26 a
Croma	25,94 a	26,00 a	40,56 a	42,82 a

¹/Los valores seguidos por la misma letras no representan diferencias significativas para p = 0,05 (Tukey).

Cuadro 5b. Color externo e interno medidos en el fruto.

Variables de color	Alegría Puertas			
	Color externo		Color interno	
	T1	T2	T1	T2
a*	9,31 a ¹	8,83 a	-13,83 a	-14,04 a
b*	22,01 a	25,74 b	36,22 a	37,37 b
L	48,55 a	49,77 b	59,45 a	62,44 b
Hue	67,06 a	71,02 b	-69,12 a	-69,44 a
Croma	23,91 a	27,25 b	38,78 a	39,92 b

¹/Los valores seguidos por la misma letras no representan diferencias significativas para p = 0,05 (Tukey).

Susceptibilidad al ablandamiento

Firmeza de la pulpa

En la Figura 1, se presenta la curva de ablandamiento para el huerto Aragón. A cosecha los frutos de ambos tratamientos presentaron una firmeza de pulpa similar, pero en el periodo de almacenamiento el T2 (plantas vigorosas) presentó una mayor pérdida de firmeza, mostrando al día 33 una firmeza inferior a 4lb, mientras que el T1 (plantas débiles) mantuvo su firmeza sobre las 4 lb hasta los 40 días en almacenamiento.

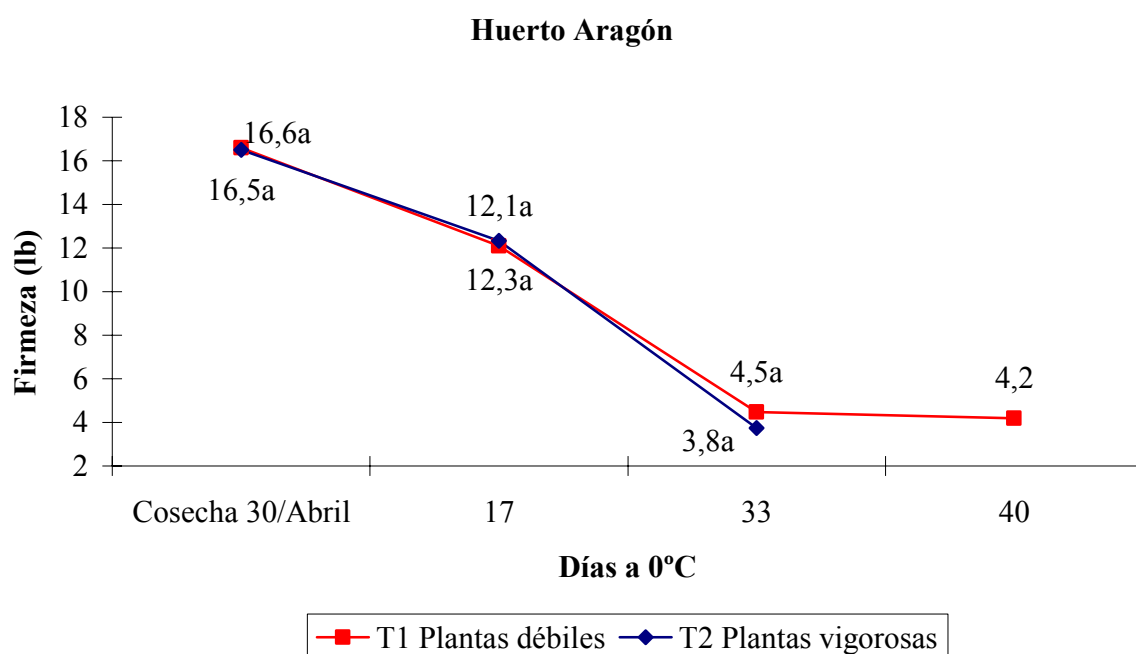


Figura 1. Evolución de la firmeza de pulpa en almacenamiento refrigerado. $\alpha = 0,05$ (Tukey).

Como se muestra en la Figura 2 en Alegría Puertas sólo presentaron diferencias significativas entre los tratamientos en las evaluaciones del día 16 y 31, los frutos de las plantas débiles presentaron mayor firmeza que los frutos de las plantas vigorosas, sin embargo la diferencia se reducía a medida que transcurría el tiempo llegando a ser similar en la evaluación del día 80.

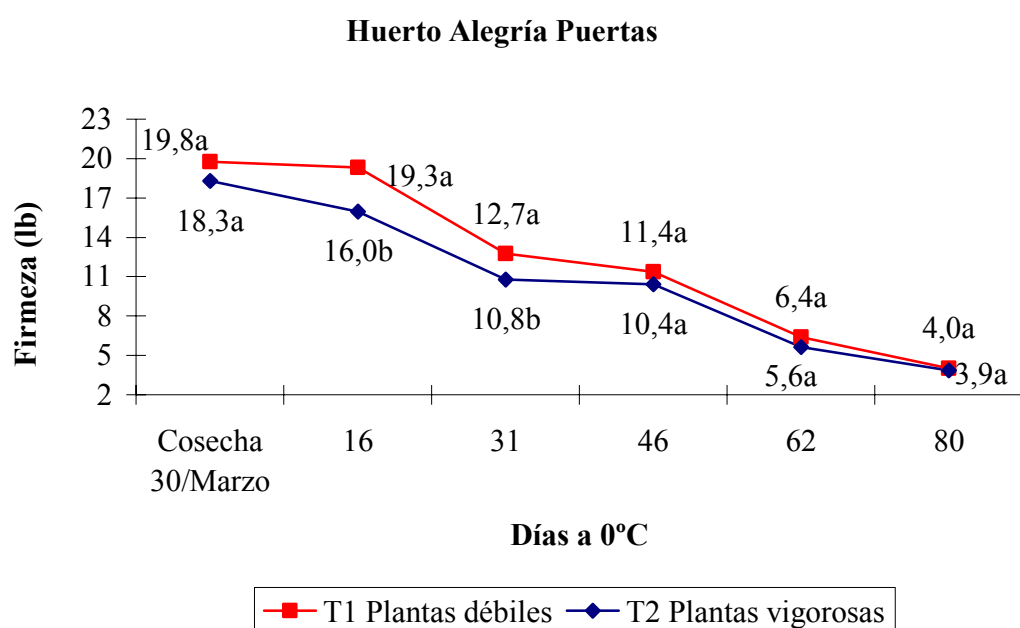


Figura 2. Evolución de la firmeza de pulpa en almacenamiento refrigerado. $\alpha = 0,05$ (Tukey).

Concentración de Sólidos Solubles (CSS)

En la Figura 3 y 4 se presenta la evolución de la CSS durante el almacenamiento refrigerado para los huertos Aragón y Alegría Puertas. Los valores en el huerto Aragón no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos.

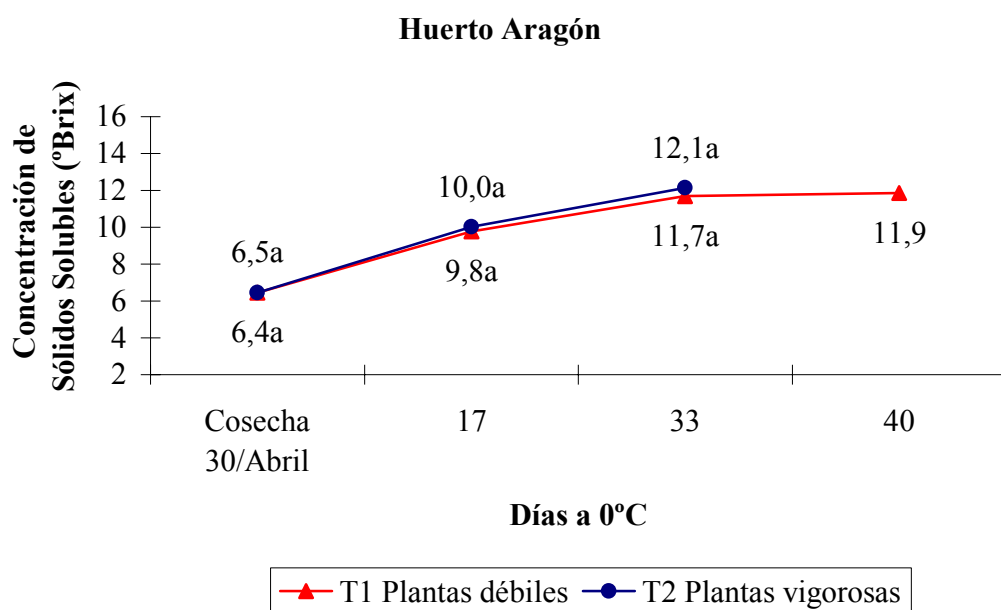


Figura 3. Evolución CSS en almacenamiento refrigerado. $\alpha = 0,05$ (Tukey).

En cuanto a la evolución de la CSS en el huerto Alegría Puertas, se observa (Figura 4) que presentaron diferencias significativas las evaluaciones del día 16, 31 y 62, siendo la CSS de T2 mayor que la de T1, lo que coincide con los ensayos realizados por Chouliarias *et al.*, 1995 y Snelgar *et al.*, 1991 en manejo de copa los muestran que un exceso de sombra, por un gran vigor de la planta, reduce el rendimiento, la firmeza y CSS.

Con relación a la evaluación de la CSS, se observa (Figura 3 y 4), transcurridos los primeros 60 días de almacenamiento, existió un aumento generalizado en todos los tratamientos, debido a que la mayor parte de la conversión de almidón a azúcares se completa dentro de las primeras 4 semanas después de la cosecha (Mitchell, 1994).

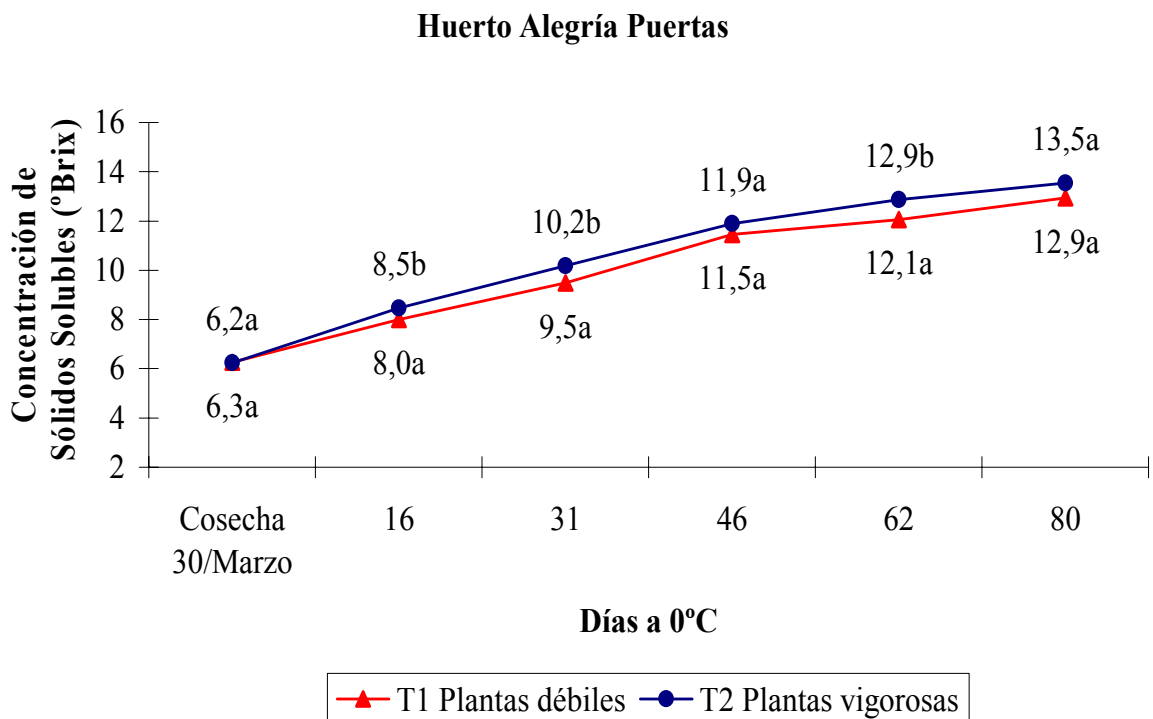


Figura 4. Evolución CSS en almacenamiento refrigerado. $\alpha = 0,05$ (Tukey).

Índice de ablandamiento (IA) y Tiempo a 4lb (T4lb)

En el Cuadro 6 se presentan el índice de ablandamiento (IA) y Tiempo a 4lb (T4lb), periodo de días requerido para alcanzar 4lb, para ambos ensayos. En relación con el IA dentro de los huertos no presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos. Entre huertos el IA de Aragón fue considerablemente mayor que en el huerto Alegría Puertas, lo cual indicaría lo importante que sería el efecto huerto en la susceptibilidad al ablandamiento.

En cuanto al T4lb el huerto Aragón presentó diferencias estadísticas, los frutos de plantas débiles presentaron una mayor duración en almacenamiento, mientras que el huerto Alegría Puertas no la causa pudo deberse a la mayor desviación estándar del huerto (Cuadro 6).

Cuadro 6. Índice ablandamiento y tiempo a 4 lb.

Huerto	Tratamientos. ¹	IA (lb/día) hasta las 4 lb	Desviación estándar	T 4 lb (días)	Desviación estándar
Aragón	T1	0,318 a	± 0,2	40 a	± 1,3
	T2	0,368 a	± 0,5	35 b	± 2,3
Alegría Puertas	T1	0,183 a	± 0,1	86 a	± 3,8
	T2	0,176 a	± 0,1	81 a	± 3,9

¹/ T1: Plantas débiles; T2 Plantas vigorosas.

²/ Los valores seguidos por la misma letras no representan diferencias significativas para $\alpha = 0,05$ (Tukey).

El vigor de las plantas afectó en forma moderada la firmeza durante el almacenamiento de la fruta, siendo más notorio en el caso del huerto de Aragón (Cuadro 6).

En la Figura 6 se presentan las curvas de ablandamiento de cada tratamiento para cada huerto, las plantas del huerto Alegría Puertas se diferenciaron fundamentalmente de las provenientes del huerto Aragón por estar mejor iluminadas (Cuadro 2a) y por tener un número menor de chupones (Cuadro 1).

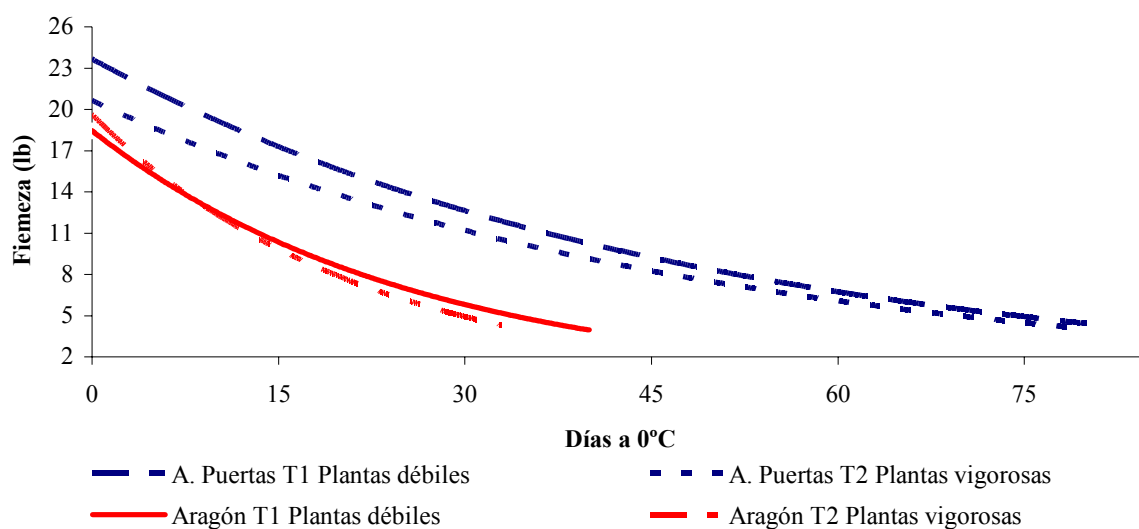


Figura 6. Tiempo en alcanzar 4lb promedio durante el almacenamiento refrigerado.

En cuanto a nutrición, los tratamientos de las plantas vigorosas del huerto Alegría Puertas tienen un menor contenido de Ca en los frutos (Cuadro 3). Los frutos son órganos que, generalmente, no tienen buen abastecimiento de Ca, porque su transpiración es escasa en relación a la de las hojas y no hay flujo por el floema (Gil, 2000). De manera que un incremento del vigor vegetativo reduciría como en este caso el suministro de Ca al fruto. En el huerto Aragón siendo que presentó una diferencia significativa en cuanto a su duración en almacenamiento (Cuadro 6), no se aprecia diferencia entre los tratamientos como para inferir que algunos de los nutrientes lo afecten en el proceso de ablandamiento.

En relación al color se observó diferencia en ambos huertos en el color externo en relación a Hue (tonalidad) que fue menor en el T1 en ambos huertos (Cuadro 5a y 5b), siendo estos tratamientos los que tuvieron una mayor duración en almacenamiento coincidiendo con lo que señalan Feng *et al.*, 2003, que fruta con un ángulo bajo de tonalidad (Hue), o fruta que era marrón, tiende a ser más firme. Además se observó que el T2 en los dos huertos era más claro,

coincidiendo con Zoffoli (1998) que señala que por sombreado de los frutos, se traduce en frutos de color verde claro que generalmente están asociados con problemas de ablandamiento.

Con respecto al ablandamiento (Cuadro 6), es interesante observar la marcada diferencia en la duración de la fruta en almacenamiento refrigerado entre los huertos. Alegría Puertas tuvo aproximadamente el doble de días hasta llegar a 4 lb que Aragón. Esto podría deberse en parte a la mayor iluminación y mayor porcentaje de materia seca a cosecha del huerto Alegría Puertas junto con el hecho que el huerto presentó en ambos tratamientos una mayor firmeza a cosecha.

Evaluaciones post-almacenamiento refrigerado

Posterior al almacenamiento refrigerado se determinó el tiempo en alcanzar las 2 lb (T2lb) y concentración de sólidos solubles finales CSSF (Cuadro 7). En cuanto al T2lb se presentaron diferencias para el huerto de Aragón, el T1 alcanzó las 2lb en menor tiempo que el T2, mientras que la CSSF no presentó diferencias estadísticas entre los tratamientos. Alegría Puertas no presentó diferencias en el T2lb y en la CSSF, pero si demora más a T° ambiente en ablandarse que el huerto de Aragón.

Cuadro 7. Concentración de sólidos solubles finales (CSSF) y tiempo a 2 lb.

Huertos	Tratamientos ¹	Salida de Almacenamiento	CSSF	T 2 lb (días)	Desviación estándar
Aragón	T1	9/ Junio	12,7 a ²	14 a	± 2,4
	T2	4/ Junio	12,6 a	28 b	± 8,9
Alegría Puertas	T1	29/Junio	14,1 a	26 a	± 2,5
	T2	24/Junio	14,4 a	30 a	± 2,8

¹/ T1: Plantas débiles; T2 Plantas vigorosas.

²/ Los valores seguidos por la misma letras no representan diferencias significativas para $\alpha = 0,05$ (Tukey).

Ensayo 3: Efecto del tamaño del fruto

Caracterización de las plantas

Los resultados de la caracterización de las plantas de los huertos en que se realizó el ensayo se presentan en el Cuadro 8. Se aprecia que las plantas, tanto en su desarrollo y vigor como en su nivel de sombreadamiento son distintas. Estas diferencias se deben a factores de huerto (ubicación y condiciones edafoclimáticas) y manejo.

En cuanto a la nutrición de las plantas, los resultados del análisis foliar se presentan en el Cuadro 9. La mayoría de los valores están dentro del nivel considerado adecuado según los estándares usados en California exceptuado el Nitrógeno en los huertos de Naicura y Espinosa que están bajo el nivel adecuado (2,2-2,8 %), sin ser deficiente.

Cuadro 8. Evaluaciones realizadas en campo.

Huertos	Quinta	Naicura	Espinosa	Berenguer
Nº de Frutos/planta	1022,8	502,5	247,0	794,0
Nº de Cargadores/planta	31,3	23,0	14,0	26,0
Nº de Chupones/planta	19,3	9,8	13,0	9,8
% de sombreadamiento/planta	81,3	87,5	81,3	95,5
Grosor de copa (cm) /planta	43,8	41,5	58,0	39,7
ASTT ¹ (cm ²) /planta	142,9	97,5	85,2	93,3
Nº de Frutos/ASTT	7,3	5,1	2,2	7,7
Nº de Cargadores/ASTT	0,2	0,2	0,2	0,3
Nº de Chupones/ASTT	0,1	0,1	0,2	0,1

¹/ASTT: Área de sección transversal del tronco.

Cuadro 9. Análisis Foliar.

Huerto	% peso seco					ppm peso seco		
	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn
Quinta	2,31	0,14	2,37	2,80	0,31	15,0	20,7	28,5
Naicura	1,98	0,17	2,73	3,21	0,29	12,5	66,5	29,5
Espinosa	1,74	0,30	2,60	4,15	0,32	10,3	51,5	29,3
Berenguer	2,16	0,18	2,17	3,43	0,54	11,7	34,7	29,5

Análisis nutricional del fruto

Los resultados del análisis nutricional de frutos se presentan en el Cuadro 10, donde en general no se aprecia una diferencia entre los tratamientos, exceptuando el huerto Espinosa donde en Ca la diferencia entre los tratamientos es mayor que la de los otros huertos. El B en todos los huertos presentó niveles mayores en el T2 destacando los huertos de Berenguer y Espinosa que la diferencia fue de 40% y 50% respectivamente.

Cuadro 10. Composición mineral de frutos a cosecha.

Huerto	Trat. ¹	% peso seco					B
		N	P	K	Ca	Mg	ppm peso seco
Quinta	T1	1,03	0,27	1,20	0,13	0,065	14
	T2	1,07	0,30	1,35	0,15	0,070	15
Naicura	T1	0,95	0,31	1,20	0,16	0,055	14
	T2	0,84	0,31	1,40	0,18	0,070	16
Espinosa	T1	0,89	0,50	1,62	0,27	0,090	16
	T2	0,89	0,48	1,80	0,22	0,080	34
Berenguer	T1	1,16	0,39	1,80	0,20	0,10	15
	T2	1,17	0,49	2,05	0,19	0,10	25

¹/T1: Frutos pequeños; T2 Frutos grandes.

Características de los frutos a la cosecha

La concentración de sólidos solubles no presentó diferencia entre los tratamientos en todos los huertos, no así para firmeza de pulpa que en Naicura y Espinosa el T2 (frutos grandes) fue mayor. El %MS de Espinosa y Berenguer en el T2 fue mayor que el T1 y en cuanto al número de semillas los frutos grandes presentaron un mayor número que los frutos pequeños en todos los huertos (Cuadro 11).

Cuadro 11. Evaluaciones de las fruta al momento de la cosecha.

Huertos	Tratamientos ¹	Peso de los frutos (g)	CSS (°Brix)	Firmeza de pulpa (lb)	% Materia seca	N° de Semillas
Quinta	T1	80	6,4 a ²	14,0 a	15,6 a	692 a
	T2	127	6,5 a	14,4 a	15,7 a	1059 b
Naicura	T1	90	6,7 a	14,1 a	17,4 a	678 a
	T2	130	6,5 a	16,7 b	17,0 a	1103 b
Espinosa	T1	68	6,3 a	16,1 a	14,2 a	612 a
	T2	126	6,5 a	17,8 b	17,4 b	1090 b
Berenguer	T1	80	6,2 a	17,7 a	12,7 a	996 a
	T2	122	6,1 a	16,9 a	15,1 b	1288 b

¹/ T1: Frutos pequeños; T2 Frutos grandes.

²/ Los valores seguidos por la misma letras no representan diferencias significativas para $\alpha = 0,05$ (Tukey).

Color de los frutos

En los Cuadros 12 y 13 se presentan los resultados de la medición del color externo e interno. En todos los huertos la medición del color externo e interno no presentó diferencia significativa entre los tratamientos.

Cuadro 12. Color externo e interno medidos en el fruto.

Variables de color	Huerto							
	Quinta				Naicura			
	Color externo		Color interno		Color externo		Color interno	
	T1 ¹	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
a*	3,08 a ²	2,70 a	-18,10 a	-18,22 a	2,37 a	1,52 a	-18,13 a	-17,91 a
b*	29,28 a	28,43 a	38,78 a	38,18 a	26,45 a	26,41 a	39,79 a	38,71 a
L	51,04 a	51,73 a	61,13 a	60,19 a	49,48 a	50,74 a	61,79 a	61,82 a
Hue	79,97a	83,83 a	-64,95 a	-64,45 a	84,63 a	86,65 a	-65,55 a	-65,20 a
Croma	29,48 a	26,54 a	42,74 a	42,36 a	26,64 a	26,38 a	43,58 a	42,65 a

¹/T1: Frutos pequeños; T2 Frutos grandes.²/Los valores seguidos por la misma letras no representan diferencias significativas para p = 0,05 (Tukey).

Cuadro 13. Color externo e interno medidos en el fruto.

Variables de color	Huerto							
	Espinosa				Berenguer			
	Color externo		Color interno		Color externo		Color interno	
	T1 ¹	T2	T1	T2	T1	T2	T1	T2
a*	4,90 a ²	4,59 a	-18,10 a	-18,22 a	2,43 a	2,85 a	-18,28 a	-16,17 a
b*	26,94 a	25,29 a	38,78 a	38,18 a	26,85 a	25,31 a	39,08 a	35,72 a
L	47,19 a	48,50 a	61,13 a	60,19 a	47,33 a	46,89 a	59,90 a	56,38 a
Hue	79,52a	81,51 a	-64,95 a	-64,45 a	84,62 a	82,71 a	-64,94 a	-65,95 a
Croma	27,45 a	25,65 a	42,74 a	42,36 a	27,01 a	25,67 a	43,15 a	39,23 a

¹/T1: Frutos pequeños; T2 Frutos grandes.²/Los valores seguidos por la misma letras no representan diferencias significativas para p = 0,05 (Tukey).

Susceptibilidad al ablandamiento

Firmeza de la pulpa

En las Figuras 7, 8, 9 y 10 se presentan las curvas de ablandamiento de los tratamientos en cada huerto. Para todos los huertos la evolución de la firmeza durante el almacenaje tuvo un comportamiento similar ya que en general el T1 (frutos pequeños) alcanzó el promedio de 4 lb entre los 45 y 50 días de almacenamiento refrigerado mientras que en el T2 (frutos grandes) se apreció un efecto positivo de la mantención de la firmeza de los frutos con mayor tamaño.

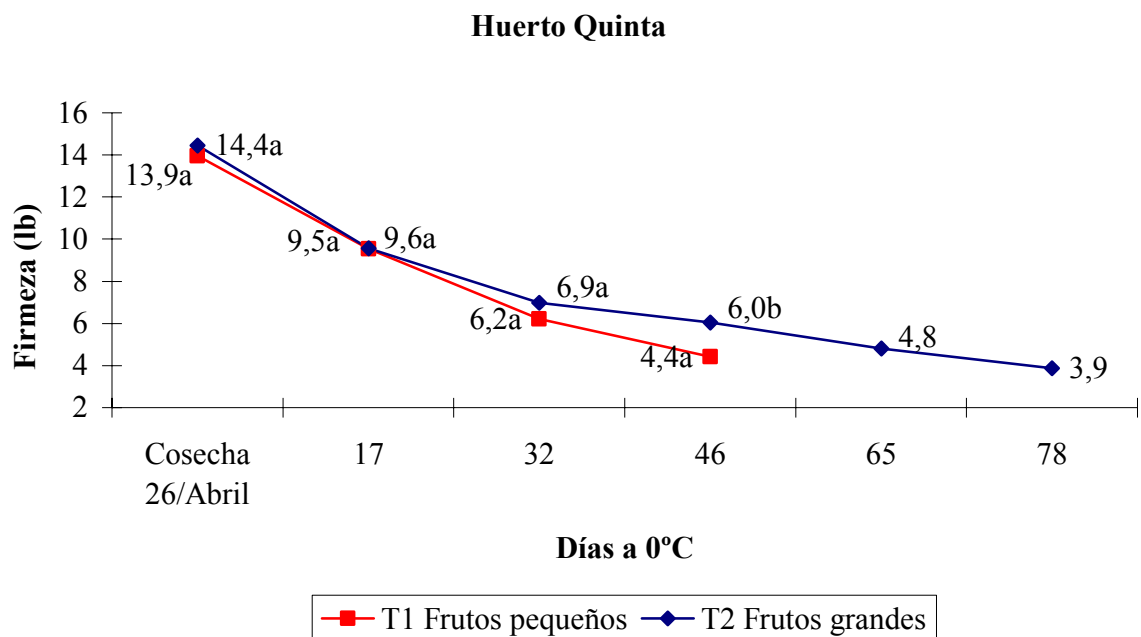


Figura 7. Evolución de la firmeza de pulpa en almacenamiento refrigerado. $\alpha = 0,05$ (Tukey).

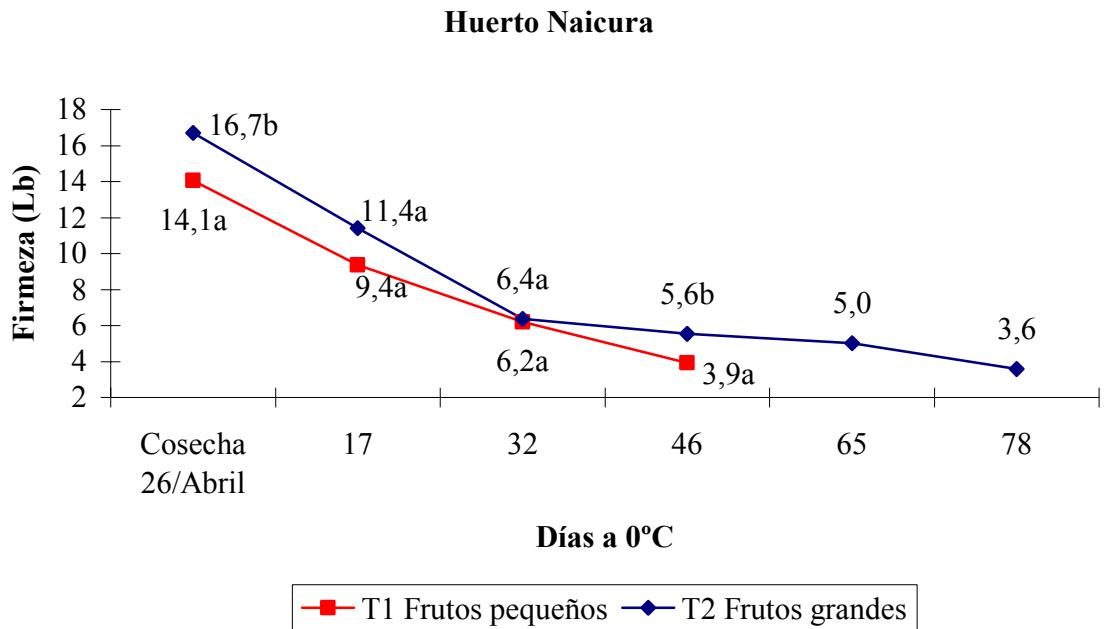


Figura 8. Evolución de la firmeza de pulpa en almacenamiento refrigerado. $\alpha = 0,05$ (Tukey).

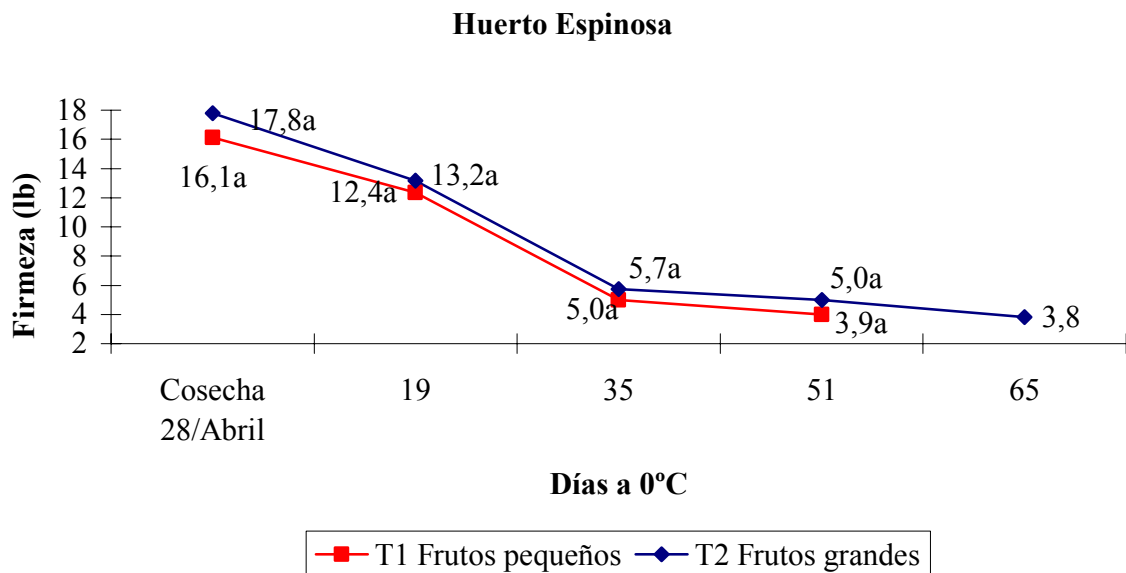


Figura 9. Evolución de la firmeza de pulpa en almacenamiento refrigerado. $\alpha = 0,05$ (Tukey).

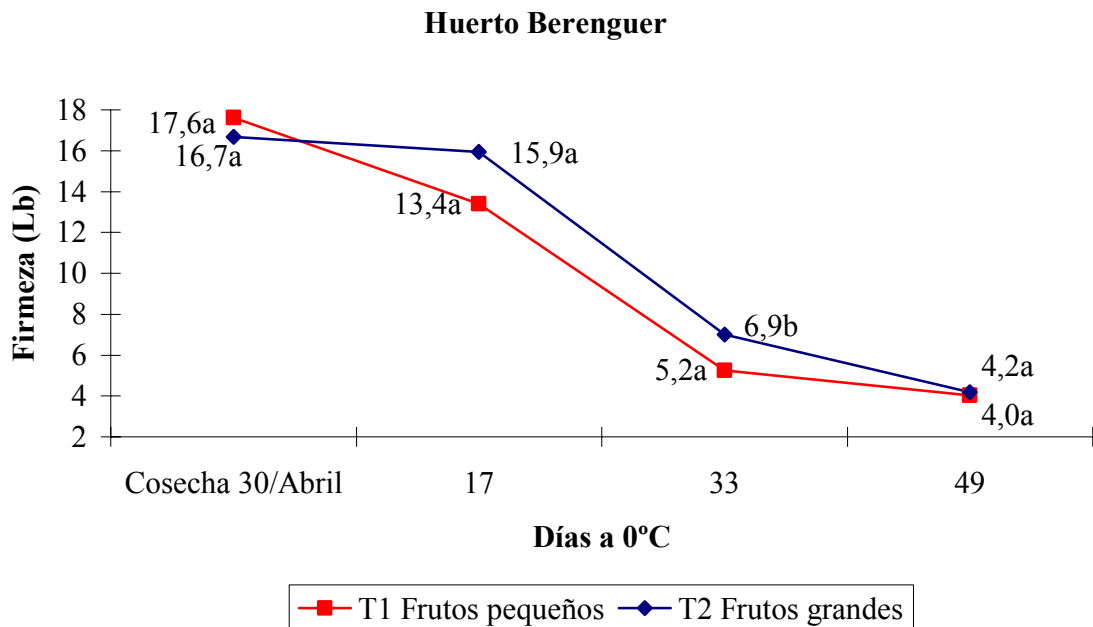


Figura 10. Evolución de la firmeza de pulpa en almacenamiento refrigerado. $\alpha = 0,05$ (Tukey).

Concentración de Sólidos Solubles (CSS)

En las Figuras 11, 12, 13 y 14 se presentan la evolución de la CSS durante el almacenaje, la evolución fue similar para ambos tratamientos en todos los huertos mostrando una tendencia a aumentar en el transcurso del tiempo, lo que está de acuerdo a la evolución que describe Zoffoli (1998) de la CSS de kiwi conservados a 0 °C. Durante el almacenaje al comparar entre los tratamientos en cada uno de los huertos no hubo diferencias significativas entre ellos, coincidiendo con Crisosto *et al.*, 1999, que señalan al respecto que el aumento de la CSS durante almacenaje era, sin embargo, independiente del tamaño de la fruta.

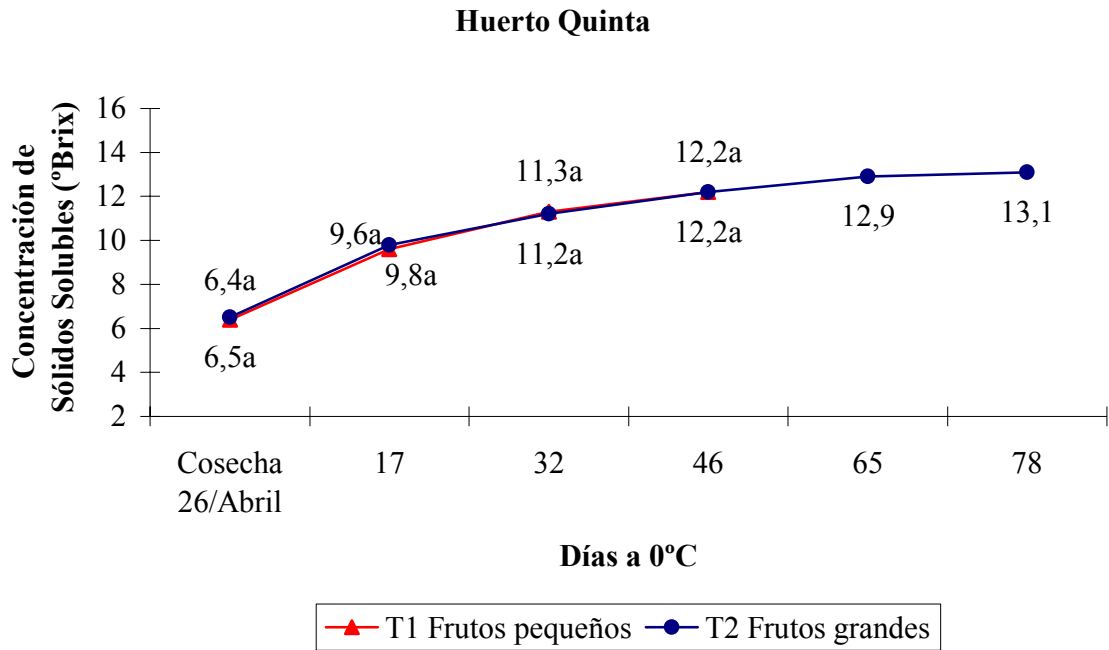


Figura 11. Evolución de CSS en almacenamiento refrigerado. $\alpha = 0,05$ (Tukey).

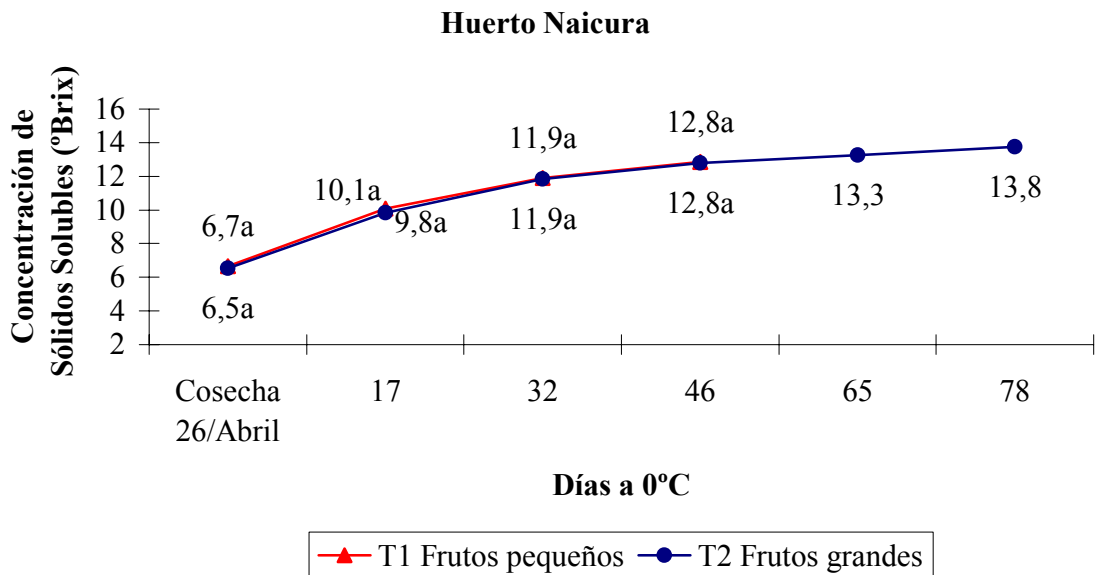


Figura 12. Evolución de CSS en almacenamiento refrigerado. $\alpha = 0,05$ (Tukey).

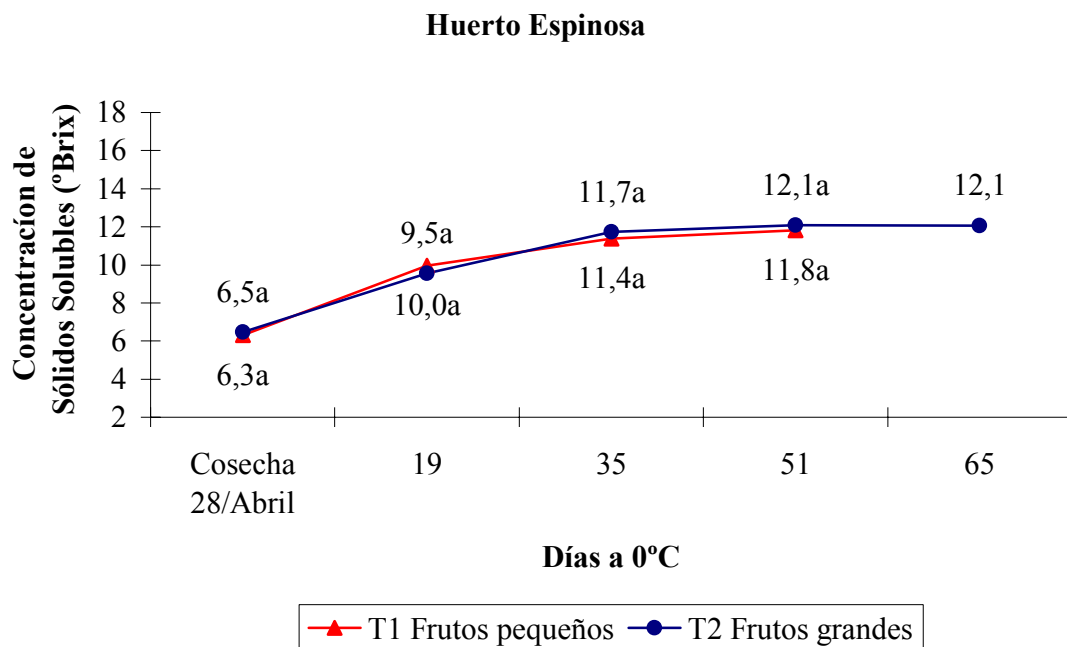


Figura 13. Evolución de CSS en almacenamiento refrigerado. $\alpha = 0,05$ (Tukey).

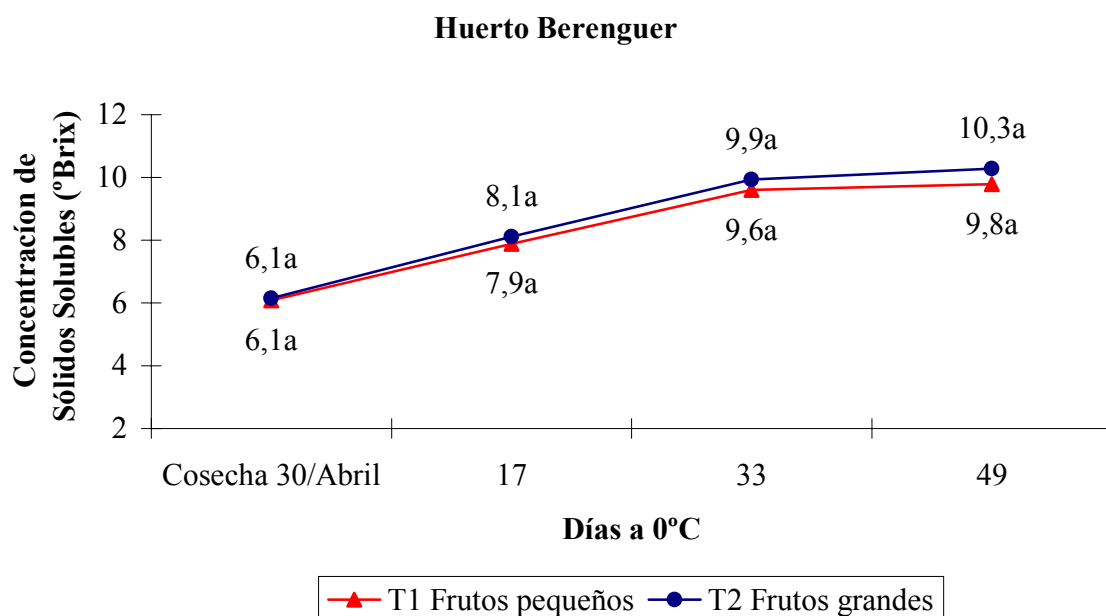


Figura 14. Evolución de CSS en almacenamiento refrigerado. $\alpha = 0,05$ (Tukey).

Índice de ablandamiento, Tiempo a 4lb

En el Cuadro 14 se presentan el IA y el T4lb para todos los huertos. En relación con el IA dentro de los huertos en la mayoría de ellos hubo diferencias significativas entre los tratamientos siendo el T1 el que presentó en todos los huertos un mayor IA. Estos resultados son similares a los obtenidos por Crisosto *et al.*, 1999 que señalan que el índice de ablandamiento de la fruta se relaciona con el tamaño del kiwi, condiciones de la atmósfera del almacenaje y factores del huerto. En general, los kiwis de tamaño grande (>120 g) tienen una tasa de ablandamiento más lenta que kiwis más pequeños.

En cuanto al tiempo a 4 lb los frutos grandes en todos los huertos presentaron una mayor duración en almacenamiento. Crisosto *et al.*, 1999, señalan que en general, los frutos grandes (>101 g) tienen un potencial más largo de almacenaje que frutos medios (>93 g), y estos que los pequeños (>81 g), llegando a 5 lb en 49, 30 y 20 semanas respectivamente.

Cuadro 14. Índice ablandamiento, tiempo en alcanzar las 4 lb.

Huerto	Tratamientos ¹	IA (lb/día) hasta las 4 lb	Desviación estándar	T 4 lb (días)	Desviación estándar
Quinta	T1	0,219 a	± 0,01	46 a	± 2,1
	T2	0,150 b	± 0,01	70 b	± 8,5
Naicura	T1	0,218 a	± 0,2	49 a	± 4,1
	T2	0,183 a	± 0,2	69 b	± 1,2
Espinosa	T1	0,265 a	± 0,1	46 a	± 3,5
	T2	0,239 b	± 0,1	58 b	± 3,2
Berenguer	T1	0,318 a	± 0,2	43 a	± 2,6
	T2	0,272 b	± 0,2	47 b	± 1,5

¹/ T1: Frutos pequeños, T2: Frutos grandes.

²/ Los valores seguidos por la misma letras no representan diferencias significativas para $\alpha = 0,05$ (Tukey).

En todos los casos estudiados, a pesar de las diferencias en las características de las plantas, se apreció un claro efecto entre el tamaño de los frutos y la susceptibilidad al ablandamiento, los frutos grandes tuvieron una mayor vida de poscosecha (26 a 35 días más) que los pequeños (Cuadro 14).

En la composición nutricional sólo se observó diferencias en el caso del huerto de Espinosa en el contenido de Ca y el hecho que la fruta grande (T2) en todos los huertos presentó un mayor contenido de B.

También los frutos grandes presentaron un mayor número de semillas tal como señalan Howpage *et al.*, 2001, en el sentido que el tamaño final del fruto está directamente relacionado con el número de semillas, y en algunos casos un mayor % MS (Cuadro 10). Además se observó que existe una alta relación entre el peso de las semillas y el N° de semillas (Cuadro 16) resultado similar al obtenido por Hopkirk *et al.*, 1990. Como señalan Grant y Ryugo, 1984, un fruto con muchas semillas (sobre 1000 a 1200) tendrá siempre mejor condición para competir con factores adversos. Las semillas producen hormonas de crecimiento y el tamaño del fruto es proporcional a su cantidad. También se ve influido el contenido de Ca en el fruto, ya que a través de la relación Ca-auxina, el aumento del número de semillas provoca, junto con un aumento del tamaño de los frutos, un incremento en el contenido de Ca de ellos³. Sin embargo al observar el contenido de Ca de los frutos en el ensayo (Cuadro 9) no se apreció una diferencia marcada entre frutos de tamaño pequeño y grande.

³ Dr. Tomás Cooper, Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, 2004, Chile. (Comunicación personal)

Evaluaciones post-almacenamiento refrigerado

Posterior al almacenamiento refrigerado se determinó el tiempo en alcanzar las 2 lb y la CSSF. Como se observa en el Cuadro 15 la CSSF y el tiempo a 2 lb no presentó diferencias entre los tratamientos. Esto pudo deberse al hecho que el patrón de maduración de la fruta entre las repeticiones fuera del almacenamiento es demasiado heterogéneo, ya sea en frutos grandes como en frutos más pequeños tal como lo indicaría la alta desviación estándar de los tratamientos como en el caso de los huertos Quinta y Naicura (Cuadro 15) y el coeficiente de variación promedio del ensayo que fue de 0,42.

Cuadro 15. Concentración de sólidos solubles finales (CSSF) y tiempo a 2 lb.

Huertos	Tratamientos ¹	Salida de Almacenamiento	CSSF	T 2 lb (días)	DS ³
Quinta	T1	14/ Junio	12,8 a ²	20 a	± 18,5
	T2	11/ Julio	13,1 a	30 a	± 14,1
Naicura	T1	14/ Junio	14,2 a	19 a	± 11,1
	T2	19/ Julio	14,4 a	32 a	± 8,9
Espinosa	T1	24/ Junio	12,8 a	26 a	± 5,9
	T2	19/ Julio	13,7 a	30 a	± 9,6
Berenguer	T1	29/ Junio	10,7 a	21 a	± 8,0
	T2	29/ Junio	11,9 a	22 a	± 4,5

¹/ T1: Frutos pequeños, T2: Frutos grandes.

²/ Los valores seguidos por la misma letras no representan diferencias significativas para $\alpha = 0,05$ (Tukey).

³/ Desviación estándar.

Cuadro 16. Correlaciones.

	Peso de frutos	Nº de Semillas	Peso de Semillas	IA (lb/día) hasta las 4 lb
Nº de Semillas	0,666* (0,00)			
Peso de Semillas	0,705* (0,00)	0,976* (0,00)		
IA (lb/día) hasta las 4 lb	-0,457* (0,01)	0,013 (0,95)	-0,086 (0,64)	
T4lb	0,706* (0,00)	0,379* (0,03)	0,449* (0,01)	-0,781* (0,00)
T4 lb				
Color de fruto	Color externo		Color interno	
a	-0,381* (0,03)		-0,094 (0,60)	
b	-0,146 (0,43)		0,011 (0,95)	
L	0,557* (0,00)		0,159 (0,38)	
Croma	-0,189 (0,29)		0,035 (0,85)	
Hue	-0,315 (0,07)		0,189 (0,30)	

¹/ T1: Frutos pequeños, T2: Frutos grandes.

* Correlaciones significativas $\alpha = 0,05$.

Cuadro 17. Regresiones entre Nº y peso de semillas y peso de los frutos.

Regresiones	B ₀	B ₁	R ² %
Nº semillas y peso de semillas	2,3	0,41	0,94
Nº semillas y peso de los frutos	2,6	0,003	0,42
Peso de semillas y peso de los frutos	0,29	0,003	0,47

Como se observa en el Cuadro 16 el peso del fruto se correlacionó con todas las variables, mostrando una correlación negativa con el IA, es decir a mayor peso del fruto menor es su IA y positiva para el caso de número y peso de semillas y T4lb o sea frutos de mayor peso presentarían un mayor número y peso de semillas, además de tener un mayor T4lb. También el T4lb se correlacionó en forma positiva con las variables a* y L* del color externo, número y peso de semillas y negativamente con el IA. Además al efectuar regresiones (Cuadro 17) se destaca la realizada entre el número y peso de semillas con un r^2 de 0,94.

CONCLUSIONES

En la investigación realizada se puede concluir:

- El vigor de las plantas afectó moderadamente el nivel de susceptibilidad al ablandamiento de los frutos en almacenamiento refrigerado, siendo menor el de la fruta cosechada de plantas débiles.
- La fruta de plantas débiles con un ángulo bajo de tonalidad (Hue), fruta de tonalidad más marrón, tiende a ser más firme.
- El tamaño del fruto tuvo un claro efecto sobre el nivel de susceptibilidad al ablandamiento; los frutos grandes demoraron más en alcanzar las 4 lb promedio de firmeza de pulpa durante el almacenamiento.
- Los frutos grandes presentaron un mayor número de semillas y en algunos casos un mayor porcentaje de materia seca.

LITERATURA CITADA

CHOULIARIAS, V.; GERASOPOULUS, D. and LIONAKIS, S. 1995. The effect of summer pruning and shading on the yield and quality of Hayward kiwifruit. *Journal of Horticultural Science* 975-980.

CRISOSTO, C.; GARMER, D. and SAEZ, K. 1999. Kiwifruit size influences softening rate during storage. *California Agriculture* 53 (4): 29-31.

FENG, J.; MACKAY, B.R. and MAGUIRE, K.M. 2003. Variation in firmness of packed hayward kiwifruit. *Acta Horticulturae* 610: 211-216.

FERGUSON, A., 1980. Movement of mineral nutrients into the developing fruit of the kiwifruit (*Actinidia chinensis* Planch.) *New Zealand Journal of Agricultural Research* 23: 349-353.

GIL, G. 2000. La producción de fruta. Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. 583 p.

GIL, G. 2001. Madurez de la fruta y manejo postcosecha. Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. 413 p.

GRANT J.A. and RYUGO K. 1984. Influence of within-canopy shading on fruit size, shoot growth, and return bloom in kiwifruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 109(6): 799-802.

HOWPAGE, D.; SPOONER, R. and VITHANAGE, V. 2001. Influence of honey bee (*Apis mellifera*) on kiwifruit pollination and fruit quality under Australian conditions. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 29: (1) 51-59.

HOPKIRK, G.; HARKER, F. and HARMAN, J. 1990. Calcium and the firmness of kiwifruit. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 18(4): 215-219.

LAWES, G. and WOOLLEY, D. 1990. Seed and other factors affecting fruit size in kiwifruit. *Acta Horticulturae* 282: 257-263.

MACRAE, E. and REDGWELL, R. 1992. Softening in kiwifruit. *Postharvest News & Information* 3:49-52.

MITCHELL, F.G. 1994. Composition, maturity and quality. In: *Kiwifruit growing and handling*. Publ. N° 3344. Univ. Calif. DANR Publ., Oakland, CA. pp. 94-98.

NARDIN, C. 1990. Fisiología de la maduración y manejo del fruto. In: *Seminario avances tecnológicos en poscosecha de kiwi*. Fundación Chile. Santiago, Chile. 132 p.

ODEPA. 2005. Estadísticas de la agricultura chilena [en línea]. Disponible en el WWW. <http://www.odepa.gob.cl/base-datos/estadisticas/agroestadisticas.html> (Consulta 10 de mayo de 2005)

SNELGAR, W.; MANSON, P. and HOPKIRK, G. 1991. Effect of overhead shading on fruit size and yield potential of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*). *Journal of Hort. Sci.* 66(3): 261-273.

SNELGAR, W. HOPKIRK, G. SEELYE, R. MARTIN, P. and MANSON, P. 1998. Relationship between canopy density and fruit quality of kiwifruit. *New Zealand Journal of Crop & Horticultural Science*. 26: 223-232.

TAGLIAVINI, M.; TOSELLI, M. and PELLICONI, F. 1995. Nutritional status of kiwifruit affects yield and fruit storage. *Acta Horticulturae* 383: 227-237.

UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA. 1994. *Kiwifruit Growing and handling*. Publ. N°. 3344. Univ. Calif. DANR Publ., Oakland, CA. 140 p.

VALENZUELA, L. y KONIG, A. 1991. Polinización del kiwi. *Revista frutícola*. 12 (2): 27-42.

ZOFFOLI, J.; GIL, G. y POBLETE, H. 1992. Dureza y conservación de frutos de kiwi: Importancia del nitrógeno. *Aconex* 35: 16-20.

ZOFFOLI, J.; GIL, G. Y CRISOSTO, C. 1998. Evaluación crítica del manejo de frutos de kiwi desde la cosecha. *Aconex* 58: 18-24.