



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACÉUTICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE LOS ALIMENTOS Y TECNOLOGÍA QUÍMICA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS
DEPARTAMENTO DE CALIDAD DE LA FRUTA

Profesor Patrocinante:

Eduardo Castro Montero
Depto. de Ciencia de los
Alimentos
y Tecnología Química
Universidad de Chile

Directores de Memoria:

Luis Puente Díaz
Depto. de Ciencia de los Alimentos
y Tecnología Química
Universidad de Chile

Rodrigo Infante Espiñeira
Depto. de Producción Agrícola
Universidad de Chile

**ESTUDIO DE FACTORES FISIOLÓGICOS DEL KIWI
(*Actinidia Deliciosa*) VARIEDAD HAYWARD, Y SUS EFECTOS
EN LA TEXTURA DURANTE EL ALMACENAMIENTO**

MEMORIA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO EN ALIMENTOS

MACARENA PAZ TAPIA DURAN

Santiago de Chile, 2012

*“El que nunca ha caído no tiene idea exacta del esfuerzo
que hay que hacer para mantenerse en pie”.*
(Eduard Douwes Dekker)

AGRADECIMIENTOS

El cumplir esta etapa de mi vida involucra agradecer a muchas personas, las cuales me apoyaron, y acompañaron en este camino de terminar mi Memoria de título, camino que muchas veces se hizo complicado y en el cual sólo quería avanzar para entregar un buen trabajo y concluir mis años de estudio, los cuales significaron esfuerzo y muchas noches en velas, pero que valen totalmente la pena.

En primer lugar, quiero agradecer a mis padres lo cuales realizaron muchos esfuerzos para que pudiera avanzar en este camino. A mi madre por su comprensión, miles de consejos, cariño y tiempo. Y a mi padre el cual desde el cielo me sigue entregando protección y la fuerza necesaria para seguir adelante en todo lo que me propongo.

A mis hermanos Jacqueline y Andrés los cuales me han entregado todo su apoyo en este momento y a lo largo de mi vida.

A mis sobrinos, los cuales han estado conmigo en esta etapa, ayudándome y dándome ánimo, para seguir. A mi cuñado Exequiel, el cual ha estado en los momentos más complicados entregándome su consejo.

A la Universidad de Chile, en especial a mis profesores Eduardo Castro y Luis Puente, por la paciencia, confianza y comprensión que me entregaron en momentos complicados y por ser generosos al compartir parte de sus conocimientos a lo largo de la carrera y en especial en esta etapa de mi vida.

A todas las personas que trabajan en el Laboratorio de Calidad de la fruta, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile en especial al profesor Rodrigo Infante y a Loreto Contador, por su buena acogida, por confiar en mí y por enseñarme a comprender cosas relacionadas a la carrera de Agronomía, información que utilice en esta Memoria.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

RESUMEN	iii
SUMMARY	iv
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 MARCO TEÓRICO	2
1.1.1 Conceptos de maduración en frutas.....	2
1.1.2 Características fisiológicas del kiwi	3
1.1.3 Composición nutricional del kiwi	5
1.1.4 Situación económica del kiwi	6
1.1.5 Parámetro de textura en frutas	8
1.1.5.1 Firmeza, atributo de textura	8
1.1.5.2 Modelo de Normalización y Linealización de Peleg	9
2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS	11
2.1 HIPÓTESIS.....	11
2.2 OBJETIVOS	11
2.2.1 Objetivo general.....	11
2.2.2 Objetivos específicos	11
3. MATERIALES Y MÉTODOS	12
3.1 MATERIA PRIMA: FRUTOS DE KIWI HAYWARD	12
3.2 MÉTODOS	14
3.2.1 Análisis fisicoquímicos a frutos de kiwi.....	14
3.2.1.1 Concentración de sólidos solubles(CSS)	14
3.2.1.2 Acidez titulable (AT).....	14
3.2.1.3 Materia seca	14
3.2.1.4 Determinación del color de fondo	14
3.2.1.5 Determinación de densidad y porosidad	15
3.2.1.6 Tasa de deshidratación	16
3.2.1.7 Tasa de producción de etileno y respiratoria	17

3.2.1.8 Determinación de textura	18
3.2.1.9 Caracterización de textura	18
3.2.2 Evaluación sensorial	19
3.2.3 Análisis estadísticos	19
4. RESULTADOS	20
4.1 CARACTERIZACIÓN DE PARÁMETROS DE MADUREZ	20
4.1.1 Concentración sólidos solubles	20
4.1.2 Acidez titulable	21
4.1.3 Materia seca	23
4.1.4 Determinación de color de fondo	24
4.1.5 Densidad y porosidad de frutos de kiwi	29
4.1.5.1 Densidad	29
4.1.5.2 Porosidad.....	31
4.1.6 Tasa de deshidratación	32
4.1.7 Seguimiento de respiración y etileno en frutos de kiwi	33
4.1.7.1 Concentraciones de etileno	33
4.1.7.2 Concentraciones de dióxido de carbono	36
4.2 DETERMINACIÓN DE FIRMEZA Y MODELOS DE PELEG	39
4.2.1 Análisis de firmeza	39
4.2.2 Normalización y Linealización de datos según Peleg	41
4.3 ANÁLISIS SENSORIAL	45
5. CONCLUSIONES	49
6. BIBLIOGRAFÍA	50
7. ANEXOS	54

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Composición de kiwi, en 100 g de materia fresca	5
Tabla 2: CIELab de color en pulpa y piel.	25
Tabla 3: Valores de constante “a” y “b”, según los distintos tejidos del kiwi, en la primera salida de frío	43
Tabla 4: Valores de constante “a” y “b”, según los distintos tejidos del kiwi, en la segunda salida de frío.....	44
Tabla 5: Valores de constante “a” y “b”, según los distintos tejidos del kiwi, en la tercera salida de frío	44

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Corte longitudinal y transversal del fruto kiwi Hayward	4
Figura 2: Gráfico de cajas de kiwi exportadas por Chile temporada 2007-2008 (copefrut, 2009)	7
Figura 3: Gráfico de los principales países a los que Chile exporta kiwi (copefrut,2009)...	7
Figura 4: Curva de relajación de sólidos elásticos, sólidos viscoelásticos y líquidos viscoelásticos (Peleg, 1979)	9
Figura 5: Curva de relajación normalizada de sólidos elásticos (1), sólidos viscoelásticos (2 y 3) y líquidos viscoelásticos	10
Figura 6: Curva de relajación linealizada de sólidos elásticos (1), sólidos viscoelásticos (2 y 3) y líquidos viscoelásticos	10
Figura 7: Diagrama de etapas del proyecto.....	13
Figura 8: Recipientes de vidrio donde se colocaban los frutos para análisis de gases.....	17
Figura 9: a) Cromatógrafo de gases para respiración. b) Cromatógrafo de gases para etileno.....	18
Figura 10: Evolución de los sólidos solubles en el tiempo de análisis (promedios diarios)	20
Figura 11: Cambios en % acidez en el tiempo (promedios diarios)	22
Figura 12: Comportamiento de sólidos solubles y % acidez en kiwi, durante el estudio.....	22
Figura 13: Comportamiento de materia seca (%) en el tiempo (promedios diarios).	24
Figura 14: Variaciones de color, en piel de frutos de kiwi en el tiempo	25
Figura 15: Variaciones de color, en pulpa de frutos de kiwi en el tiempo	26
Figura 16: Tonalidad en piel de frutos de kiwi en el tiempo (promedios diarios).....	27
Figura 17: Tonalidad en pulpa de frutos de kiwi en el tiempo (promedios diarios)	27
Figura 18: Cambios de cromaticidad, en piel de frutos de kiwi en el tiempo (promedios diarios)	28

Figura 19: Cambios de cromaticidad, en pulpa de frutos de kiwi en el tiempo (promedios diarios).....	29
Figura 20: Cambios en la densidad de frutos de kiwi en el tiempo (promedios diarios)...	30
Figura 21: Porosidad de frutos de kiwi en el tiempo (promedios diarios).....	31
Figura 22: Promedio de pesos diarios en frutos de kiwi expuestos (Con A) y no expuestos a apastómetro (Sin A): a) primera salida de frío, b)segunda salida de frío y c) tercera salida de frío	32
Figura 23: Evolución de etileno, en frutos expuestos y no a apastómetro, primera salida de frío	34
Figura 24: Evolución de etileno, en frutos expuestos y no a apastómetro, segunda salida de frío.	34
Figura 25: Evolución de etileno, en frutos expuestos y no a apastómetro, tercera salida de frío	35
Figura 26: Concentraciones de dióxido de carbono, en frutos expuestos y no a apastómetro, primera salida de frío	37
Figura 27: Concentraciones de dióxido de carbono, en frutos expuestos y no a apastómetro, segunda salida de frío	38
Figura 28: Concentraciones de dióxido de carbono, en frutos expuestos y no a apastómetro, tercera salida de frío	38
Figura 29: Cambios en la firmeza del fruto de kiwi, en zona columela (promedios diarios).....	40
Figura 30: Cambios en la firmeza del fruto de kiwi, en zona de pulpa (promedios diarios).....	40
Figura 31: Cambios en la firmeza del fruto de kiwi en la zona de semilla (promedios diarios).....	41
Figura 32: Promedios de evaluación sensorial, en la fase visual.....	47
Figura 33: Promedios de evaluación sensorial, en la fase gustativa	47
Figura 34: Promedios de evaluación sensorial, en la fase de olfativa.	48
Figura 35: Promedios de evaluación sensorial, en la fase de textura.	48

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Pauta de evaluación sensorial utilizada en análisis de textura de kiwi	54
Anexo 2: Resultados de los análisis estadísticos (ANOVA)	
a) Parámetros de madurez de frutos de kiwi	55
b) Parámetros de color en frutos de kiwi	56
Anexo 3: Análisis estadísticos de concentraciones de etileno en frutos de kiwi en la primera salida de frío	
a) ANOVA de concentraciones considerando tratamiento y tiempo	57
b) ANOVA de concentraciones considerando tratamiento.....	57
Anexo 4: Análisis estadísticos de concentraciones de etileno en frutos de kiwi en la segunda salida de frío	
a) ANOVA de concentraciones considerando tratamiento y tiempo	58
b) ANOVA de concentraciones considerando tratamiento.....	58
Anexo 5: Análisis estadísticos de concentraciones de etileno en frutos de kiwi en la tercera salida de frío	
a) ANOVA de concentraciones considerando tratamiento y tiempo	59
b) ANOVA de concentraciones considerando tratamiento.....	59
Anexo 6: Resultados de los análisis estadísticos (ANOVA) de las fuerzas máximas de las tres zonas del kiwi	60

RESUMEN

El kiwi es un fruto consumido en todo el mundo, donde Chile es uno de sus y principalmente, productores-exportadores. En los últimos años los frutos de kiwi han enfrentado un escenario comercial complicado.

El principal problema que afecta la exportación de kiwi chileno hacia mercados exigentes como Europa y Estados Unidos, está relacionado con la pérdida de firmeza de estos frutos almacenados en cámaras de frío o durante su transporte, provocando una reducción en la calidad comercial del kiwi chileno, produciendo una gran desventaja al competir en el mercado con la producción de kiwis de Nueva Zelanda.

Debido a esta situación, la finalidad de este trabajo, fue realizar la caracterización de frutos de kiwi variedad Hayward, mediante análisis fisicoquímicos, considerando tiempos de almacenamiento en frío (0°C), a 0, 60 y 120 días, de esta forma se lograron realizar tres salidas de frío de los frutos (salida 1= 0 días, salida 2= 60 días y salida 3=120 días). Durante el desarrollo del trabajo se efectuaron diferentes análisis en frutos de kiwi en etapa de postcosecha, realizando mediciones de parámetros como: concentración de sólidos solubles, materia seca, acidez titulable, porosidad, densidad, color externo e interno, firmeza en las tres zonas diferenciadas del fruto (columela, semilla, pulpa) respiración, etileno, deshidratación y evaluación sensorial.

Entre las tres salidas de frío realizadas se encontraron diferencias significativas en cada uno de los parámetros evaluados. Los cambios más destacados en el tiempo, fueron los sólidos solubles que aumentaron de 7,2° a 13,3 ° Brix, cambio que estuvo acompañado con una disminución de acidez, una importante pérdida de firmeza y de peso, y un alza en la concentración de etileno.

Los cambios de firmeza en el tiempo, fueron analizados mediante el modelo matemático de Normalización y Linealización de Peleg, debido al comportamiento viscoelástico de este fruto, confirmando a nivel reológico, que las tres zonas diferenciadas de los frutos de kiwi, se comportan distintamente entre si, en un mismo fruto, al aplicar un mismo esfuerzo de compresión.

Los frutos de kiwi sufren diferentes cambios en todos los parámetros de madurez estudiados, durante el almacenamiento en frío, los que son acompañados por una pérdida de firmeza drástica, permitiendo que luego de cuatro meses de almacenamiento, este fruto pierda gran parte de sus características típicas, y por tanto su calidad comercial.

SUMMARY

Study of Physiological Factors of Kiwi (*Actinidia deliciosa*) Hayward Variety and its Effect in Texture during the Storage

The kiwi fruit is consumed throughout the world, being Chile one of his foremost producers and exporters. In recent years the fruits of kiwi have faced a difficult business scenario.

The main problem affecting the export of Chilean kiwifruit to demanding markets such as Europe and the United States is related to the loss of firmness of the fruits in cold storage or during transport, causing a reduction in the commercial quality of Chilean kiwifruit producing a great disadvantage when competing in the market with the production of kiwifruit in New Zealand.

For this situation, the purpose of this paper is to perform the characterization of Hayward kiwi fruits across physicochemical analysis, considering the time of cold storage (0°C) at 0, 60 and 120 days, achieving to make three cold outputs fruit (output 1 = 0 days, output 2 = 60 days and output 3 = 120 days). During the development of this study different analyses were performed in kiwifruit at post-harvest stage, making measurements of parameters such as: soluble solids, dry matter, titratable acidity, porosity, density, internal and external color, firmness in three distinct areas the fruit (columela, seed, pulp) respiration, ethylene, dehydration and sensory evaluation.

Among the three outputs of cold be found significant differences in each of the parameters evaluated. The most notable changes over time, were soluble solids which increased from 7,2 ° to 13,3 ° Brix, change that was accompanied with a decrease in acidity, a significant loss of strength and weight, and an increase in the ethylene concentration.

The changes in firmness in time were analyzed using the Peleg's mathematical model of Normalization and Linearization, due to the viscoelastic behavior of this fruit, confirming rheological level; the three distinct zones of kiwi fruit behave differently, in the same fruit, with applying the same compressive stress.

The kiwifruits have different changes in all parameters studied maturity, during cold storage, which are accompanied by a drastic loss of firmness, allowing that after four months of storage, the fruit loses much of its typical characteristics, and therefore its commercial quality.

1. INTRODUCCIÓN

El kiwi, fruto procedente de la especie *Actinidia deliciosa*, es climatérico, de forma ovalada, baya no dehiscentes con muchas semillas pequeñas en un pericarpio carnoso que se unen al núcleo central del fruto (Ferguson y Boyd, 2002).

Dentro de las variedades más conocidas y comercializadas a nivel mundial se encuentran: Bruno, Abbott y Hayward, siendo esta última la variedad más difundida en las plantaciones a nivel mundial. Esta variedad posee buenas características agronómicas tales como vigor, rusticidad y productividad (Bascuñana, 1989).

El mercado del kiwi en el hemisferio norte es realizado, principalmente, por Nueva Zelanda y Chile. Países que aprovechan las condiciones de producción en contra-estación. Chile es el cuarto productor y tercer exportador de kiwis a nivel mundial, la mayor parte de su producción (80%) es destinada a exportación, siendo los principales mercados Europa y Estados Unidos (ODEPA 2005).

El problema, que presenta mayor gravedad en la producción de kiwi y que es reconocido a nivel internacional, es el deterioro de la calidad del fruto causado por la pérdida de firmeza y presencia de pudriciones postcosecha que surgen durante el almacenamiento (Prasad y Spiers, 1992). Este ablandamiento precoz del fruto, el cual no ha podido ser resuelto en el ámbito mundial, es particularmente severo en la producción chilena, pues limita las exportaciones, afectando su demanda y reduciendo precios de venta.

La naturaleza del ablandamiento del kiwi ha sido bien establecida, pero muy poco se ha publicado en relación a su modelación, pues al tener un número limitado de relaciones simples para caracterizar el ablandamiento del kiwi en el tiempo de almacenamiento, permitiría predecir el comportamiento futuro a partir de mediciones después de cosecha (Benge et al., 2000).

Aunque la producción frutícola en Chile ha logrado grandes avances, según Cooper *et al.*, (2007), los problemas de ablandamiento precoz en kiwis almacenados en cámaras de frío se deben a falta de conocimientos que figuran en el huerto de cultivo, al no determinar la susceptibilidad de los frutos al ablandamiento y en postcosecha, pues no existe una determinación de expresión.

1.1 MARCO TEÓRICO

1.1.1 CONCEPTOS DE MADURACIÓN EN FRUTAS

La madurez en las frutas es un estado de desarrollo completo ligado a procesos complejos de transformación de sus componentes donde el fruto expresa su máximo potencial en calidad y características organolépticas (Hayama et al., 2006). Se pueden distinguir dos tipos de madurez:

- Madurez fisiológica o de cosecha: estado que alcanza el fruto, luego de completar su desarrollo, logrando su máximo crecimiento y maduración, lo que permite su consumo con agrado mientras esta en la planta (Gil, 2004).
- Madurez de consumo: el fruto presenta su máxima expresión en las condiciones organolépticas y un mayor atractivo para el consumidor. Este estado puede suceder en la planta o después de la cosecha, según la especie (Gil, 2004).

Los cambios que sufren las frutas durante la maduración se relacionan con la textura, concentración de azúcares, color de fondo, aroma, desarrollo de sabor, biosíntesis de etileno y respiración (Giovannoni, 2001). La tasa de respiración declina en forma continua durante el desarrollo, pero en algunas especies sólo hasta la madurez fisiológica, ya que sufren un repentino aumento, presentando maduración de consumo. Estos frutos son denominados climatéricos (duraznos, ciruelas, damascos, kiwi, pera, plátano, manzana).

Los frutos climatéricos presentan un alza en la tasa de biosíntesis de etileno durante el período de maduración. En cambio, los frutos no climatéricos (frutilla, uva, guindas y cítricos), desarrollan un proceso de maduración lento en un período largo de tiempo, con respiración siempre decreciente y de baja intensidad (Giovannoni, 2001).

La madurez de cosecha es un factor importante en la calidad de la fruta. La calidad es un concepto muy relativo, que da origen a varias definiciones. La calidad de consumo se relaciona con atributos de atracción como: tamaño, color, aroma, gusto, jugosidad, textura, ausencia de alteraciones, entre otros; es la calidad en su puro sentido. Calidad de almacenaje y comercialización es la condición que permite un almacenaje prolongado, sin alteraciones, garantizando calidad de consumo aceptable. La calidad industrial es la que asegura un producto terminado según normas de mercado. En resumen, la calidad de la fruta fresca o seca, en general, en la comercialización esta relacionada con un alto grado de aceptación de consumo (Gil, 2004).

1.1.2 CARACTERÍSTICAS FISOLÓGICAS DEL KIWI

El kiwi (*Actinidia deliciosa*), es una planta trepadora de hoja caduca, originaria de las montañas del sur China Occidental, y que se dio a conocer comercialmente por los neozelandeses (Bascuñana, 1989; Zuccherelli y Zuccherelli, 1990).

El fruto del kiwi es una baya con forma de elipse, cuya epidermis es de color pardo-verdoso recubierta de vellosidades. La pulpa es de color verde esmeralda y está repleta de pequeñas semillas de color negro dispuestas en forma de círculo. En el centro se encuentra la columela, también comestible, de color blanco crema, con forma alargada en el sentido de la máxima longitud del fruto (Figura 1) (Bascuñana, 1989; Zuccherelli y Zuccherelli, 1990)

La maduración del kiwi se inicia en el momento en que el almidón disminuye y llega a un nivel máximo de 7% del peso fresco. El almidón es depositado, inicialmente, debajo de la epidermis y después hacia el interior del fruto, en tanto que aumentan los azúcares y los sólidos solubles.

El ácido ascórbico es alto en frutos de kiwi maduros, especialmente en el tejido carpelar verde, sin embargo esto baja al inicio de la maduración.

El color verde de la pulpa característico en el kiwi, corresponde a la clorofila ubicada en plastillos con una concentración de 2-3 mg/100g en fruta inmadura, la cual declina de 1-2 mg/100g en fruta madura para cosechar.

El aroma del kiwi está dado por una gran cantidad de sustancias volátiles, como ocurre en la mayoría de frutas. En kiwis inmaduros predominan los aldehídos, como el trans-hex-2-enal, que otorga un olor a hierba, lo que disminuye con la maduración, en tanto que aumentan la cantidad de ésteres, como el butanoato de etilo.

El aroma óptimo lo presentan los frutos de kiwi cosechados a los 8°Brix, al final del primer ablandamiento, cuando hay más etileno.

El etileno es una sustancia volátil que promueve la maduración de los frutos. La mayor tasa de ablandamiento en kiwi, en respuesta a los tratamientos de etileno, parece ser iniciada por la inducción de la actividad de las pectinesterasas, causando de-esterificación de las pectinas de la pared celular y su degradación (Wegrzyn y Mac Rae, 1992). El manejo de la temperatura, puede influir sobre la biosíntesis y acción de etileno. En el caso del kiwi, la producción de etileno aumenta de 3-4 veces por cada aumento de 10°C (Mitchell et al., 1991).

Después de la cosecha, el cambio más importante del fruto de kiwi es el ablandamiento. Este puede presentarse en dos fases; la primera, que es la de mayor magnitud y tasa, ocurre las primeras 4-8 semanas a 0°C y se caracteriza por una reducción en la adhesión entre células, con hidrólisis de almidón y de sustancias pécticas insolubles (Hallett et al., 1992). El tejido del kiwi contiene células gigantes y pequeñas y este primer ablandamiento ocurre por adhesión de las primeras, por lo tanto la proporción de los dos tipos de células, es un factor en la firmeza, y la segunda fase de ablandamiento se caracteriza por ser más lenta y está asociada con el etileno. Todas las características del ablandamiento, de la respiración y de la producción y respuesta de etileno hacen pensar que el kiwi pasa por la etapa I, no climatérica y una etapa II, climatérica siendo el kiwi Hayward un fruto de climatérico reprimido (Hewett et al., 1999).

A pesar que el kiwi almacenado a 0°C presenta una pérdida de firmeza inferior a una fruta almacenada a temperaturas superiores (Lallu et al., 1992), el ablandamiento precoz de los kiwis en cámaras de frío es uno de los principales problemas que se presentan para su comercialización (Cooper et al., 2007).

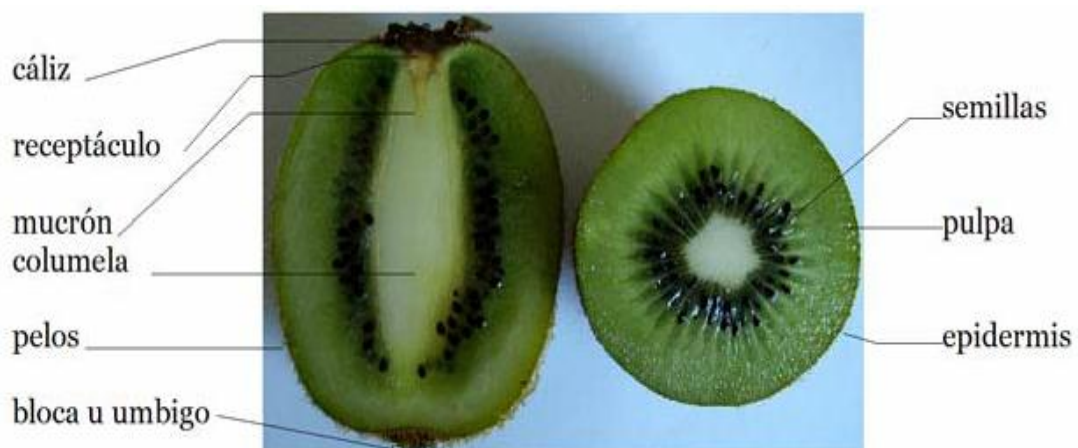


Figura 1: Corte longitudinal y transversal del fruto kiwi Hayward

1.1.3 COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL KIWI

El kiwi tiene alto contenido en agua y fibra soluble e insoluble que ayuda a normalizar los niveles de colesterol y facilita el tránsito intestinal. Es poco calórico y presenta moderada cantidad de hidratos de carbono en forma de azúcares.

Una porción de 100 g de kiwi (un kiwi grande) aporta a la dieta 52 calorías, es una de las frutas más ricas en vitamina C, cuyo aporte supera al de la naranja y limón.

Es así, como dos frutos de kiwi, de tamaño medio aportan cerca del 250% de la cantidad diaria recomendada de esta vitamina. (Ferguson, 1990; Mitchell, 1994).

También es rico en vitamina E y folatos, llegando a cubrir entre un 9 y un 20%, de las necesidades diarias de estas vitaminas, respectivamente. Es rico en minerales como magnesio, cobre y potasio, la deficiencia de este último, puede producir problemas en la tensión arterial, desórdenes digestivos y cansancio, aunque es pobre en sodio (tabla 1).

El fruto de kiwi posee la enzima proteolítica actinidina, que actúa desdoblado a las proteínas y, consecuentemente, facilitando su digestión. Además dicha actividad enzimática puede ser utilizada para el ablandamiento de carnes. (Salinero, 2001)

Tabla 1: Composición de kiwi, en 100 g de materia fresca.

Aporte por 100gr. De porción comestible					
Aporte por ración		Minerales		Vitaminas	
Energía [Kcal]	51,8	Calcio [mg]	34	Vit. B1 Tiamina [mg]	0,02
Proteína [g]	1	Hierro [mg]	0,4	Vit. B2 Riboflavina [mg]	0,04
Hidratos carbono [g]	9,12	Yodo [mg]	0,3	Eq. niacina [mg]	0,6
Fibra [g]	2,12	Magnesio [mg]	15	Vit. B6 Piridoxina [mg]	0,12
Grasa total [g]	0,8	Zinc [mg]	0,2	Ac. Fólico [µg]	26,8
AGS [g]	0,1	Selenio [µg]	0,6	Vit. B12 Cianocobalamina [µg]	0
AGM [g]	0,1	Sodio [mg]	4	Vit. C Ac. ascórbico [mg]	43,1
AGP [g]	0,4	Potasio [mg]	290	Retinol [µg]	0
AGP/AGS	4	Fósforo [mg]	0	Carotenoides (Eq. β carotenos) [µg]	37,3
(AGP + AGM) / AGS	5			Vit. A Eq. Retinol [µg]	6,22
Colesterol [mg]	0			Vit. D [µg]	0
Alcohol [g]	0				
Agua [g]	87				

Fuente: Tabla de Composición Química de los Alimentos Chilena, Universidad de Chile

1.1.4 SITUACIÓN ECONÓMICA DEL KIWI

Los mayores productores de kiwi a nivel mundial son China, Italia, Nueva Zelandia, Chile, Francia y Grecia, los que representan aproximadamente el 90% de la producción mundial mostrando una importante concentración de la producción (Copefrut, 2009).

Europa representa uno de los mercados más importantes y exigentes, siendo de gran importancia el manejo tecnificado de los huertos de kiwi, lo que implica la aplicación de técnicas de producción adecuadas para lograr altos estándares de rendimiento y calidad (ODEPA, 2007).

La superficie mundial de kiwi se estima en 75.000 ha con una producción de aproximadamente 1,3 millones de toneladas (Copefrut, 2009), estos datos no incluyen a China, país que posee gran superficie plantada y con una producción creciente, pero que prácticamente no participa del comercio mundial, consumiendo su producción en el mercado interno.

En Chile, existen, aproximadamente, 500 productores con una superficie de 13.500 ha, que representan 5% de la superficie total plantada del país. Las plantaciones de kiwis se extienden desde la región de Coquimbo a la Región de los Lagos, concentrándose en las regiones de O'higgins y del Maule (Copefrut, 2009).

La Región del Maule, cuenta con condiciones agroecológicas óptimas de temperatura, horas de frío y riego que permite que la cosecha de frutos de kiwi inicie un mes antes que en Nueva Zelanda, lo que permite obtener una oportunidad de inicios de temporadas con mejores precios. La cosecha de kiwi se realiza, en Abril y se exporta desde Abril a Octubre.

La oferta de kiwi en Chile, presenta una característica que se ha mantenido los últimos años, ya que, grandes volúmenes de kiwi son enviados a los mercados en un corto período de tiempo, pues el 70% de las exportaciones de kiwi se realizan en prácticamente 2,5 meses (figura 2).

**EXPORTACIONES DE KIWI, CHILE
TEMPORADA 2007-2008**

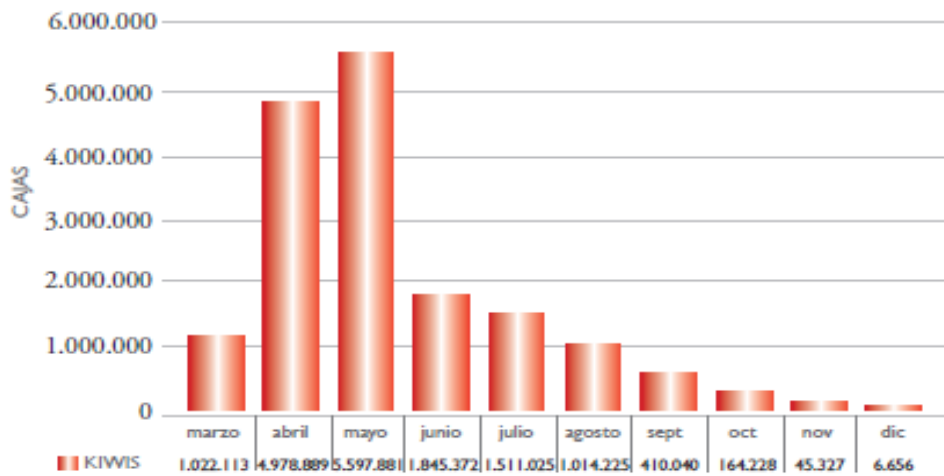


Figura 2: Gráfico de cajas de kiwi exportadas por Chile temporada 2007-2008 (Copefrut, 2009).

Principalmente, se exporta kiwi de conservación en frío convencional, que necesita de un período de tiempo bastante más prolongado para su comercialización. Cerca del 70% del kiwi es comercializado en Europa, seguido por Estados Unidos y Latinoamérica con cerca del 10% en cada caso (figura 3).

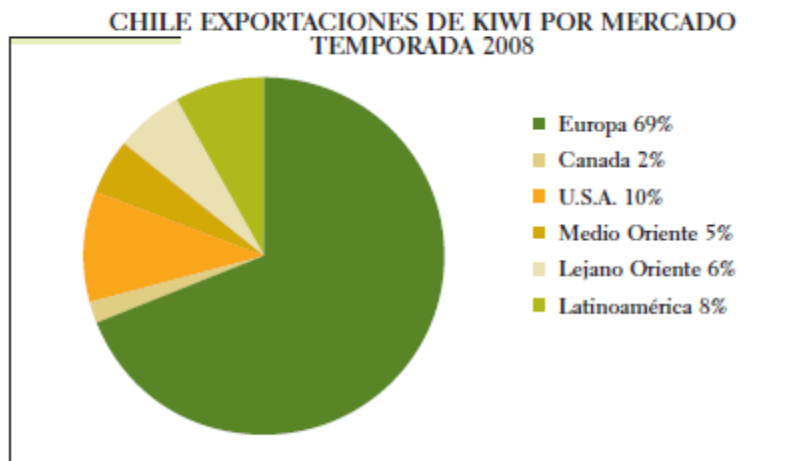


Figura 3: Gráfico de los principales países a los que Chile exporta kiwi (Copefrut, 2009)

1.1.5 PARÁMETRO DE TEXTURA EN FRUTAS

La textura puede ser definida como la manifestación sensorial de la estructura de los alimentos y la forma en el que esta estructura reacciona a las fuerzas aplicadas (Szczesniak, 1990). La textura es una de las tres principales propiedades sensoriales de los alimentos que se refieren exclusivamente al tacto y, por tanto, se pueden realizar mediciones precisas objetivamente por medios mecánicos en las unidades fundamentales de masa o fuerza (Kramer, 1973).

La percepción de textura está dada por la ruptura de un tejido, según la fortaleza relativa de las paredes y la cementación entre células. En frutas inmaduras se quiebran crujientemente por ruptura celular, pero, a medida que maduran sus células van ganando capacidad de distorsión y, entonces, la fractura ocurre por separación de células (Gill, 2004).

1.1.5.1 Firmeza, atributo de textura

La firmeza es el atributo más utilizado para definir la textura en frutas, la cual se define como “la resistencia a la deformación mediante la aplicación de una fuerza” (Jowitt, 1974). Para completar esta definición es necesario incluir otros factores que influyen en la textura de las frutas, estos son crocancia, jugosidad y la harinosidad (Seymour et al., 1993).

La firmeza es un parámetro de calidad importante en los kiwis. En la cosecha, la firmeza de los kiwis es alta (60 N) y se reduce a valores entre 5 a 8 N en la fase de maduración de consumo (Beever et al., 1990). Varios factores como temperatura, composición de la atmósfera, la concentración de etileno, la conversión de azúcares en almidón (MacRae y Redwell, 1992), afectan la tasa de ablandamiento.

Los cambios en la firmeza del tejido de la fruta implican alteraciones en la estructura de las paredes celulares. Es así como después de unas semanas de la cosecha, el fruto comienza a perder agua, y en consecuencia turgencia. Celano *et al.*, (2008) determinaron que la pérdida de agua en kiwis es compatible con la degeneración de los pelos en la piel, la evolución de las capas externas y la muerte de las células externas asociadas con la biosíntesis de cera, proceso que ocurre después de 5 semanas de la maduración.

Además, a nivel de membranas celulares, existen cambios en contenido de pectinas, principalmente en la lámina media. Se ha sugerido que la relación entre la resistencia mecánica de la pared celular y la de la lámina media determina la percepción sensorial de la jugosidad y la sequedad (Rojas et al., 2002).

1.1.5.2 Modelo de Normalización y Linealización de Peleg

Peleg (1979) señaló que las propiedades mecánicas de los materiales se pueden demostrar sometidos a pruebas de “relajación del esfuerzo” o “relajación de la deformación”. El primero de estos conceptos es definido por Mohsenin (1986) como “la disminución del esfuerzo en función del tiempo cuando un material es deformado a un valor constante”; esto implica que si un material se somete a una deformación constante, el esfuerzo necesario para mantener ese nivel de deformación disminuye en función del tiempo.

Entre las principales ecuaciones que se han utilizado para analizar datos reológicos en alimentos, se encuentran las determinadas por Peleg y Calzada (1976) que utilizan el esfuerzo residual después de un periodo largo de relajación, como un índice de fractura interna ocurrida durante la deformación del fruto. Ellos plantean que los aspectos matemáticos de la tensión de relajación de sólidos agrícolas son tratados principalmente por modelos reológicos lineales o arreglos simples que contienen un número pequeño de elementos. Utilizando una forma de interpretación para las curvas de relajación, al Normalizar y Linealizar estas curvas.

La representación generalizada de las curvas de relajación para los diferentes sistemas se presenta a continuación:

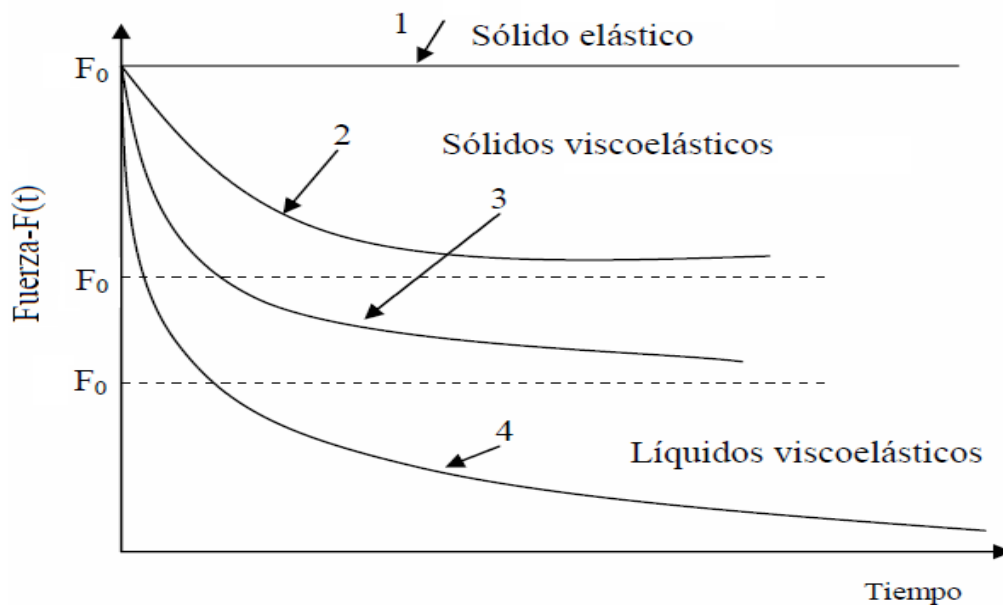


Figura 4: Curva de relajación de sólidos elásticos, sólidos viscoelásticos y líquidos viscoelásticos (Peleg, 1979).

Las curvas de relajación pueden normalizarse mediante la ecuación siguiente:

$$Y = \frac{F_0 - F(t)}{F_0} \tag{1}$$

Donde: F (t): Fuerza a t minutos de relajación.

F₀ : Fuerza a t = 0 de relajación.

t : Tiempo en minutos de relajación.

Un análisis de la función Y vs. t sugiere que su expresión matemática pueden tener la forma siguiente:

$$Y(t) = \frac{abt}{1 + bt} \tag{2}$$

Donde a y b son constantes

Las curvas de relajación se pueden linealizar con la siguiente ecuación:

$$t/Y = F_0 t / [F_0 - F(t)] \tag{3}$$

Obteniéndose una expresión matemática para la ecuación 2 de la siguiente forma:

$$\frac{t}{Y} = \frac{1}{ab} + \frac{t}{a} \tag{4}$$

Cuando a=0 el esfuerzo no se relaja (sólido ideal), y cuando a=1, se considera que el esfuerzo llega a valores cero (liquido). Para valores 0<a<1, "a" representa el valor asintótico residual de Y (∞).

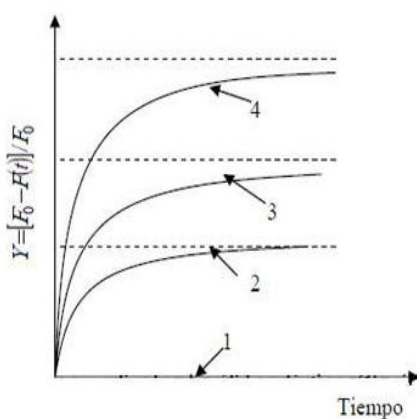


Figura 5: Curva de relajación normalizada de sólidos elásticos (1), sólidos viscoelásticos (2 y 3) y líquidos viscoelásticos.

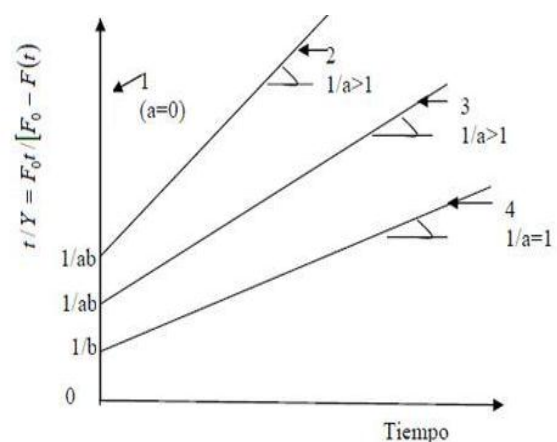


Figura 6: Curva de relajación linealizada de sólidos elásticos (1), sólidos viscoelásticos (2 y 3) y líquidos viscoelásticos.

2. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS

2.1 HIPÓTESIS

El ablandamiento posterior a la cosecha es el cambio más importante que afecta la calidad y vida de los frutos de kiwi refrigerados para exportación.

2.2 OBJETIVOS

2.2.1 OBJETIVO GENERAL

Estudiar a través de análisis destructivos y no destructivos, los principales factores fisicoquímicos, involucrados en el ablandamiento de kiwis almacenados en cámaras de frío.

2.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar el proceso de maduración de kiwis variedad Hayward, mediante parámetros fisicoquímicos (sólidos solubles, acidez titulable, materia seca, color de fondo, tasa de deshidratación, densidad y porosidad).
2. Determinar cambios de textura en kiwis variedad Hayward a través de medios instrumentales.
3. Analizar el metabolismo de kiwis Hayward, según la tasa de respiración y de etileno.
4. Estudiar parámetros de textura en kiwis Hayward, utilizando análisis sensorial, en cada salida de frío.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIA PRIMA: FRUTOS DE KIWI HAYWARD

Se realizó un seguimiento de la maduración en postcosecha de frutos de kiwi (*Actinidia deliciosa*) variedad Hayward. Esta variedad fue cosechada en un huerto comercial ubicado en la localidad de Quinta de Tilcoco, VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, en Abril 2011.

Para determinar el tiempo de cosecha, se marcaron 4 plantas de kiwi, cultivadas en el huerto mencionado anteriormente, estas plantas presentaron iguales condiciones de cuidados agronómicos. Cada planta poseía 4 frutos marcados los cuales fueron analizados dos veces por semana, con análisis no destructivos.

Además se cosecharon, dos veces a la semana, 16 frutos de características similares a los marcados, los cuales fueron evaluados en el laboratorio. Esto permitió obtener análisis de precosecha, determinando el tiempo de cosecha óptima.

Una vez alcanzada la etapa de cosecha se escogieron frutos con igual estado de madurez, en el campo de cultivo. Se cosecharon alrededor de 1200 frutos, los cuales fueron sometidos a un pre-tratamiento antes del almacenamiento, proceso denominado como "curado tradicional", el cual consiste en dejar los frutos en recipientes bins, durante 48 horas, a una temperatura sobre los 10°C y humedad relativa de 90%, aproximadamente. Este proceso permite una cicatrización de los frutos, protegiendo al kiwi, principalmente, de hongos como *Botrytis cinerea* (Crisoto et al, 1998; Gil, 2004).

Una vez realizado el curado, se almacenaron 250 frutos en una cámara de frío a 20° C (t=0 días de almacenamiento), lo que correspondió a la primera salida de frío, luego los restantes frutos se almacenaron en otra cámara de frío a 0°C, y fueron sometidos a evaluaciones a 60 (segunda salida de frío) y 120 días de almacenamiento (tercera salida de frío).

En cada salida de frío, se caracterizaron 12 frutos diariamente, y además se eligieron 10 frutos más, en cada una de las salidas, para medir tasa de deshidratación (perdida de peso), concentración de etileno y respiración.

Los ensayos de pre y postcosecha formaron parte del proyecto FONDEF otorgado al profesor Rodrigo Infante responsable del Laboratorio de Calidad de la Fruta, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile (figura 7).

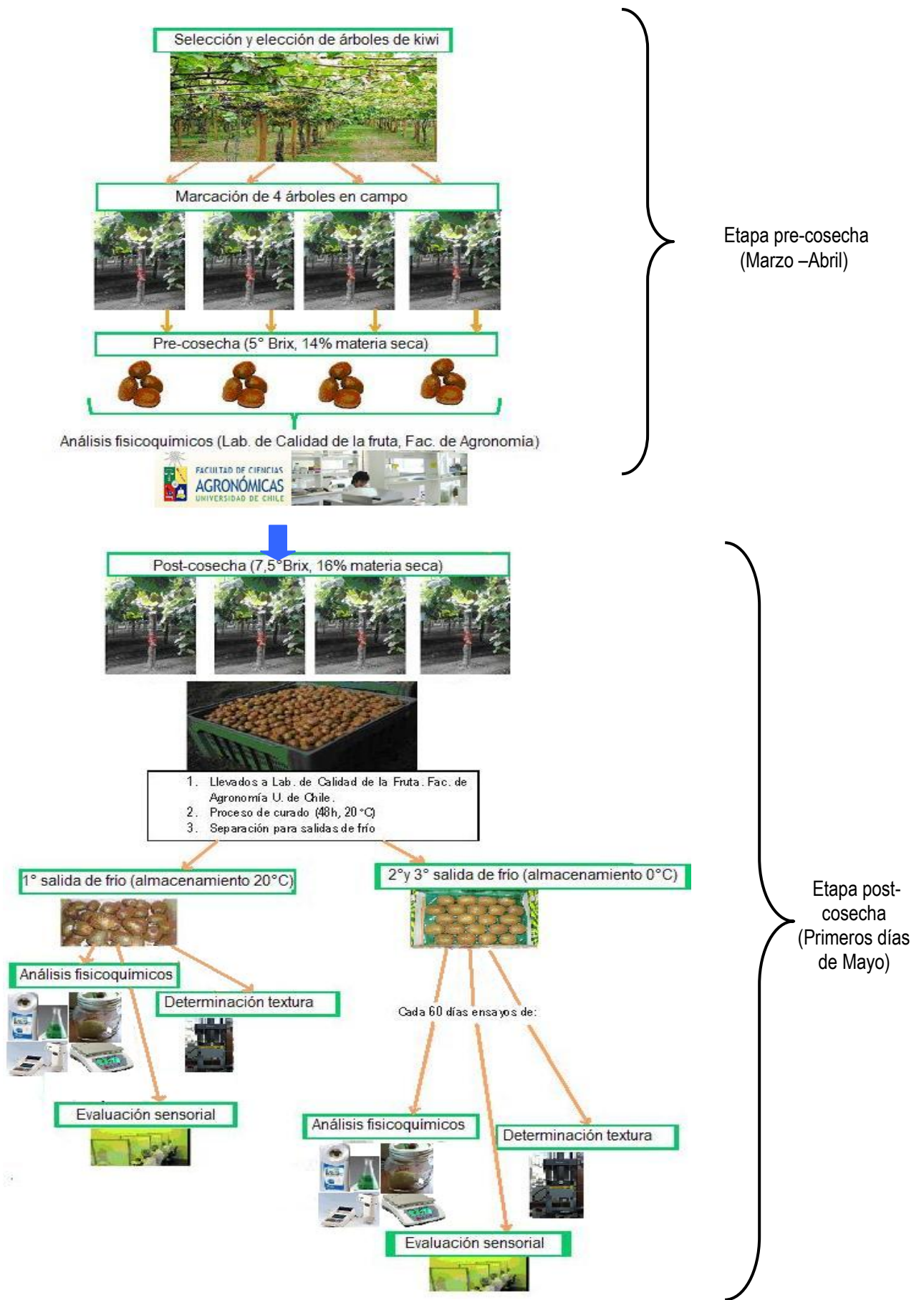


Figura 7: Diagrama de etapas del proyecto.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS

3.2.1.1 Concentración de sólidos solubles (CSS): Este parámetro de madurez, fue determinado al extraer jugo de ambas caras de la zona ecuatorial del fruto, utilizando un refractómetro termocompensado modelo PAL y escala de 0-32 °Brix (Atago, Tokio, Japón). Los resultados se expresaron en grados Brix.

3.2.1.2 Acidez titulable (AT): Se utilizaron 10 ml de jugo de una muestra representativa de 4 frutos, obteniendo 3 tubos para análisis de los doce frutos diarios, los cuales fueron titulados con NaOH 0,1N, hasta que se logro la neutralización de los ácidos orgánicos. Los resultados se expresaron como porcentaje de ácido cítrico (Marsh et al., 2003).

3.2.1.3 Materia seca: Se tomaron secciones transversales de la zona ecuatorial de los frutos, aproximadamente de 1 cm de espesor, de la cual se registró su peso y luego fueron llevados a una estufa de secado modelo B28 (Binder, Alemania) a 70°C, hasta alcanzar peso constante (aproximadamente 24 hr). El resultado fue expresado en porcentaje de peso seco de la muestra (AOAC método 934.06 (2000)).

3.2.1.4 Determinación del color de fondo: Se utilizó un colorímetro portátil tri-estímulo CR-400 (Minolta, Osaka, Japón) con fuente de iluminante D65, un ángulo de observador de 10°, calibrado con un estándar blanco, utilizando el sistema CIELab, propuesto en el año 1976 por la CIE (Comisión Internacional de IÉclairage), donde L representa la luminosidad (claro u oscuro); a y b indican la orientación del color (CIE 15, 2004).

a = Tendencia del color al rojo (positivo) o al verde (negativo).

b = Tendencia del color al amarillo (positivo) o al azul (negativo).

Se midió el color en la zona ecuatorial del fruto, con piel y sin piel (pulpa). De esta medición se obtuvieron los valores de L , a y b los que se utilizaron para calcular la tonalidad o Hue definido por la siguiente ecuación:

$$\text{Hue: } \tan^{-1}(b/a)$$

Para medir la variación de color se calculó Delta E (ΔE) que corresponde a la distancia entre dos puntos en el espacio tridimensional CIELab.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

Además, se tiene que: (HUNTER LAB, 2008).

- + ΔL : la muestra es más luminosa que el estándar.
- ΔL : la muestra es más oscura que el estándar.
- + Δa : la muestra es más roja que el estándar.
- Δa : la muestra es más verde que el estándar.
- + Δb : la muestra es más amarilla que el estándar.
- Δb : la muestra es más azul que el estándar.

3.2.1.5 Determinación de densidad y porosidad: Se midió la densidad en muestras de kiwi frescos las cuales fueron tratadas con el método de desplazamiento de volumen (Mohsenin, 1986) mediante un picnómetro para sólidos calibrado de 25 ml, utilizando agua destilada como líquido de referencia. Los valores de ρ se expresarán en g/cm^3 . Se determinó la densidad aparente (muestra con aire ocluido) y la densidad real que es la que presenta el producto una vez eliminado el aire de sus poros. En este caso las muestras fueron sometidas a vacío por 15 min. a una presión de 150 mmhg, con una bomba de vacío modelo R-300 (Boeco, Alemania).

Los valores de ambas densidades se calcularon con la siguiente fórmula:

$$\rho = \frac{P2}{P1 + P2 - P3} \rho_{SI}$$

Dónde:

P1= peso de picnómetro lleno de agua destilada (g)

P2 = peso de la muestra (g)

P3= peso del picnómetro + muestra + agua destilada

ρ_{SI} = densidad de agua destilada (g/cm^3)

La fórmula para determinar porosidad (ε) es la siguiente:

$$\varepsilon = \frac{(\rho_{\text{real}} - \rho_{\text{aparente}})}{\rho_{\text{real}}} * 100$$

Donde:

ρ_{real} = Porosidad real

ρ_{aparente} = Porosidad aparente

ε = Porosidad (%)

3.2.1.6 Tasa de deshidratación (TD): Se evaluaron los 10 frutos, en cada salida de frío, los cuales se dividieron en dos grupos, cinco de ellos fueron expuestos a una medición de firmeza no destructiva, utilizando el texturómetro GS-14, equipado con un émbolo de 20 mm de diámetro, el que recorre 1 mm, a partir del momento en que el émbolo toma contacto con la superficie del fruto sin cortar. Este grupo se denominó, frutos expuestos a aplastómetro (con A) y los cinco restantes, no expuestos a aplastómetro (sin A).

Estos frutos se encontraban a 20°C, los cuales fueron pesados diariamente, utilizando una balanza electrónica de precisión 0,01 g (Tech Master, California, EE.UU.). Los resultados se expresaron en porcentaje (%) de peso período.

3.2.1.7 Tasa de producción de etileno y respiratoria: Para realizar estos análisis se utilizaron los 10 frutos, separados de la forma ya mencionada (con y sin aplastómetro). Para el análisis de dióxido de carbono se usaron 10 frascos de vidrio de 750 mL, los cuales entregan un sistema estático a 20°C, las tapas de estos recipientes tienen un septum de silicona, a través del cual se extraían las muestras gaseosas (figura 8).

Al momento de cerrar los frutos en los recipientes, se debe considerar la hora de cierre, pues una hora después se deben tomar las muestras de aire con una jeringa. Para determinar la concentración de dióxido de carbono, se utiliza una jeringa de 10ml, la cual es inyectada en un cromatógrafo de gases Hewlett Packard, modelo 5890 serie II provisto de un detector de conductividad térmica (figura 9a). Los resultados se expresaron en $\text{mg CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$.

Para determinar la tasa de producción de etileno, las muestras se obtuvieron de forma similar a la descrita anteriormente, pero con una jeringa de 1 ml. El equipo en que se inyectaron las muestras de etileno es un cromatógrafo de gases (Agilent technologies 7820A, CG System, EE.UU.) provisto de un detector de ionización de llama y una columna Porapak QN 80/100 (1,2 m y 3,18 mm), (Norwalk, Connecticut, EE.UU) (figura 9b). Los resultados se expresaron en $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$.

Los dos grupos de frutos (con y sin aplastómetro) se utilizaron para determinar la existencia de diferencias significativas en las concentraciones de etileno, al recibir los frutos estímulo externo, como aplicar fuerza.



Figura 8: Recipientes de vidrio donde se colocaban los frutos para análisis de gases.



Figura 9: a) Cromatógrafo de gases para respiración. b) Cromatógrafo de gases para etileno.

3.2.1.8 Determinación de la textura: Para determinación de la firmeza de la fruta, se utilizó un texturómetro Fruit texture Analyzer (FTA) GS-14 (Güss, Strand, Sudáfrica), equipado con un émbolo de 1,5 mm con una penetración de aguja, que recorre 5 mm a partir del momento en que ésta toma contacto con la superficie del fruto. Debido a la diversidad de tejidos que presenta el kiwi, se realizaron punciones en tres zonas del fruto, previo a este procedimiento se procedió a cortar en forma transversal los kiwis. Las zonas ya diferenciadas son: pulpa, columela e inserción de semillas.

3.2.1.9 Caracterización de textura: Para determinar las características reológicas de textura en frutos de kiwi Hayward, se utilizaron los datos entregados por el programa computacional del texturómetro (FTA) GS-14. Los datos obtenidos por este equipo, determinaban curvas de fuerza versus deformación. De esta forma, al saber que la velocidad de medición, utilizada en el equipo para análisis de punción en las tres zonas del fruto era de 5mm/s, se obtuvieron curvas de fuerza versus tiempo (curvas de relajación) las cuales fueron ajustadas mediante el modelo matemático de Normalización y Linealización de Micha Peleg (Ec. 1 y 3), modelo que es altamente utilizado para el análisis de propiedades reológicas en materiales viscoelásticos, comportamiento que presentan frutas y verduras (Morrow y Mohsenin, 1966).

3.2.2 EVALUACIÓN SENSORIAL

La evaluación, se realizó con el fin de poder comparar, los datos instrumentales (texturómetro), con la respuesta de los jueces. Los frutos fueron evaluados una vez en cada salida de frío, entre los días 15 o 19 de cada periodo, con un panel entrenado de jueces, los cuales evaluaron: color, dulzor, acidez y parámetros de textura en una escala continua, no estructurada de 15 cm (anexo 1).

Las siguientes definiciones corresponden a los atributos de textura evaluados:

- Dureza: Fuerza requerida para comprimir una muestra entre los molares.
- Cohesividad: Grado hasta el que se comprime una sustancia entre los diente antes de romperse.
- Masticabilidad: Propiedad mecánica de la textura relacionada con la cohesión y con el número de masticaciones requeridas para dejar un producto sólido e las condiciones necesarias para su deglución.
- Jugosidad: Cantidad de jugo liberado durante la masticación
- Crocancia: Se relaciona con la frescura y firmeza humedad de los alimentos, presentando un sonido típico en deformación.

3.2.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Se calcularon los promedios y desviación estándar de los datos de los análisis fisicoquímicos realizados en los tres periodos de almacenamiento en frutos de kiwi Hayward. Luego se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para estimar si existían diferencias entre los resultados de los análisis fisicoquímicos de cada salida de frío. Se utilizó el software estadístico Infostat student versión en español.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CARACTERIZACIÓN DE PARÁMETROS DE MADUREZ

4.1.1 CONCENTRACIÓN SÓLIDOS SOLUBLES

La concentración de sólidos solubles experimentó un considerable aumento en el tiempo de almacenamiento. Observándose, estadísticamente diferencias significativas entre las tres salidas de frío ($p < 0,05$).

En la primera salida de frío, se registraron las mayores alzas de concentraciones de sólidos solubles, comenzando el primer día de esta etapa con un promedio de $7,18 \pm 0,47$ °Brix hasta llegar a un promedio de $12,97 \pm 0,56$ °Brix, correspondiente al último día de análisis (día 31). Por lo tanto, los sólidos solubles de los frutos de kiwi aumentaron en un 80% aproximadamente, del valor inicial.

En la segunda salida de frío, los sólidos solubles incrementaron de $11,72 \pm 0,56$ (día 61) a $13 \pm 0,76$ °Brix (día 92). Presentando un alza (aumentando en 12%), pero no tan significativa como la salida de frío anterior.

El contenido de sólidos solubles aumenta con la maduración, pero puede disminuir durante el almacenamiento por la utilización de hidratos de carbono en la respiración de frutas (Mitchell et al., 1991; MacRae et al, 1992.).

En la tercera salida, el aumento de sólidos solubles fue sólo de un 3% ($13 \pm 0,67$ a $13,3 \pm 0,3$ °Brix), manteniendo un comportamiento más constante, en relación a las demás salidas de frío. En esta etapa, no se registraron diferencias significativas ($p > 0,05$).

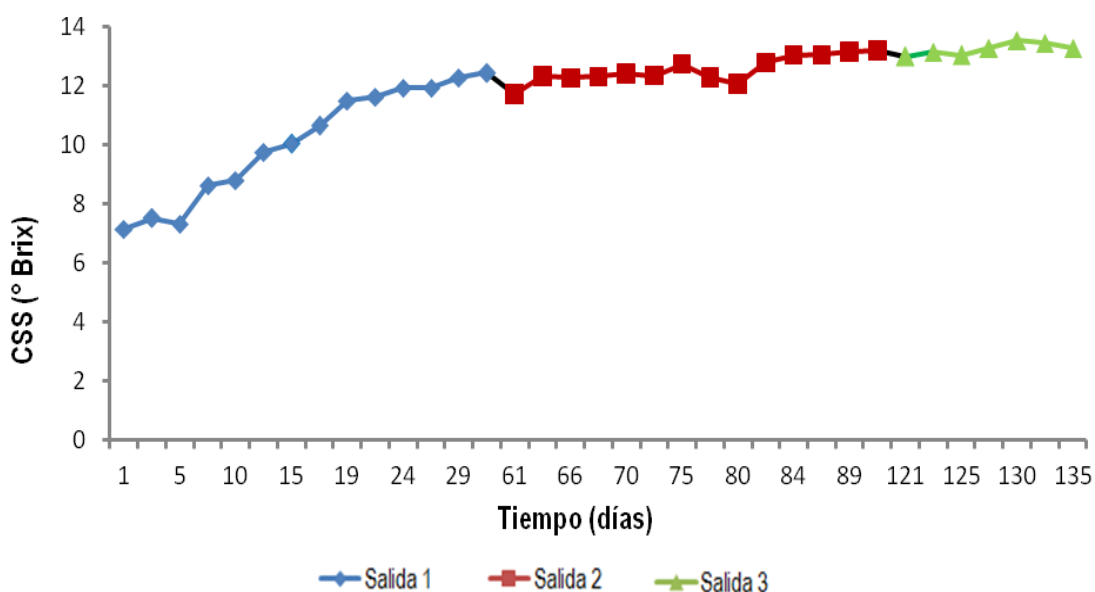


Figura 10: Evolución de sólidos solubles en el tiempo (promedios diarios).

Estos resultados se deben a que el fruto del kiwi se caracteriza por acumular almidón durante las primeras etapas de desarrollo para luego comenzar a degradarse a medida que se acerca la maduración, por lo que aumenta el contenido de azúcares y por lo tanto los °Brix, comportamiento que se registró en el análisis de los frutos estudiados (figura 10).

El almidón, hidrato de carbono que es abundante en el almacenamiento de frutos de kiwi (Kader, 1992), puede proporcionar información útil sobre la textura de la fruta fresca, pues el aumento de sólidos solubles, esta muy relacionado con la disminución de firmeza, comportamiento que se observó en este trabajo.

Los datos obtenidos, respecto a los análisis de parámetros de madurez, se encuentran registrados en el anexo 2, donde están las tablas de los resultados estadísticos de las tres salidas de frío.

4.1.2 ACIDEZ TITULABLE

El porcentaje de acidez medido como % de ácido cítrico, presentó diferencias significativas en los tres períodos de evaluación ($p < 0,05$), disminuyendo considerablemente durante el tiempo de almacenamiento.

Este parámetro, en los frutos de kiwi de la primera salida de frío, comenzó con un promedio de $3,29 \pm 0,05$ % de acidez (primer día de análisis), disminuyendo drásticamente en el tiempo, presentando el último día de evaluación un promedio de $1,98 \pm 0,27$ % de acidez, lo que corresponde a un 40% de disminución.

En la segunda salida de frío, los porcentajes de acidez, estuvieron entre 1,48 y 2,00 %, presentando un promedio general de $1,71 \pm 0,14$ % de acidez. En esta etapa, la disminución de acidez en los frutos de kiwi, es más constante, pero no deja de ser importante (16,84 % de disminución).

En la tercera salida de frío, la acidez sigue la misma tendencia a bajar, presentado un promedio general de $1,33 \pm 0,12$ % de acidez. En esta etapa, el porcentaje de disminución de acidez fue de 20,01% (figura 11).

Los cambios en la acidez de los frutos de kiwi, se deben a que los ácidos totales del fruto, particularmente el ácido cítrico, después de la hidrólisis del almidón disminuyen, continuando con este comportamiento durante el almacenamiento (Gil, 2004). Además, de igual forma que los sólidos solubles, la acidez en frutos de kiwi esta relacionada con la firmeza, pues a medida que los frutos tienden a ablandarse se produce paralelamente una importante disminución de los ácidos.

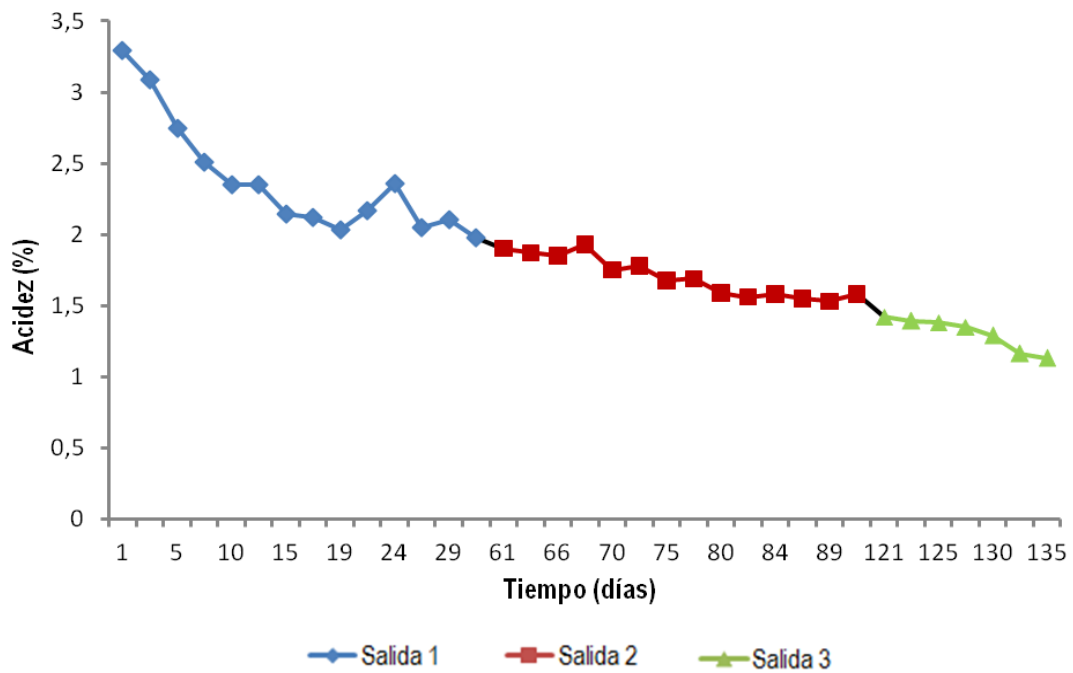


Figura 11: Cambios en % de acidez en el tiempo (promedios diarios).

En la figura 12, el gráfico, presenta la relación entre el porcentaje de acidez con los sólidos solubles en frutos de kiwi, a medida que pasa el tiempo de almacenamiento.

Esta relación, es totalmente inversa, pues mientras la acidez disminuye en el tiempo, los sólidos solubles aumentan hasta permanecer constante al final de la tercera salida.

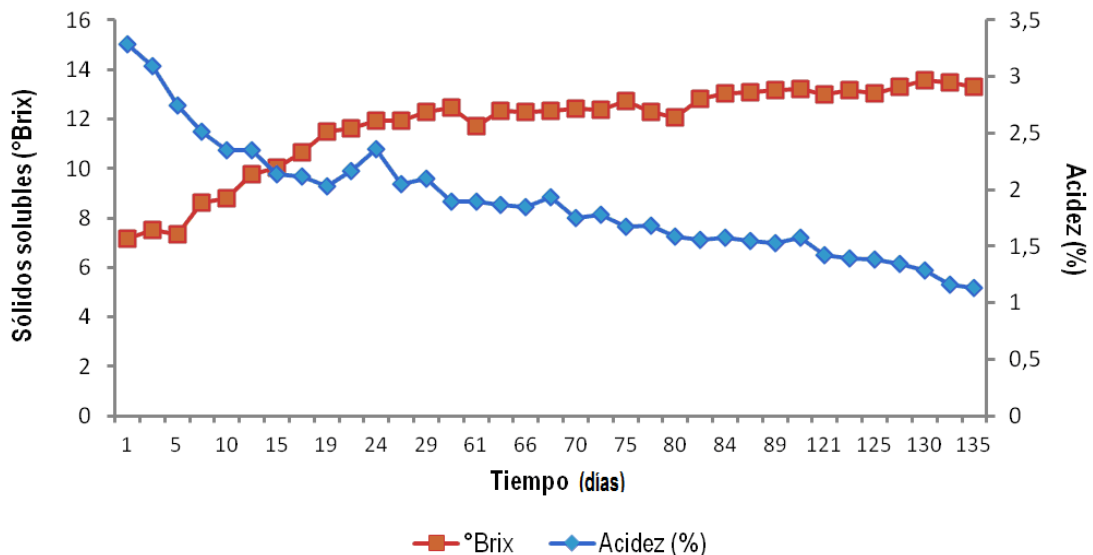


Figura 12: Comportamiento de sólidos solubles y % acidez en kiwi, durante el estudio.

4.1.3 MATERIA SECA

El porcentaje de materia seca experimentó cambios en el tiempo, presentando diferencias significativas al considerar las tres salidas de frío ($p < 0,05$).

En la primera salida de frío, se encontraron diferencias significativas en los análisis diarios, aumentando considerablemente, con un promedio general de $15,64 \pm 1,07$ % de materia seca. En esta etapa, se obtuvieron los mayores porcentajes de este parámetro, es así como los días 26 y 29 se observó el promedio de $17,15$ % de materia seca. Sin embargo, el último día de este período, se observó una disminución en los valores de materia seca, registrando un promedio de $16,23 \pm 1,22$ %.

En la segunda salida de frío, el porcentaje de materia seca aumentó paulatinamente, con un promedio general de $16,14 \pm 0,53$ %, presentando diferencias significativas ($p < 0,05$). Alcanzando la media más alta de materia seca, el día 29 la cual fue de $16,81 \pm 1,03$ %.

En la tercera salida de frío, no se observaron diferencias significativas ($p > 0,05$), con una media de $15,70 \pm 0,51$ %, además se observó una leve disminución en relación a los últimos día de la segunda salida de frío ($8,2$ % aproximadamente). (Figura 13).

A pesar, que en la primera salida de frío los valores de materia seca fueron más elevados, en relación a los otros períodos, es en la segunda etapa donde se observó una media general más alta, pues sus valores fueron más constantes, que en el período anterior.

Según los datos obtenidos, el porcentaje de materia seca, más que entregar información de la maduración de los frutos de kiwi en plena temporada, permite obtener antecedentes de la calidad sensorial de los frutos, pues este parámetro es considerado como un indicador de los carbohidratos totales del fruto (Godoy *et al.*, 2004).

La materia seca, también constituye un parámetro de calidad importante en la programación del almacenaje. Se ha sugerido que aquellos frutos con un nivel de materia seca igual o superior a $16,5$ % al momento de su cosecha, tienen la capacidad de almacenarse durante períodos prolongados (Peano *et al.*, 2007).

En relación al antecedente anterior, se puede deducir una baja posibilidad de obtener un almacenamiento adecuado y de larga duración para los frutos de kiwi analizados en este trabajo, pues los porcentajes de materia seca obtenidos en este trabajo al momento de cosecha de los frutos, fueron mayoritariamente, menores a lo indicado por los anteriores autores.

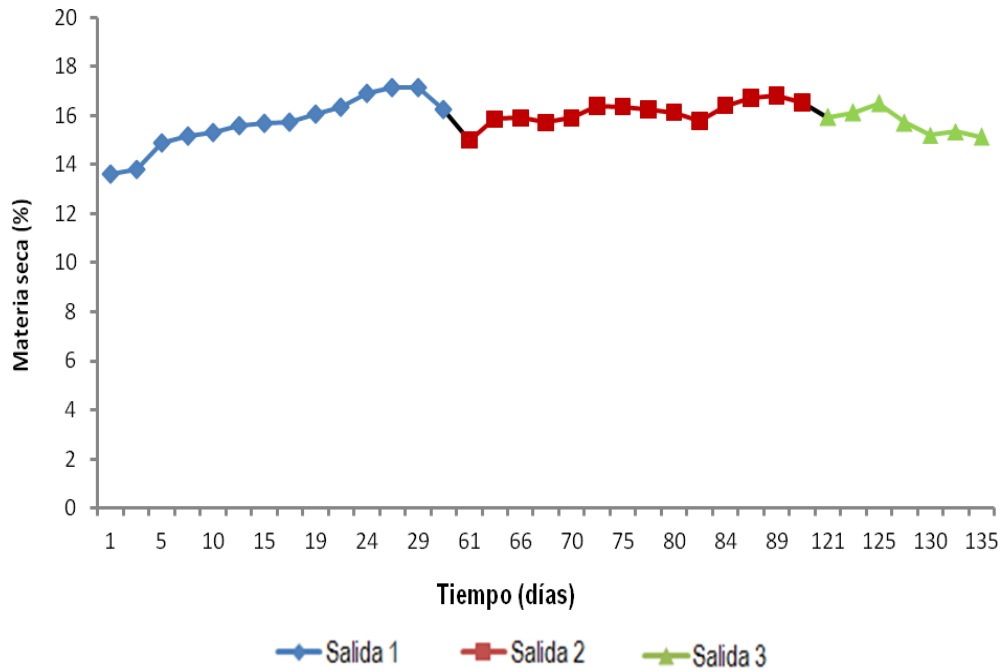


Figura 13: Comportamiento de materia seca (%) en el tiempo (promedios diarios).

4.1.4 DETERMINACIÓN DE COLOR DE FONDO

La variación de color en la piel de frutos de kiwi (ΔE) no presentó grandes cambios en el tiempo. En la primera etapa de evaluaciones, los valores de ΔE estuvieron entre 0,22 y 1,90, por lo que se puede determinar un cambio evidente.

En la segunda salida de frío el rango de ΔE osciló entre 0,35 y 2,80 y en el tercer período los valores de ΔE se ubicaron entre 2,35 y 3,50, por lo que se pueden catalogar las variaciones de ambos períodos, como cambios de color muy evidentes (figura 14).

Respecto a ΔL , Δa y Δb , en la piel de kiwi, se puede decir, que en el primer periodo los frutos presentaron una luminosidad y un color pardo verdoso, muy similar al estándar. Sin embargo, en la segunda y tercera salida de frío, los frutos perdieron luminosidad y su color pardo, presentó una tonalidad levemente rojiza, en comparación al estándar.

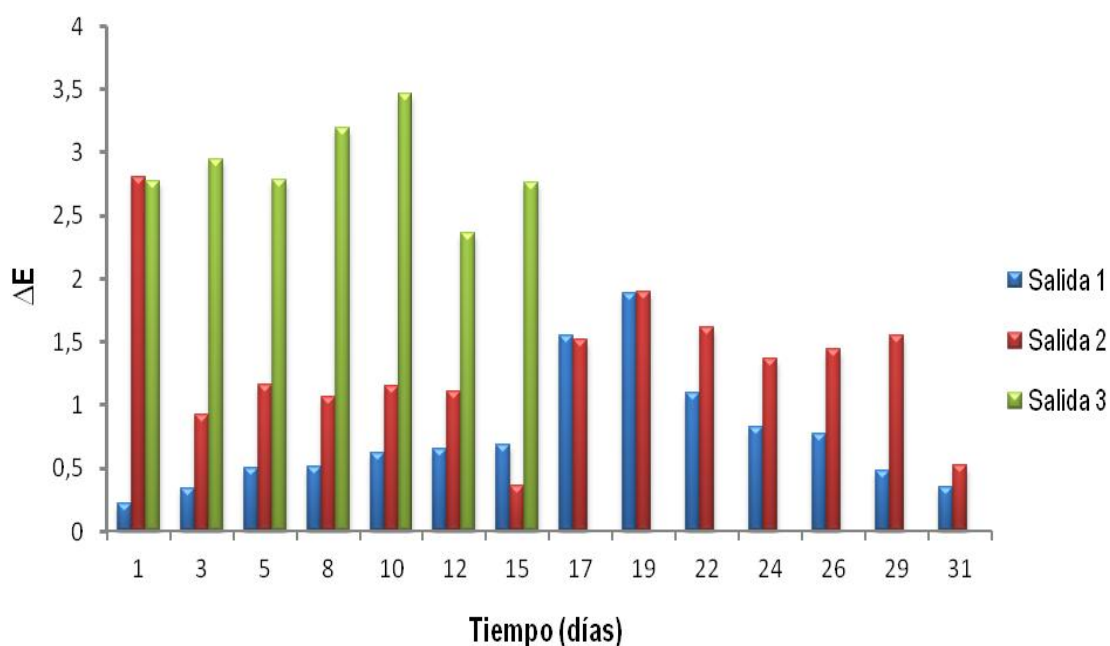


Figura 14: Variaciones de color, en piel de frutos de kiwi en tiempo de evaluación.

La variación de color en la pulpa de kiwi, experimentó cambios en el tiempo, registrándose valores entre 1,07 y 8,0 en el primer período, de 7,3 y 11,2 en el segundo período, y variaciones entre 1,4 y 9,2 en el tercer período. Por lo tanto, en las tres salidas de frío, se puede determinar que existió un gran cambio de color (figura 15).

Los valores de ΔL , Δa y Δb , en pulpa de kiwi, permitieron determinar una pérdida de luminosidad a medida que pasaba el tiempo, presentando un color verde mucho más oscuro que el estándar.

Las diferencias en los valores del espacio tridimensional CIELab, presentaron diferencias significativas en el tiempo, tanto en la piel como en la pulpa del fruto de kiwi. En la tabla 2, se muestran los promedios de Lab, donde se observa que tanto "L" como "b" disminuyen en el tiempo, sin embargo la coordenada "a" aumenta en ambas zonas del fruto de kiwi.

Tabla 2: CIELab de color en pulpa y piel de kiwis

Lab	Pulpa kiwi			Piel kiwi		
	1° salida	2° salida	3° salida	1° salida	2° salida	3° salida
L	48,61± 4,06	43,92 ± 2,10	36,91± 3,93	43,16 ±1,65	41,79 ±1,52	40,27 ±2,00
a	-12,04 ± 1,60	-8,57 ±1,02	-6,22 ±1,10	4,07±0,74	4,41±0,79	4,93 ±0,56
b	20,09 ± 2,15	15,12 ± ,23	12,59 ± ,92	15,82±0,85	15,34 ±0,74	14,56 ±0,76

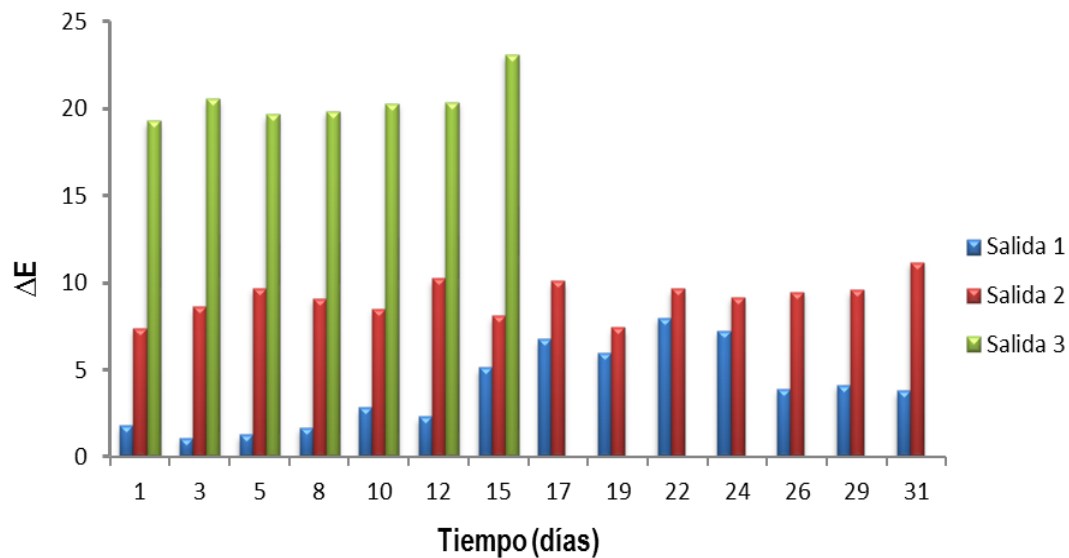


Figura 15 : Variaciones de color, en pulpa de frutos de kiwi en tiempo de evaluación.

Respecto a la tonalidad en piel de los frutos, también se encontraron diferencias significativas entre salidas de frío ($p < 0,05$), disminuyendo su tono de 15° (primera salida) a 9° (tercera salida). Según esto, los ángulos determinados se encuentran localizados en la zona de los colores verde y amarillo del espacio cromático Lab (figura 16).

En relación a la tonalidad de la pulpa de los frutos (Hue) aumentó en el tiempo, encontrándose diferencias significativas entre las tres salidas de frío ($p < 0,05$).

Los valores de tonalidad ($^\circ$), se encontraron entre 147° a 170° , lo que corresponde a la zona de los colores verde y azul, determinando un alejamiento, en el espacio de CIELab, del color verde, por lo tanto este comportamiento se puede producir por la pérdida de clorofila que experimenta el fruto del kiwi durante su almacenamiento (figura 17).

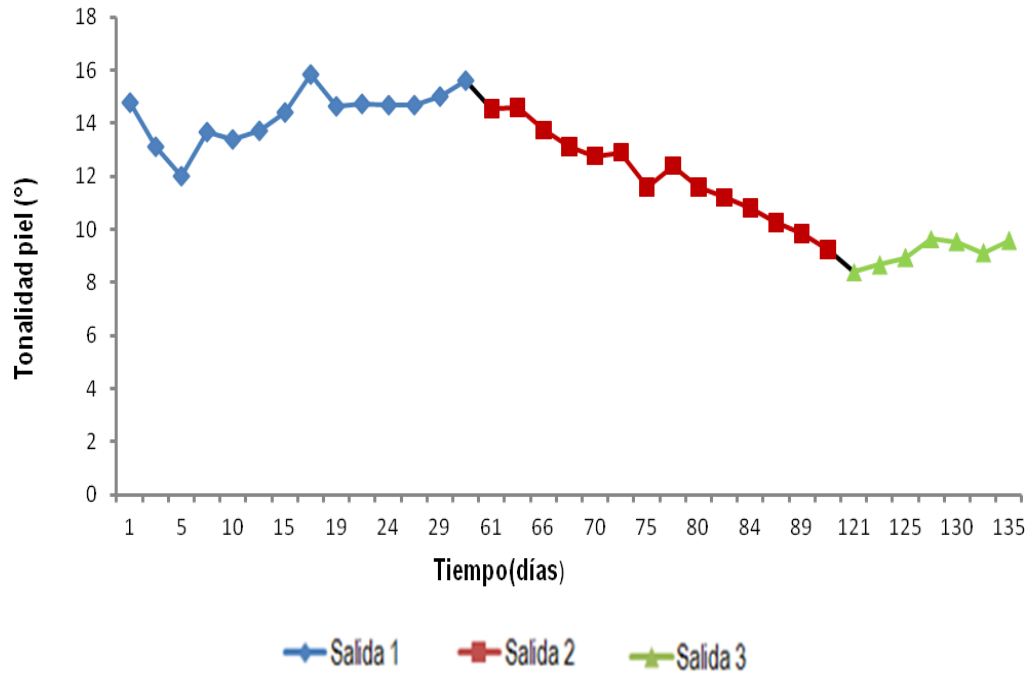


Figura 16: Tonalidad en piel de frutos de kiwi en el tiempo (promedios diarios).

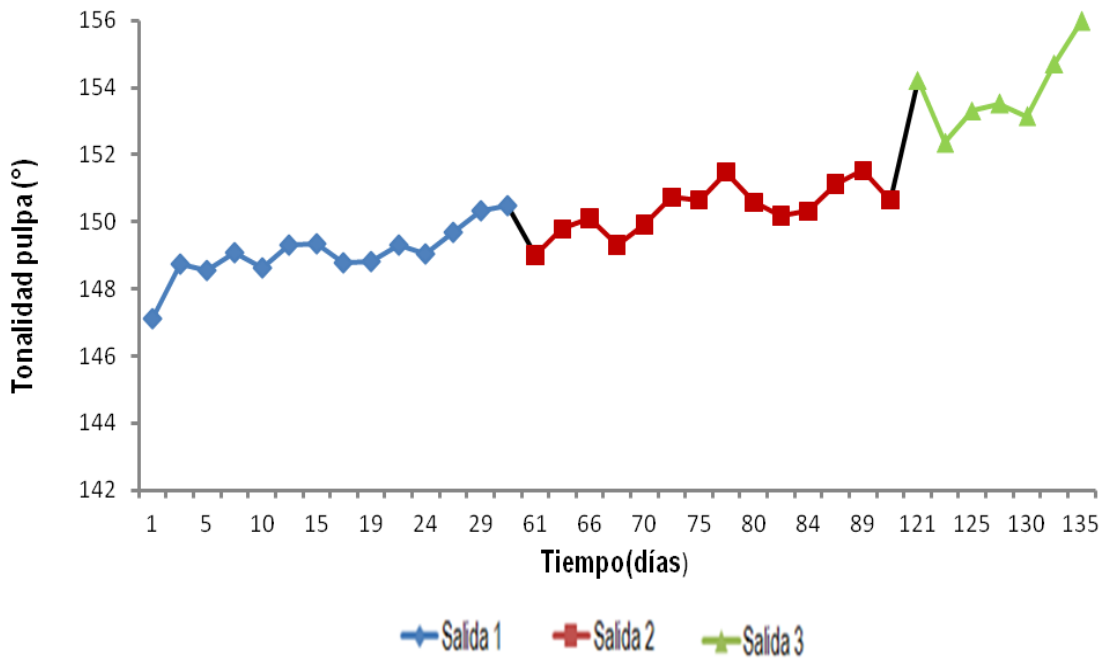


Figura 17: Tonalidad en pulpa de frutos de kiwi en el tiempo (promedios diarios).

El croma en piel de kiwi, sufrió cambios en el tiempo entre períodos de análisis, registrando diferencias significativas ($p < 0,05$), disminuyendo de 16,8 % a 15,12 %, pero un con comportamiento menos constante que el presentado por los valores de croma en pulpa de los frutos de kiwi (figuras 18 y 19).

El croma de pulpa, también registró una reducción en la saturación de color, incluso más importante que en la piel de los frutos, pues entre la primera y tercera salida de frío, el croma bajó de 27 % a 11,3% respectivamente, observando diferencias significativas entre los tres períodos.

Según Ontivero y Altube (2008), durante la maduración y particularmente en las últimas semanas, el color verde de la pulpa, de los frutos de kiwi, se modifica presentando variaciones en sus tonalidades, luminosidad, ángulo de tono y saturación que pueden ser utilizadas como indicador de la madurez.

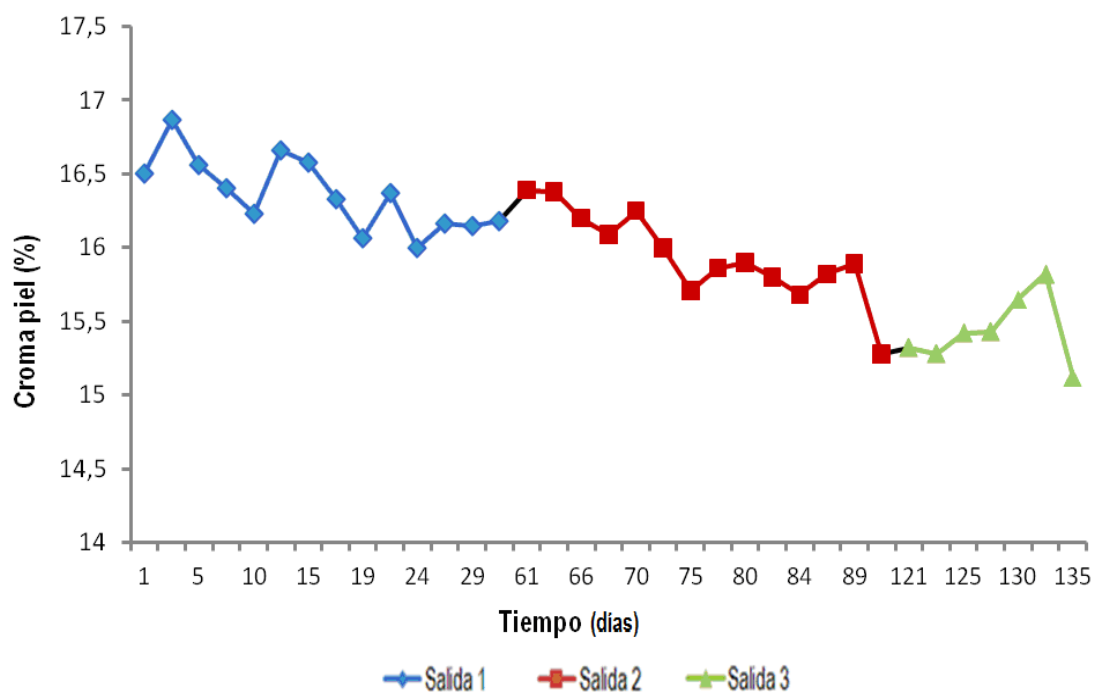


Figura 18: Cambios de cromaticidad, en piel de frutos de kiwi en el tiempo (promedios diarios).

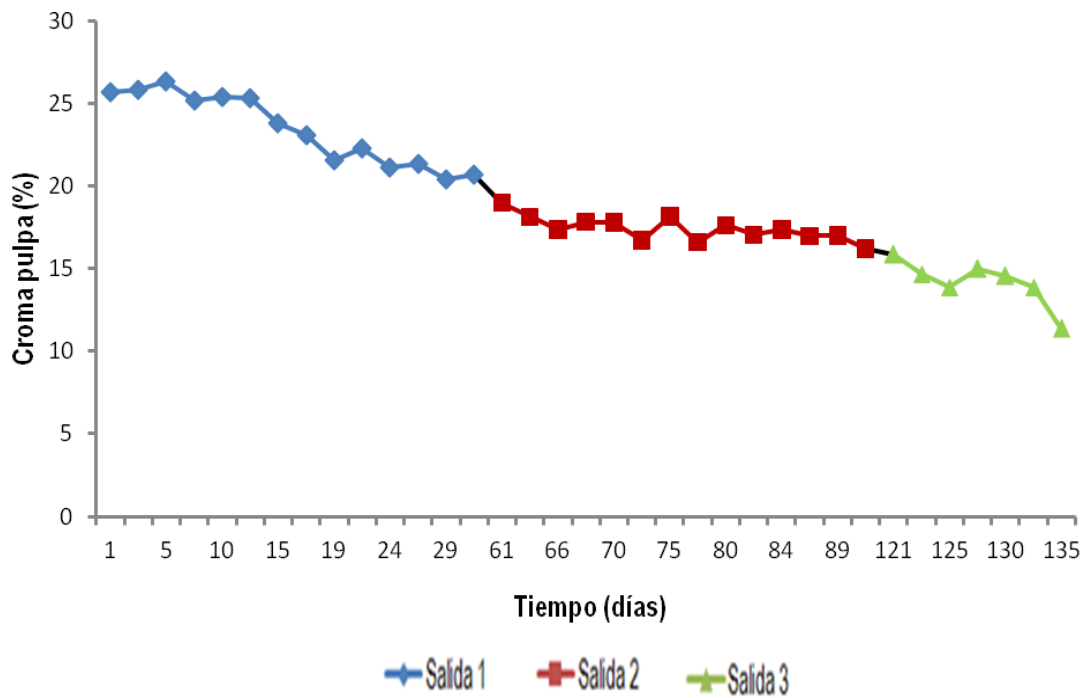


Figura 19: Cambios de cromaticidad, en pulpa de frutos de kiwi en el tiempo (promedios diarios).

4.1.5 DENSIDAD Y POROSIDAD DE FRUTOS DE KIWI

4.1.5.1 DENSIDAD

Ciertamente la densidad experimenta cambios en las salidas de frío (figura 20), encontrándose diferencias significativas entre los tres periodos de análisis ($p < 0,05$). Es así como en la primera salida de frío la densidad comienza con valores cercanos a $1,07 \text{ g/cm}^3$, presentando un aumento de 38,3% aproximadamente, desde el día 17 hasta el día 22 ($1,48 \pm 0,05 \text{ g/cm}^3$). Los valores de densidad para la segunda salida de frío disminuyeron en relación a la primera salida, manifestando su máxima densidad al segundo día de evaluaciones de este período ($1,25 \pm 0,08 \text{ g/cm}^3$). De igual forma, en la tercera salida de frío, la densidad siguió disminuyendo, pero levemente, hasta ser constante en este periodo, logrando un valor de $1,07 \text{ g/cm}^3$.

Según McGlone *et al.*, (2007) los cambios de densidad durante el almacenamiento, en condiciones relativamente constantes de materia seca, sugieren la posibilidad de que el volumen de gas entre los espacios celulares experimenta cambios a medida que la fruta madura y luego cuando es almacenada.

Al disminuir el volumen interior del gas a medida que madura la fruta, esto permite un aumento de la densidad (de 20 a 40 días de almacenamiento, según Clark *et al.*, 2004). Este proceso puede derivar, principalmente por ablandamiento de las paredes celulares y el posterior escape de gas, lo que podría facilitar la contracción o colapso de los espacios intercelulares donde se encuentra el aire.

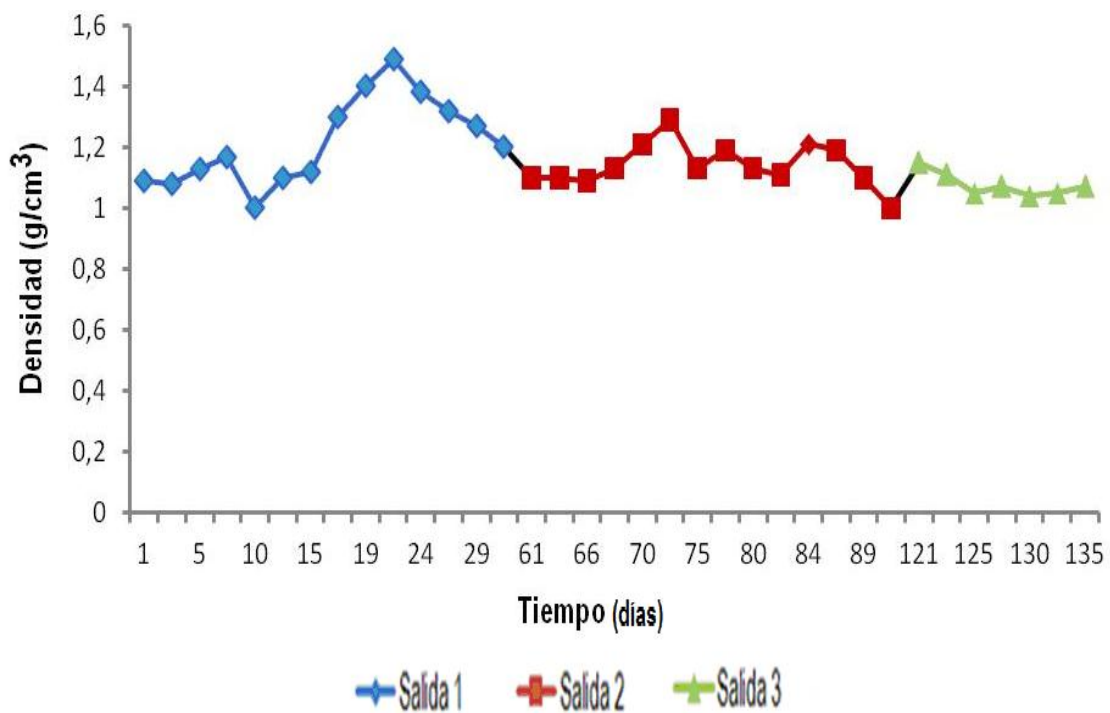


Figura 20: Cambios en la densidad de frutos de kiwi en el tiempo (promedios diarios).

4.1.5.2 POROSIDAD

La porosidad en frutos de kiwi, experimentó cambios en el tiempo registrando, estadísticamente diferencias significativas ($p < 0,05$). El día 26 del primer período la porosidad fue de 22% para luego disminuir a un 17% el día 31. En la segunda salida de frío, el porcentaje de porosidad disminuye en el transcurso del tiempo, presentado su más alto porcentaje el primer día de evaluación (20%). Este decaimiento de la porosidad en los frutos de kiwi, sigue observándose en el tercer periodo de evaluaciones, donde comenzó con un 16% de porosidad, terminando con un 11%.

Los cambios en los tejidos de frutas y verduras, alteran fuertemente la compartimentación celular, la pared de la matriz y permeabilidad de la membrana, influyendo en las propiedades de transporte de ciertas soluciones, (figura 21), principalmente por que en la etapa de postcosecha, las pectinas son degradadas.

Esta degradación produce un debilitamiento en la estructura de las paredes celulares y en la unión celular, produciendo el ablandamiento de los fruto. Además la resistencia eléctrica de las paredes disminuye en el transcurso de la maduración por los cambios en la composición y en la hidratación de las membranas celulares, que se tornan filtrantes (Giovannoni, 2001). Esto puede explicar la disminución en el porcentaje de porosidad que se experimenta en el tiempo de análisis de frutos de kiwi, pues la capacidad de retención o de transporte celular de fluidos en los tejidos del kiwi se levemente dañado.

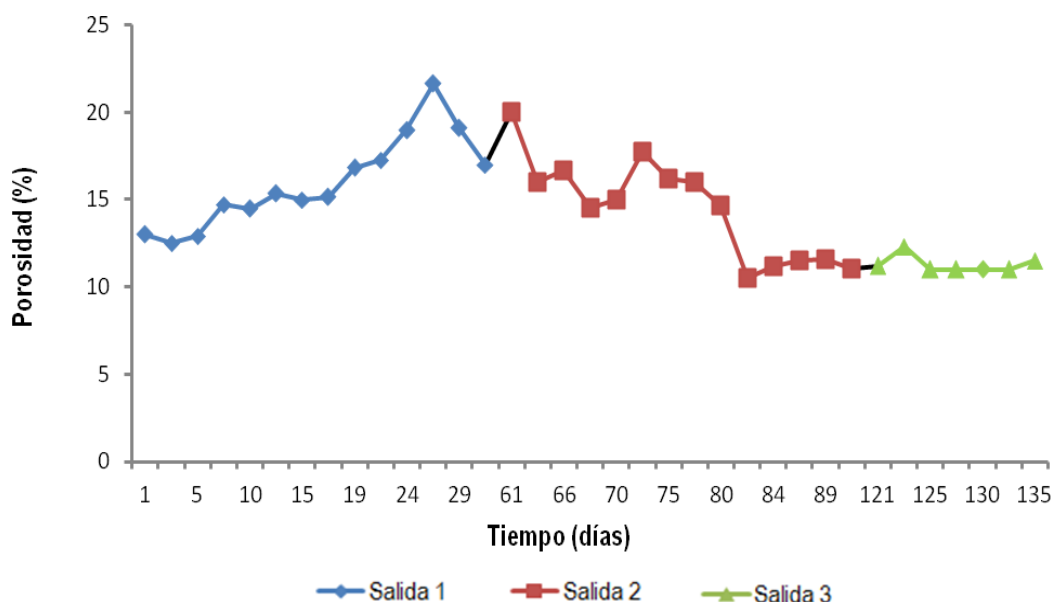


Figura 21: Porosidad de frutos de kiwi en el tiempo (promedio diarios).

4.1.6 TASA DE DESHIDRATACIÓN

Respecto a los distintos tratamientos utilizados en los 10 frutos (con y sin aplastómetro), la tasa de deshidratación no presentó diferencias significativas entre tratamientos en un mismo período. Sin embargo, se registraron diferencias significativas al considerar las tres salidas de frío ($p < 0,05$).

Una clara diferencia se determinó en relación a la tasa de deshidratación entre las salidas de frío, pues los 10 frutos de respiración de la primera salida presentaron una pérdida promedio de peso de 8,8%. En cambio, en la segunda y tercera salida, los frutos de respiración, perdieron en promedio 5,4% y 4,6 % del peso inicial, respectivamente (figura 22).

Durante el almacenamiento una pérdida de peso del 4% es el límite para una buena calidad comercial (Thompson, 1998; Crisoto et al., 2002).

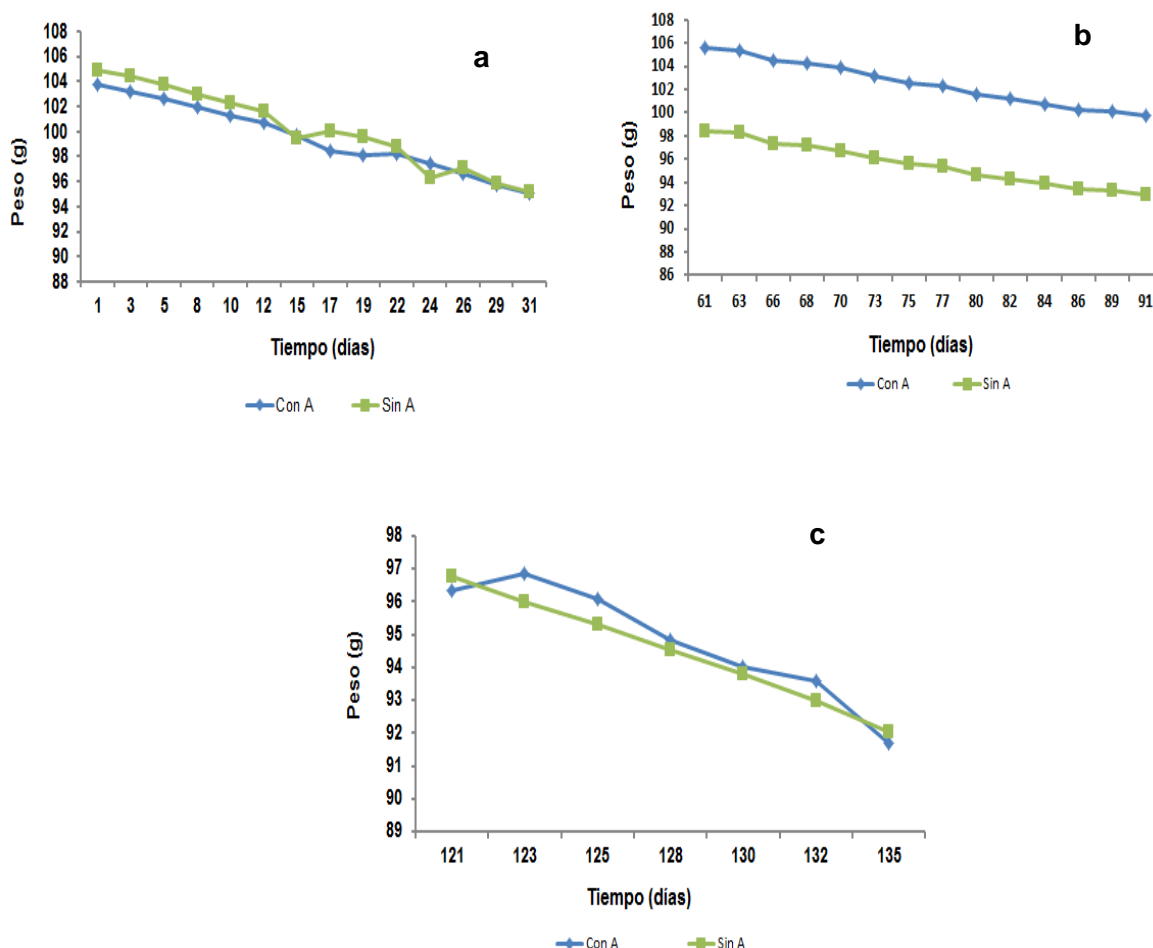


Figura 22: Promedio de pesos diarios en frutos de kiwi expuestos (con A) y no expuestos a aplastómetro (sin A): a) primera salida de frío, b) segunda salida de frío y c) tercera salida de frío.

El proceso de deshidratación de frutas es también conocido como transpiración, y comienza cuando se encuentran unidas a la planta de la que proceden (Navarro, 2003). Mientras permanecen unidas, las pérdidas ocasionadas por la respiración y la transpiración se compensan mediante el flujo de la savia. Una vez cosechadas, las frutas, dependen exclusivamente de sus reservas alimenticias y de su propio contenido en agua. Por tanto, las pérdidas de sustratos respirables no se compensan, son mayores y permiten el inicio del deterioro (Wills et al., 1984).

Además es importante destacar, que los frutos fueron almacenados en una cámara a 20°C, la cual presentó complicaciones por las constantes variaciones de temperatura, principalmente el primer período de análisis, registrando temperaturas entre 15°C a 25°C, con humedades relativas entre 85%-80%, lo que aceleraría el proceso de deshidratación de los frutos, pues este fruto debe ser almacenado, sin refrigerar, a temperaturas menores de 20°C, con humedades relativas cercanas a 90%, para así evitar una mayor pérdida de peso y turgencia.

4.1.7 SEGUIMIENTO DE RESPIRACIÓN Y ETILENO EN FRUTOS DE KIWÍ

4.1.7.1 CONCENTRACIONES DE ETILENO

Respecto a los análisis de respiración y etileno, se realizaron evaluaciones, a los diez frutos que fueron divididos en dos grupos, los expuestos a aplastómetro (con A), y los no expuestos a aplastómetro (sin A). La idea era determinar si existen diferencias significativas en las concentraciones de etileno, pues este iniciador natural de maduración puede inducirse o estimularse cuando los tejidos vegetales son dañados o golpeados (Hoffman & Yang, 1982). Por este motivo se realizó un análisis de varianza en cada salida de frío para determinar diferencias entre tratamientos (con o sin aplastómetro) y tratamientos/ tiempo, lo que pueden variar la respuesta, que en este caso que es la concentración de etileno.

En la primera salida de frío, no existieron diferencias entre tratamientos ($p=0,3533$), pero se presentaron diferencias significativas considerando los días de evaluación en cada tratamiento ($p<0,005$) y también al considerar ambas variables; tratamientos y tiempo ($p<0,0001$) (anexo 3). En la segunda salida de frío, no se encontraron diferencias significativas en las concentraciones de etileno al realizar los análisis estadísticos entre tratamientos ($p= 0,2318$), sin embargo se presentaron diferencias significativas entre tratamientos/tiempo y de igual forma al considerar los días de evaluación de este período ($p= 0,0001$) (anexo 4).

En la tercera salida de frío, no se observaron diferencias significativas en concentraciones de etileno entre tratamientos ($p=0,3567$), pero al considerar los días de evaluación, y la combinación entre tratamientos/tiempo, si se registraron diferencias significativas ($p<0,0001$) (anexo 5).

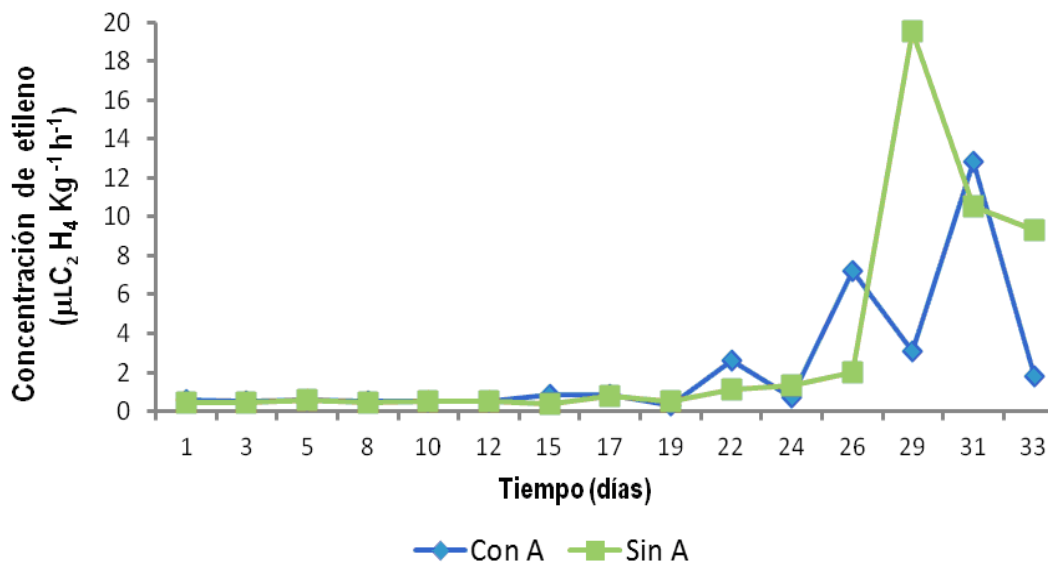


Figura 23: Evolución de etileno, en frutos expuestos y no aplastómetro, primera salida de frío.

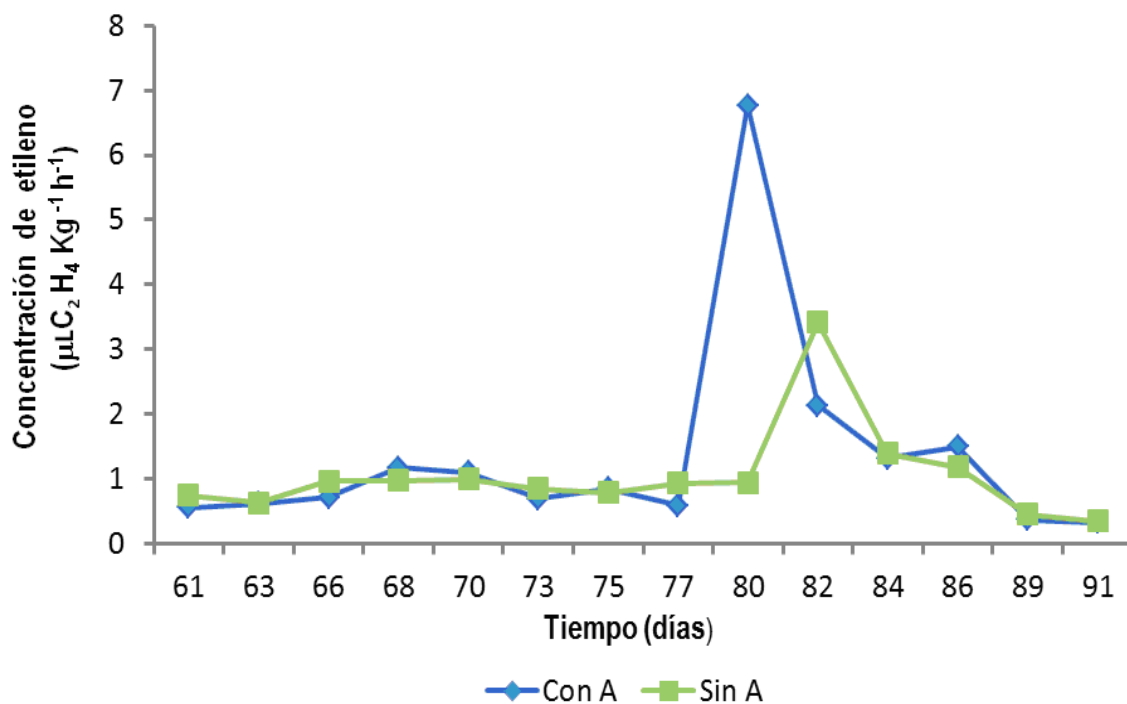


Figura 24 Evolución de etileno, en frutos expuestos y no aplastómetro, segunda salida de frío.

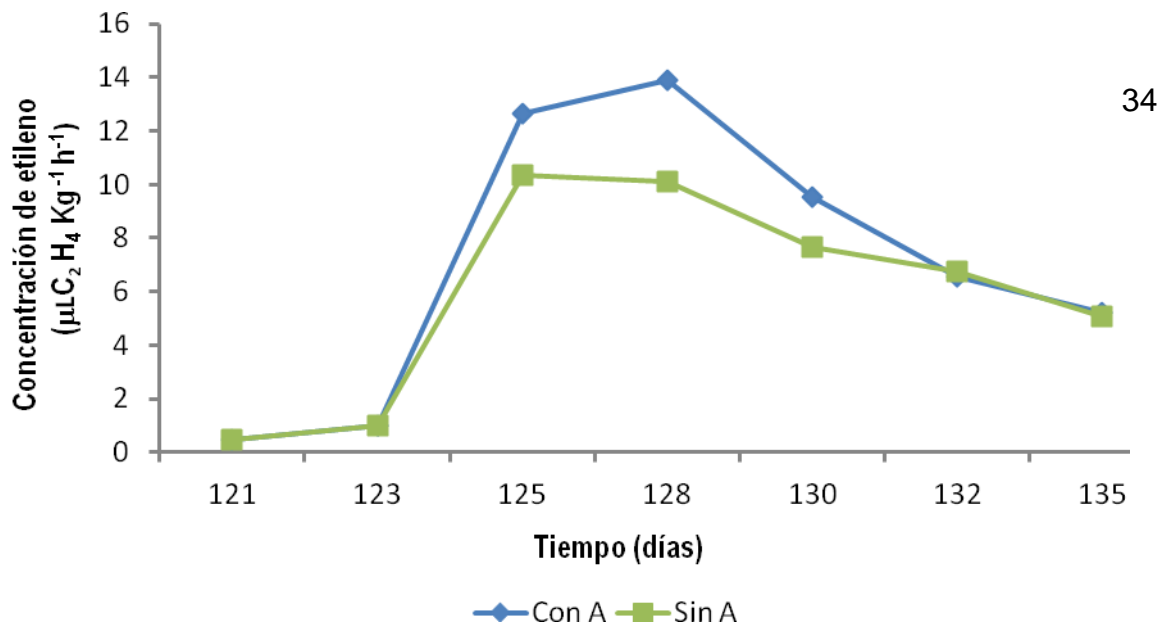


Figura 25: Evolución de etileno, en frutos expuestos y no aplastómetro, tercera salida de frío.

Las mayores concentraciones de etileno, en las evaluaciones realizadas en la primera salida de frío, se registraron en los últimos días de análisis de este período. En la figura 23, el gráfico, muestra que el pick de etileno para los frutos no expuestos a aplastómetro se registró el día 29 (19,53 µl/kg/h), y el pick en frutos expuestos a aplastómetro se determinó el día 31 de este primer periodo (12,85 µl/kg/h). En el caso de los frutos analizados en la segunda salida de frío, presentaron un comportamiento distinto a las salidas de frío analizadas, pues las concentraciones de los pick, de ambos grupos, disminuyó considerablemente, observándose que el mayor pick de etileno se encuentra en frutos expuestos a aplastómetro con una concentración de 6,77 µl/kg/h el noveno día de esta etapa (figura 24).

El mayor pick de etileno, en la tercera salida de frío (figura 25), fue registrado en los frutos expuestos a aplastómetro, el cuarto día de este período (13,85 µl/kg/h).

El promedio de concentraciones más altas de etileno se observaron en esta etapa, con un promedio de 5,92 µl/kg/h y 7,05 µl/kg/h, en frutos sin aplastómetro y con aplastómetro, respectivamente. Además, en este período las curvas de concentración de etileno versus tiempo de evaluación, de ambos tratamientos presentan un comportamiento muy similar.

Al relacionar los resultados obtenidos, con la literatura, los frutos expuestos a aplastómetro deberían presentar una mayor de concentración de etileno debido a la estimulación externa del aplastómetro. Sin embargo, en la primera salida los frutos que presentaron una mayor concentración de etileno fueron los no expuestos a aplastómetro 35 situación que difiere al comportamiento presentado en la segunda y tercera salida de frío, en la cual la mayor concentración de etileno se registró en los frutos expuestos a aplastómetro.

Es importante destacar, que el comportamiento de los frutos expuestos a aplastómetro durante la primera salida, presenta varias alzas de concentraciones antes de llegar al pick, distinto a lo observado en frutos no expuestos a aplastómetro, los cuales sólo presentan un alza de concentración que corresponde al pick.

4.1.7.2 CONCENTRACIONES DE DIOXIDO DE CARBONO

La concentración más altas de dióxido de carbono en la tercera salida de frío fue en frutos expuestos a aplastómetro, con una concentración de dióxido de carbono de 41,74 mg CO₂*kg⁻¹*h⁻¹. Situación distinta a al primera y segunda salida de frío, ya que los pick se encontraron en los frutos no expuesto a aplastómetro (42,50 mg CO₂*kg⁻¹*h⁻¹ y 40,87 mg CO₂*kg⁻¹*h⁻¹, respectivamente). Se ha determinado que en frutos climatéricos luego de producirse altas concentraciones de etileno, puede detonarse, al mismo tiempo una rápida liberación de CO₂, previo al proceso siguiente, la senescencia, conducente a la degradación de los frutos (Giovannoni 2001).

Al realizar los análisis estadísticos en cada una de las etapas, se determinó que tanto en la segunda como en la tercera salida de frío se presentaron diferencias significativas en las concentraciones de dióxido de carbono, entre tratamientos y al considerar tratamientos y tiempo (p<0,0001). Sin embargo en la primera salida de frío, sólo se registraron diferencias significativas al relacionar tratamiento y tiempo.

Según los resultados obtenidos, se puede observar que el comportamiento de las curvas de concentración de etileno, son distintas a las obtenidas en los análisis de CO₂, pues estas, presentan constantes alzas en el tiempo, sin observarse un pick tan diferenciado con en el caso de las concentraciones de etileno.

Además, en las dos primeras salidas de frío, los pick de contracciones de etileno coinciden con las menores contracciones de CO₂, y al disminuir la alta concertación de etileno se observa que la concentración de CO₂, vuelve a crecer.

Sin embargo, en la tercera salida de frío, las curvas de CO₂ presentan un comportamiento distinto a las anteriores salidas, pues no se observa un pick o diversas alzas de concertación, con un comportamiento más constante, además en esta etapa, las mayores concentraciones de etileno coinciden con las mayores concentraciones de CO₂.

Las siguientes figuras (26, 27 y 28), muestran las curvas de concentración de dióxido de carbono, en los tres periodos de análisis:

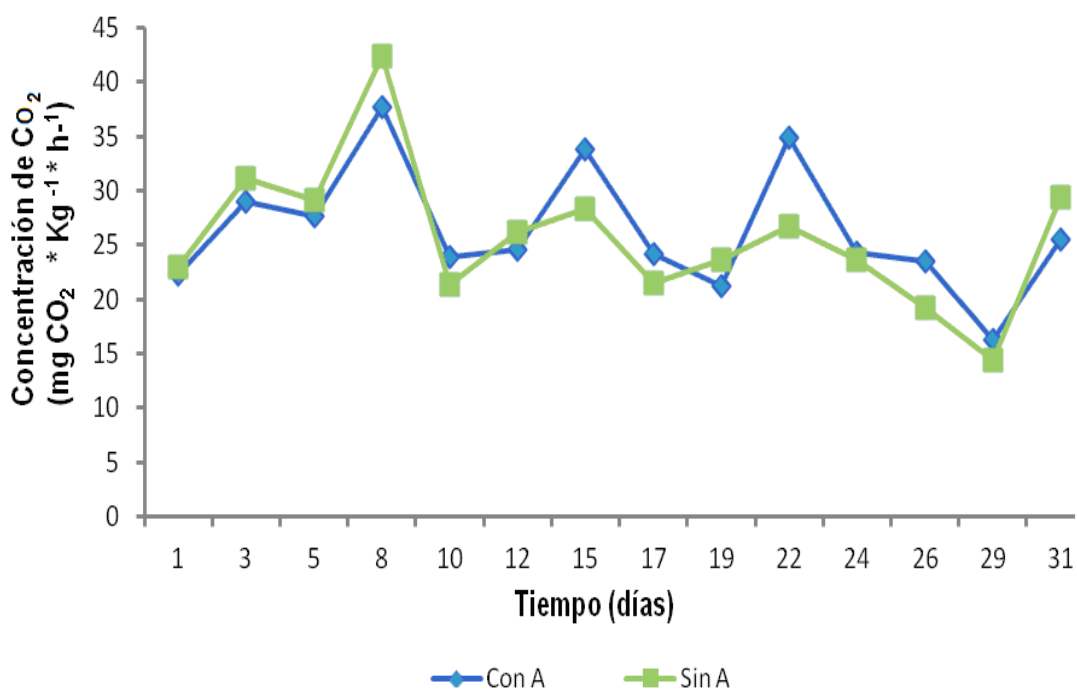


Figura 26: Concentraciones de dióxido de carbono, en frutos expuestos y no aplastómetro, primera salida de frío.

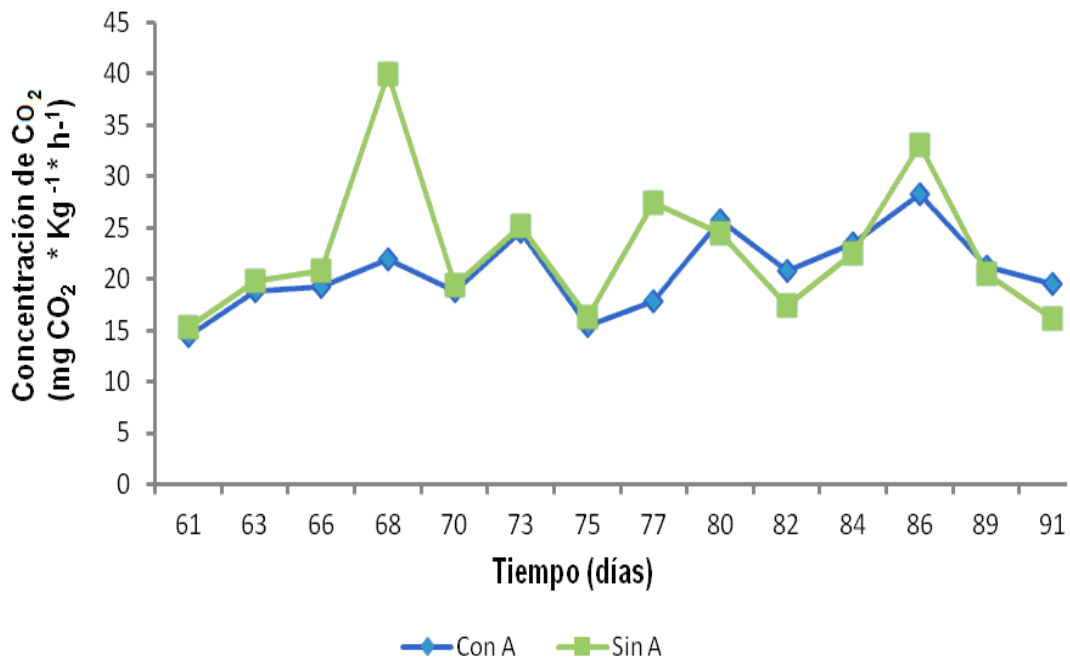


Figura 27: Concentraciones de dióxido de carbono, en frutos expuestos y no a aplastómetro, segunda salida de frío.

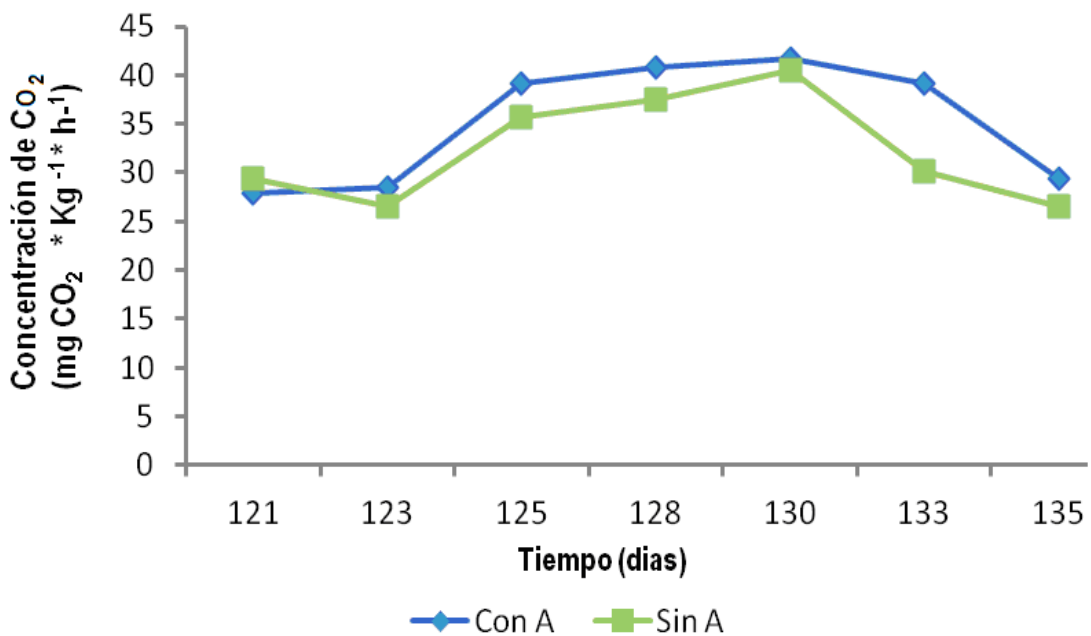


Figura 28: Concentraciones de dióxido de carbono, en frutos expuestos y no a aplastómetro, tercera salida de frío.

4.2 DETERMINACIÓN DE FIRMEZA Y MODELO DE PELEG

4.2.1 ANÁLISIS DE FIRMEZA

Según los análisis de punción, realizados en cada uno de los tejidos del fruto de kiwi (pulpa, semilla y columela), se observó una disminución de firmeza en el tiempo (anexo 6).

Estadísticamente, se registraron diferencias significativas considerando el tiempo de evaluación ($p < 0,05$). Además, en la primera y segunda salida de frío se encontraron diferencias significativas al considerar como variables las tres zonas del fruto. Específicamente, la columela fue la que se diferenció de las otras zonas, pues registró valores más altos que en los demás tejidos, comenzando con un promedio de $15,73 \pm 2,93$ N en la primera salida de frío. En la figura 27, el gráfico entrega información del comportamiento de la zona de columela, respecto a la fuerza máxima determinada en el tiempo (anexo 6).

Sin embargo, los últimos días de la segunda salida de frío, los valores de fuerza máxima en columela comienzan a igualarse con los valores obtenidos en las otras zonas evaluadas. Es así, como en el tercer período de análisis, no se registraron diferencias significativas entre zonas ($p > 0,05$), observándose valores similares de fuerza máxima en pulpa, columela y semilla (de 1 a 0,5 N).

En las zonas de pulpa y de semilla, la fuerza máxima bajó en 78%, aproximadamente, desde la primera a la tercera salida de frío (figuras 28 y 29). De igual forma, la zona de columela también presentó menores valores de fuerza, disminuyendo en un 92,11% en el transcurso del tiempo.

Según los resultados obtenidos, se puede deducir, que las zonas que sufren un ablandamiento más temprano en los frutos de kiwi, son la pulpa y la semilla, por registrar fuerzas máximas menores, en relación a las obtenidas en la columela y por presentar una disminución de fuerza considerable entre la primera y segunda salida de frío (70% aproximadamente). Sin embargo, la caída de fuerza máxima en la zona de columela es mayor y más brusca entre la segunda y tercera salida de frío, pues cabe recordar, que esta zona comienza con un promedio general de $10,79 \pm 2,76$ N para terminar en el tercer período con un promedio general de $0,83 \pm 0,26$ N.

El estudio realizado por MacrRae *et al.*, (1989b) demostró que existen patrones diferentes de cambio durante la maduración en los distintos tipos de tejido del fruto.

Cada uno de estos tejidos tiene una composición química y estructural diferente, lo que produce que presenten propiedades de textura distintas según el tejido.

Es importante aclarar, que las evaluaciones de fuerza determinaron, que en la tercera salida de frío, se realizaran menos evaluaciones en los frutos, llegando solo a 7 en este período, pues el texturómetro no fue capaz de entregar información correcta de la fuerza máxima, debido a un ablandamiento excesivo de los frutos.

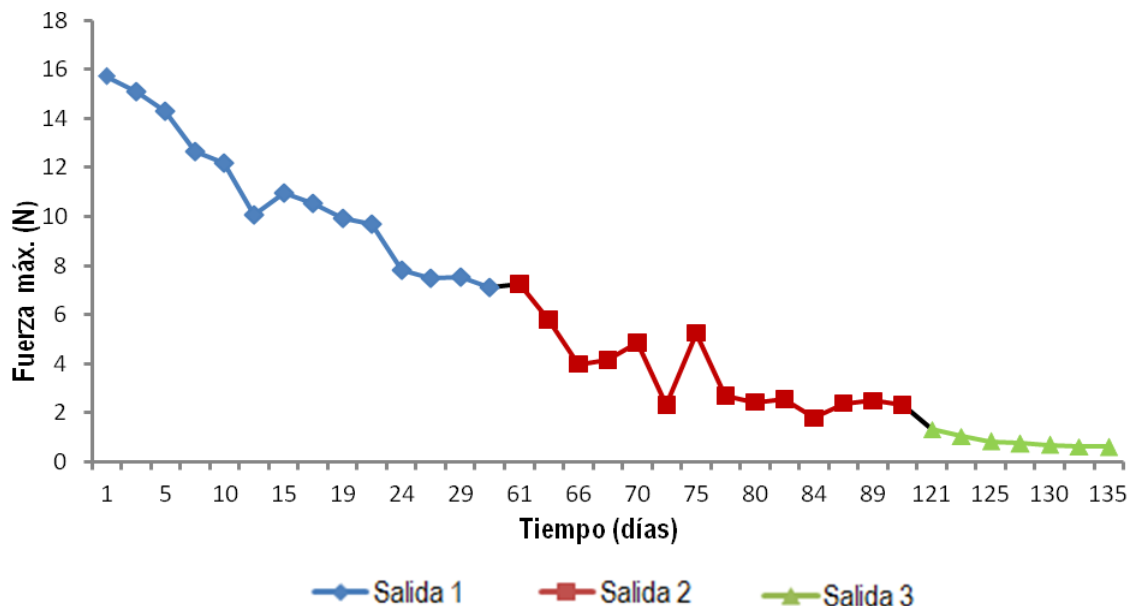


Figura 29: Cambios en la firmeza del fruto de kiwi, en zona columela (promedios diarios).

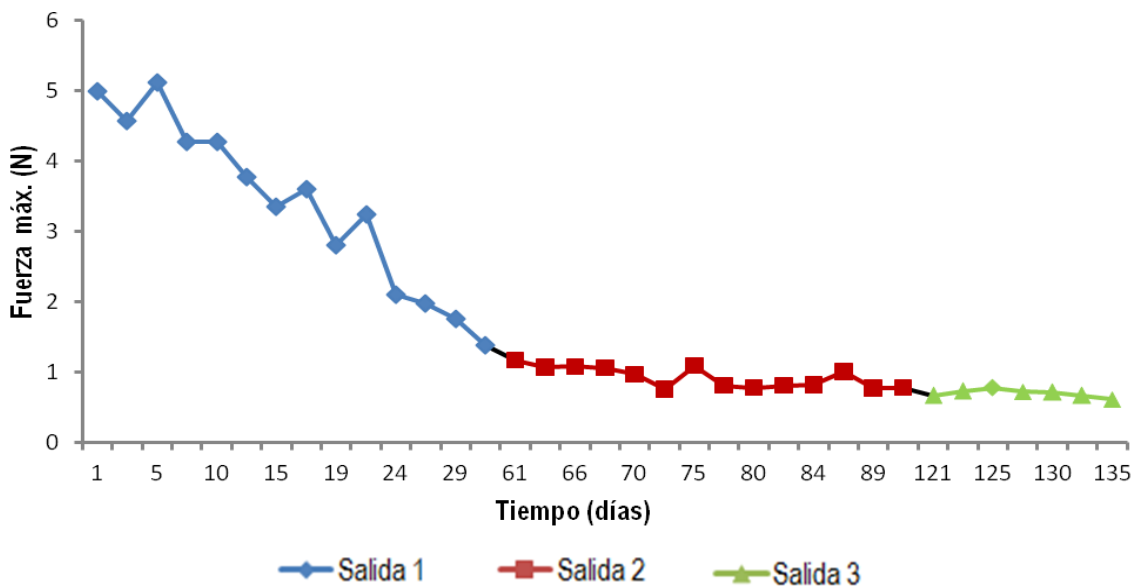


Figura 30: Cambios en la firmeza del fruto de kiwi, en la zona de pulpa (promedios diarios).

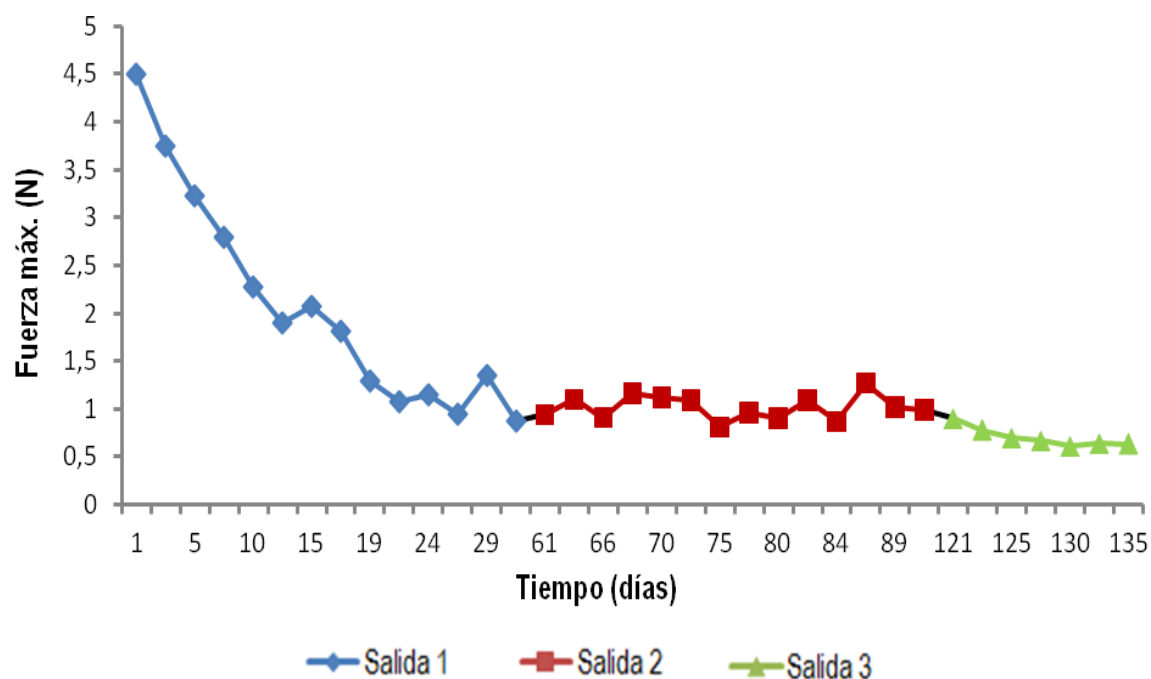


Figura 31: Cambios en la firmeza del fruto de kiwi en la zona de semilla (promedios diarios).

4.2.2 NORMALIZACIÓN Y LINEALIZACIÓN DE DATOS SEGÚN PELEG

La Normalización y posterior Linealización de las curvas de relajación, se realizaron en las tres salidas de frío, considerando las tres zonas bien diferenciadas que posee el fruto de kiwi (columela, semillas y pulpa), utilizando las ecuaciones 2 y 3. Los valores del coeficiente de determinación lineal (R^2) de las curvas ajustadas que se consideraron en este trabajo, estuvieron entre 0,996 y 0,999.

Del ajuste de curvas, de la primera salida de frío, el parámetro “a” de Peleg, en la zona de columela, presentó diferencias estadísticas ($p < 0,05$), con un promedio general para este período de $0,95 \pm 0,04$ [-]. La constante “b” en este mismo período y zona, también presentó diferencias significativas ($p < 0,0001$), con un promedio general de $0,05 \pm 0,01$ (1/min).

En las zonas de pulpa y semilla los parámetros “a” y “b”, no presentaron diferencias significativas en este período ($p > 0,05$). En las zona de pulpa se registró un promedio general para “a” de $0,75 \pm 0,15$ [-] y de $0,28 \pm 0,2$ (1/ min) para “b” (tabla 3). Y en la zona de semilla se obtuvo un promedio general para la constante “a” de $0,62 \pm 0,16$ [-] y para “b” de $0,65 \pm 0,27$ (1/min).

Según los valores obtenidos en el parámetro “a”, en la primera salida de frío, se puede determinar que el comportamiento de las zonas del fruto de kiwi, es distinto al ser expuestos a un esfuerzo constante, pues mientras la columela se comporta como un sólido viscoelástico y se relaja totalmente ($a \cong 1$), las zonas de pulpa y semilla mantienen una tensión residual. Respecto al parámetro “b”, en columela los valores estuvieron más próximos a cero lo que indica que la caída del esfuerzo durante la relajación (en función del tiempo), es poco marcada en la curva de (comportamiento elástico). Sin embargo, la las zonas de pulpa y semilla “b” pone en manifiesto una mayor velocidad de relajación.

En la segunda salida de frío, la constante “a” en zona de columela, presentó una disminución de 10,3% del valor registrado en la primera salida de frío, con un promedio general de $0,87 \pm 0,07$ [-], encontrándose diferencias significativas. Además el parámetro “b” presentó un promedio de $0,25 \pm 0,16$ (1/min), aumentando su velocidad de relajación, considerablemente en relación al primer período. En la zona de pulpa y semilla el parámetro “a” presentó un promedio general de $0,66 \pm 0,06$ [-] y de $0,62 \pm 0,04$ [-] respectivamente.

El parámetro “b” no presentó diferencias significativas, en este período en las zonas de columela y semilla ($p=0,248$ y $p=0,357$, respectivamente), pero en pulpa se encontraron diferencias, con un promedio general de $0,81 \pm 0,26$ (1/min).

En la zona de semilla, aunque el promedio de la constante de decaimiento de fuerza (“a”) fue igual al obtenido en la primera salida de frío, la velocidad de relajación aumentó en este segundo período en un 37% (tabla 4).

En la tercera salida de frío, las constantes del modelo de Peleg, experimentan cambios en relación a los períodos anteriores, y sus valores no difieren tanto entre zonas (tabla 5). Además, los valores de “b” son más elevados, lo que indica un descenso más marcado de la curva de relajación al valor residual.

El promedio general de la constante “a” en la zona de columela, fue de $0,63 \pm 0,15$ [-], con una velocidad de relajación de $0,88 \pm 0,21$ (1/min). En la zona de pulpa se registró un promedio general de $0,55 \pm 0,39$ [-] para el decaimiento de la fuerza (“a”), con un promedio de velocidad de relajación de $0,91 \pm 0,4$ (1/min). De igual forma, en la zona de semillas, se obtuvieron promedios de $0,59 \pm 0,15$ [-] para la constante “a” y de $0,96 \pm 0,13$ para la constante “b”.

Según Castro-Giráldez *et al*, (2011) el kiwi se comporta como un sólido viscoelástico y es posible apreciar, al comienzo del tratamiento, importantes expansiones y contracciones del tejido. En un material viscoelástico, el esfuerzo se disipa gradualmente (Castro *et al.*, 2007)

Tabla 3: Valores de constante “a” y “b”, según los distintos tejidos del kiwi, en la primera salida de frío.

Tiempo	Columela		Pulpa		Semilla	
	a [-]	b (1/min)	a [-]	b (1/min)	a [-]	b (1/min)
Día 1	0,74 ± 0,03	0,04 ± 0,01	0,81 ± 0,12	0,74 ± 0,03	0,74 ± 0,1	0,27 ± 0,29
Día 3	0,95 ± 0,04	0,04 ± 0,01	0,83 ± 0,05	0,95 ± 0,04	0,57 ± 0,27	0,45 ± 0,38
Día 5	0,99 ± 0,03	0,05 ± 0,02	0,78 ± 0,08	0,99 ± 0,03	0,69 ± 0,18	0,37 ± 0,32
Día 8	0,99 ± 0,02	0,05 ± 0,01	0,79 ± 0,09	0,99 ± 0,02	0,78 ± 0,13	0,37 ± 0,33
Día 10	1,01 ± 0,02	0,05 ± 0,01	0,80 ± 0,13	1,01 ± 0,02	0,64 ± 0,21	0,49 ± 0,27
Día 12	1,00 ± 0,07	0,05 ± 0,02	0,81 ± 0,13	1,00 ± 0,07	0,70 ± 0,14	0,55 ± 0,24
Día 15	0,99 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,73 ± 0,30	0,99 ± 0,01	0,57 ± 0,19	0,65 ± 0,21
Día 17	0,99 ± 0,02	0,05 ± 0,01	0,75 ± 0,15	0,99 ± 0,02	0,65 ± 0,11	0,76 ± 0,34
Día 19	0,98 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,74 ± 0,18	0,98 ± 0,01	0,54 ± 0,26	0,73 ± 0,12
Día 22	0,98 ± 0,25	0,06 ± 0,01	0,76 ± 0,21	0,98 ± 0,25	0,71 ± 0,14	0,82 ± 0,20
Día 24	0,97 ± 0,03	0,06 ± 0,14	0,74 ± 0,12	0,97 ± 0,03	0,59 ± 0,16	0,81 ± 0,25
Día 26	0,95 ± 0,05	0,07 ± 0,05	0,68 ± 0,15	0,95 ± 0,05	0,73 ± 0,14	0,97 ± 0,21
Día 29	0,92 ± 0,13	0,06 ± 0,05	0,64 ± 0,25	0,92 ± 0,13	0,59 ± 0,15	0,92 ± 0,29
Día 31	0,89 ± 0,04	0,08 ± 0,02	0,64 ± 0,13	0,89 ± 0,04	0,15 ± 0,09	0,99 ± 0,27
\bar{X}	0,96 ± 0,06	0,05 ± 0,01	0,75 ± 0,06	0,95 ± 0,07	0,62 ± 0,16	0,65 ± 0,24

Tabla 4: Valores de constante “a” y “b”, según los distintos tejidos del kiwi, en la segunda salida de frío.

Tiempo	Columela		Pulpa		Semilla	
	a [-]	b (1/min)	a [-]	b (1/min)	a [-]	b (1/min)
Día 1	0,96 ± 0,05	0,08 ± 0,03	0,51 ± 0,21	0,43 ± 0,41	0,61 ± 0,13	1,07 ± 0,31
Día 3	0,91 ± 0,17	0,06 ± 0,01	0,62 ± 0,13	0,65 ± 0,50	0,57 ± 0,15	0,89 ± 0,25
Día 5	0,93 ± 0,04	0,10 ± 0,13	0,63 ± 0,16	0,83 ± 0,88	0,63 ± 0,14	0,83 ± 0,27
Día 8	0,96 ± 0,06	0,06 ± 0,02	0,64 ± 0,14	0,47 ± 0,28	0,64 ± 0,17	0,92 ± 0,34
Día 10	0,95 ± 0,05	0,09 ± 0,12	0,64 ± 0,11	0,70 ± 0,23	0,66 ± 0,11	0,66 ± 0,09
Día 12	0,86 ± 0,05	0,05 ± 0,66	0,65 ± 0,12	1,04 ± 2,2	0,65 ± 0,14	0,86 ± 0,16
Día 15	0,93 ± 0,04	0,22 ± 0,29	0,65 ± 0,16	1,13 ± 1,0	0,63 ± 0,14	0,99 ± 0,27
Día 17	0,84 ± 0,14	0,34 ± 0,50	0,65 ± 0,11	1,13 ± 1,3	0,59 ± 0,15	0,94 ± 0,28
Día 19	0,83 ± 0,16	0,35 ± 0,36	0,65 ± 0,23	0,97 ± 0,36	0,58 ± 0,18	0,92 ± 0,35
Día 22	0,85 ± 0,08	0,34 ± 0,31	0,67 ± 0,12	0,84 ± 0,30	0,59 ± 0,16	0,89 ± 0,22
Día 24	0,85 ± 0,09	0,47 ± 0,23	0,68 ± 0,18	0,79 ± 0,35	0,48 ± 0,19	0,87 ± 0,28
Día 26	0,82 ± 0,10	0,62 ± 0,31	0,72 ± 0,14	0,66 ± 0,36	0,62 ± 0,06	0,86 ± 0,22
Día 29	0,85 ± 0,11	0,39 ± 0,33	0,73 ± 0,18	0,84 ± 0,32	0,57 ± 0,15	0,99 ± 0,0,29
Día 31	0,67 ± 0,15	0,33 ± 0,26	0,73 ± 0,19	0,87 ± 0,31	0,59 ± 0,09	1,06 ± 0,1,7
\bar{X}	0,87 ± 0,07	0,25 ± 0,16	0,66 ± 0,06	0,81 ± 0,26	0,62 ± 0,04	0,91 ± 0,11

Tabla 5: Valores de constante “a” y “b”, según los distintos tejidos del kiwi, en la tercera salida de frío.

Tiempo	Columela		Pulpa		Semilla	
	a [-]	b (1/min)	a [-]	b (1/min)	a [-]	b (1/min)
Día 1	0,45 ± 0,30	0,65 ± 0,05	0,51 ± 0,08	1,04 ± 0,22	0,61 ± 0,11	1,03 ± 0,25
Día 3	0,68 ± 0,03	0,73 ± 0,02	0,52 ± 0,02	0,77 ± 0,51	0,73 ± 0,15	1,11 ± 0,23
Día 5	0,56 ± 0,02	0,85 ± 0,02	0,56 ± 0,12	0,71 ± 0,41	0,75 ± 0,12	0,95 ± 0,21
Día 8	0,76 ± 0,10	0,96 ± 0,66	0,60 ± 0,91	0,99 ± 0,26	0,46 ± 0,18	0,97 ± 0,30
Día 10	0,55 ± 0,09	0,89 ± 0,23	0,61 ± 0,03	0,85 ± 0,31	0,35 ± 0,10	0,89 ± 0,21
Día 12	0,89 ± 0,21	1,01 ± 0,33	0,53 ± 0,04	1,00 ± 0,2	0,72 ± 0,15	0,83 ± 0,09
Día 15	0,55 ± 0,15	1,11 ± 0,28	0,53 ± 0,02	1,00 ± 0,03	0,56 ± 0,14	0,96 ± 0,23
\bar{X}	0,63 ± 0,15	0,89 ± 0,16	0,55 ± 0,04	0,91 ± 0,13	0,60 ± 0,15	0,96 ± 0,13

4.3 ANÁLISIS SENSORIAL

En la fase visual, se encontraron diferencias significativas entre las salidas de frío, en color de piel, pulpa y en columela. Los panelistas consideraron que a medida que transcurría el tiempo de almacenamiento, la piel de los frutos de kiwi, se tornaba más oscura, pues en la primera salida de frío el promedio entregado, fue de $6,81 \pm 3,32$ y en la tercera salida fue de $10,66 \pm 1,31$.

Respecto al color de pulpa, aumentó su promedio en el tiempo, ya que en la primera salida de frío este fue de $6,03 \pm 3,07$ y de $11,65 \pm 2,00$ en el tercer período. Por lo tanto, los panelistas reconocieron cambios en el color de la pulpa durante los períodos de evaluación. Considerando que el color verde de la pulpa, era más oscuro a medida que transcurría el tiempo de almacenamiento (figura 32).

El color de la columela obtuvo los mayores valores de la evaluación, en la tercera salida de frío, con un promedio de $10,20 \pm 4,12$. El promedio más bajo entregado por los panelistas a este atributo, fue en la primera salida de frío, ($3,20 \pm 2,21$). Esto se relaciona con la variación de color que presentó esta zona del fruto, principalmente en la última etapa de análisis, observándose una coloración más amarilla que en las etapas anteriores.

En la fase gustativa, no registraron diferencias significativas ($p > 0,05$), respecto al dulzor de los frutos, entre las tres salidas de frío. El mayor promedio de este atributo, se obtuvo en la tercera salida con un promedio de $5,87 \pm 4,23$. Sin embargo, este valor fue similar al promedio obtenido en el segundo período el cual fue de $5,67 \pm 2,07$. De igual forma en la acidez, estadísticamente no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre salidas de frío. El promedio más bajo otorgado por los jueces, fue de $8,80 \pm 3,81$ en la primera salida, valor muy cercano al obtenido en la tercera salida de frío ($9,00 \pm 3,00$), por lo tanto, los jueces del panel, determinaron que los frutos tenían una acidez aceptable. En cambio, según los jueces, en la segunda salida de frío, los frutos presentaron una acidez más alta ($11,02 \pm 2,10$), respecto a períodos anteriores.

Un aspecto relevante en los frutos de kiwi, es que la calidad organoléptica no está determinada únicamente por sólidos solubles, sino que también por otros factores como la acidez y el aroma. Los frutos de la última salida de frío presentaron además un desarrollo de aromas y sabores indeseables, en consecuencia, un sabor característico nulo, lo que quedó reflejado en los resultados del panel sensorial (figuras 33 y 34), pues en la fase olfativa, de la tercera salida de frío, los jueces determinaron que los frutos perdieron su aroma típico ($4,71 \pm 3,94$), intensidad ($4,90 \pm 3,49$) y encontraron aromas extraños ($2,90 \pm 2,44$).

En relación a los atributos de textura evaluados, tanto la dureza como la crocancia disminuyeron sus promedios desde la primera evaluación realizada (figura 35), presentando diferencias significativas sólo en los valores entregados por los panelistas para crocancia ($p < 0,05$). El promedio más bajo, para el atributo de dureza, fue otorgado a los frutos evaluados en la tercera salida ($5,85 \pm 2,71$) y en este mismo período, se determinó el promedio más bajo de crocancia, el cual fue de $2,52 \pm 1,83$.

Los atributos de masticabilidad, jugosidad y cohesividad estadísticamente, no presentaron diferencias significativas en los períodos de evaluación. La jugosidad y la cohesividad obtuvieron sus promedio más altos en la segunda salida de frío ($10 \pm 8,23$ y $8,2 \pm 3,2$, respectivamente). El atributo de masticabilidad, fue evaluado por los panelistas con un promedio de $8,8 \pm 4,5$, en la tercera salida de frío, siendo su valor más alto de las tres salidas de frío.

El promedio de aceptabilidad en la segunda salida fue de $9,0 \pm 3,2$, por lo que los jueces determinaron que en este período los frutos presentaban condiciones organolépticas aceptables para su consumo. En esta etapa, los panelistas consideraron un aumento de dulzor y de acidez de los frutos. Determinado que a mayor nivel de sólidos solubles, mayor es la acidez necesaria para la aceptación del consumidor.

Además esto está acompañado por atributos de textura que, en la segunda etapa, se encuentran justo en el rango de aceptación, por parte de los panelistas, pues se puede observar un buen balance entre dulzor-acidez; firmeza y compuestos volátiles.

Fase visual

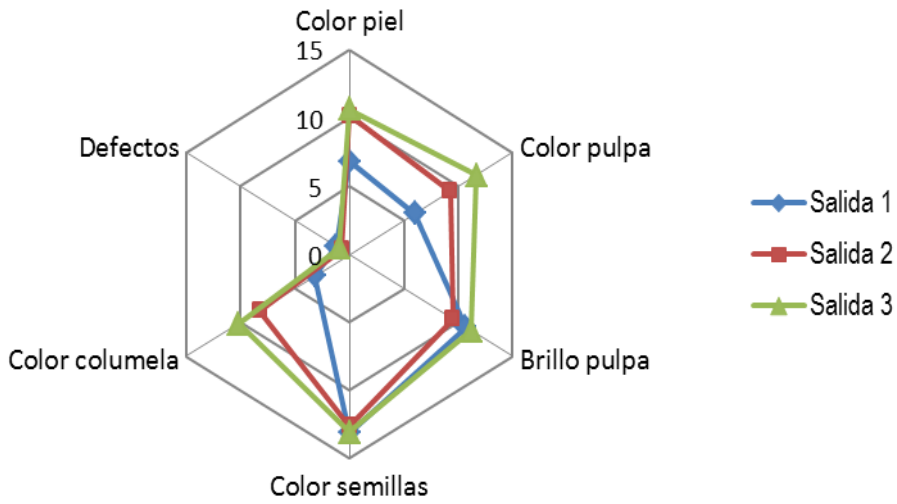


Figura 32: Promedios de evaluación sensorial, en la fase visual.

Fase gustativa

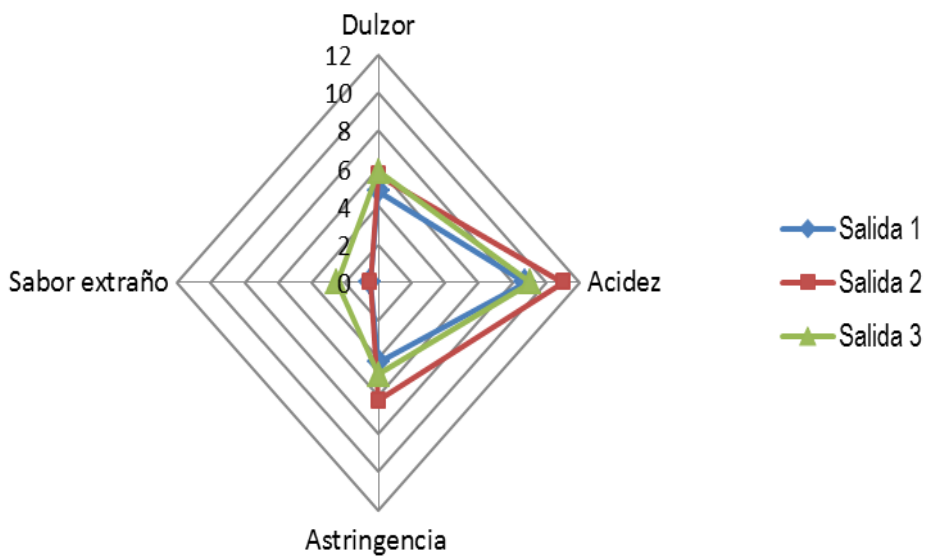


Figura 33: Promedios de evaluación sensorial, en la fase gustativa.

Fase olfativa

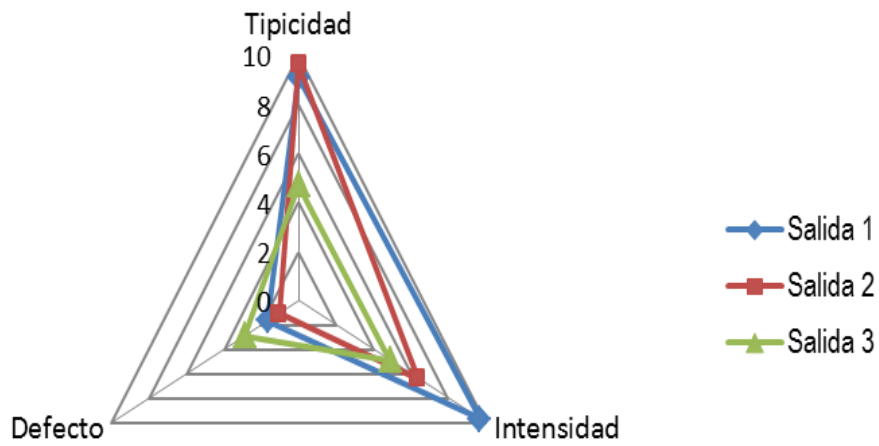


Figura 34: Promedios de evaluación sensorial, en la fase olfativa.

Textura

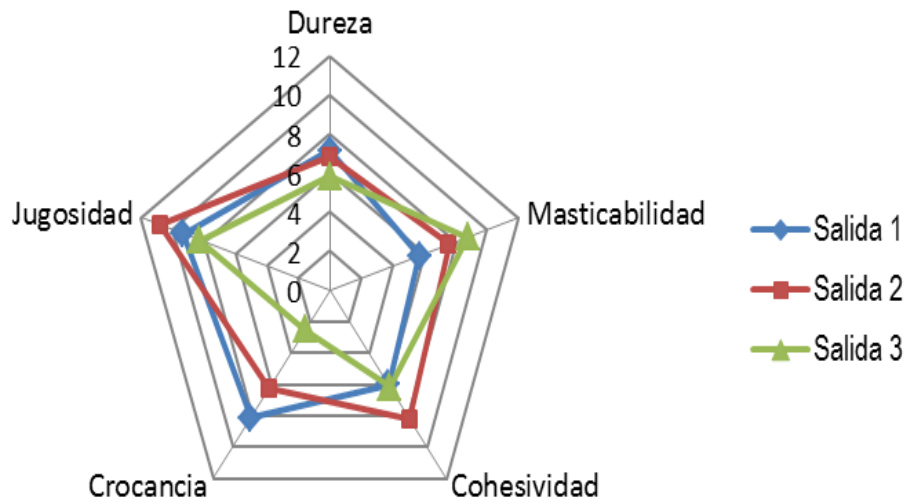


Figura 35: Promedios de evaluación sensorial, en la fase de textura.

5. CONCLUSIONES

Durante el almacenamiento los frutos de kiwi, aumentaron considerablemente, los sólidos solubles, desde la primera a tercera etapa hasta mantenerse constante, mientras que el porcentaje de acidez siguió disminuyendo.

El porcentaje de materia seca sólo presenta cambios en la primera salida de frío, con un comportamiento constante en las dos últimas salidas, entregando información de la calidad y del aspecto sensorial de los frutos.

La porosidad y la densidad disminuyeron en el tiempo, principalmente porque las estructuras celulares del fruto pierden su capacidad de retener sustancias durante en el almacenamiento.

En relación al color, se determinó que la piel del kiwi sufre cambios, pero no tan evidentes, presentando una tonalidad más rojiza y oscura el tiempo. Sin embargo, el color de la pulpa experimenta grandes cambios, perdiendo su luminosidad y su color verde esmeralda, por la degradación de clorofila.

Respecto a etileno y respiración, sólo la combinación de tratamientos/tiempo presentó diferencias. Registrándose el mayor pick de etileno y CO₂ en la primera salida de frío.

La tasa de deshidratación se registró durante todas las etapas de análisis, siendo mayor en la primera, relacionándose directamente con la pérdida de turgencia y firmeza de los frutos almacenados.

Existe una importante disminución de firmeza en los frutos de kiwi durante el almacenamiento, cambio que esta asociado a tiempo y zonas de evaluación. Las zonas de pulpa y semillas, presentan los menores valores de firmeza en el tiempo.

La evolución de los parámetros "a" y "b" de Peleg, permite detectar diferencias importantes a nivel estructural de las zonas del fruto de kiwi, las cuales presentan comportamientos distintos frente a una misma tensión en el tiempo, siendo la columela la zona que presentó un comportamiento más viscoelástico, que el resto de las zonas.

En fase de textura en evaluación sensorial, los resultados coinciden con los obtenidos por penetrometría. Teniendo una mayor aceptabilidad los frutos de la segunda salida de frío.

El kiwi es un fruto de gran complejidad tanto estructural como metabolitamente hablando. Este fruto presenta cambios importantes durante su almacenamiento, que alteran su calidad. En Chile, la importancia de su exportación es relevante, por lo que es necesario considerar ciertas medidas para controlar y disminuir la pérdida de firmeza, principal factor que baja la aceptación por parte de los consumidores.

6. BIBLIOGRAFÍA

- **AOAC, 2000.** Official Methods of Analysis of AOAC International (17th edition). Gaithersburg, MD, USA.
- **Bascuñana, M. 1989.** Cultivo de la actinidia – kiwi. Editorial Aedos, S.A., Barcelona.
- **Beever, D.J and G,Hopkrirk. 1990.** Fruit development and fruit physiology. 97-26. In: WarringtonL,J., Weston G,C(Eds).KiwiFruit: Science and Management. Ray Richards Publ. N.Z Soc., Hort, Sci., Auckland, 576 pp.
- **Benge, D.J, H.N, De Silva, N.H. Banks and P.S. Jeffery. 2000.** Emprical modeling of postharvest changes in the firmness of kiwifruit. Postharvest Biology and Technology. 19:211-220.
- **Castro, E. y de Hombre Morgado, R.A. 2007.** Parámetros mecánicos y textura de los alimentos. Universidad de Chile, Facultad de ciencias químicas y farmacéuticas, departamento de de ciencia de los alimentos y tecnología química. 142 p.
- **Castro-Giráldez, M, Tylewicz, U and Fito P.J. 2011.** Analysis of chemical and structural changes in kiwifruit (*Actinidia deliciosa* cv Hayward) through the osmotic dehydration. Journal of Food Engineering 105 (599–608).
- **Celano, G., Minnocci, A., Sebastiani, L., D’Auria, M., Xiloyannis, C. 2008.** Changes in the structure of the skin of kiwifruit in relation to water loss. Department of Crop Systems, Forestry and Environmental Sciences, University of Basilicata,Viale dell’Ateneo Lucano, 10 – I-85100 Potenza, Italy.
- **Clark, C.J., McGlone, V.A., De Silva, H.N., Manning, M.A., Burdon,J., Mowat, A.D., 2004.** Prediction of storage disorders of kiwifruit (*Actinidia chinensis*) based on visible-NIRspectral characteristics at harvest. Postharvest Biol.Technol.32,147–158.
- **Cooper, T., Gargiullo, A., Retamales, J. 2007.** Kiwi softening: comprehensive research approach in Chile and relevant results. Acta Hort. 753:289-296.
- **Copefrut, 2009.** Revista Frutícola: Kiwi. Copefrut S.A. Agosto,Nº2.
http://www.copefrut.cl/rps_copefrut_v57/OpenSite/Copefrut/Revista%20Fruticola/Revista%20Fruticola/20090713160218/revistas2009.pdf
- **Crisosto. C. H., Gil. G y Zoffoli, J.P. 1998,** Evaluación crítica del manejo de frutos de kiwi desde la cosecha, Aconex 58: 18-24.
- **Crisosto, C.H., Mitcham, E. J. y Kader, A. A. 2002.** Kiwi: recomendaciones para mantener la calidad postcosecha. University of California, Davis.
- **Ferguson, A. R. 1990.** Kiwifruit management. in: Small fruit crop management. Ed. Prentice Hall, New Jersey. p. 472 – 503.

- **Ferguson, I. y L. Boyd. 2002.** Los nutrientes inorgánicos y la calidad de la fruta. pp. 17-46. En: Knee, M. Bases biológicas de la calidad de la fruta. 1ª Edición Editorial Arancibia, Zaragoza, España., 289p.
- **Gil Salaya, G. F. 2004.** Fruticultura: madurez de la fruta y manejo poscosecha: frutas de climas templado y subtropical y uva y vino. 2ª ed. Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- **Giovannoni, J. 2001.** Molecular biology of fruit maturation and ripening. Annual Review Plant Physiology and Plant Molecular Biology 52: 725-749.
- **Godoy, C., Domé, C., Monti, C. 2004.** Determinación de índices de cosecha y calidad en kiwi en el sudeste bonaerense. Rev. FCA UNCuyo. Tomo 42. N° 1. Año 2010. 53-72. Argentina.
- **Hallett, I., MacRae, E. y Wegrzyn, T. F. 1992.** Changes in the kiwi fruit cell wall ultrastructure and cell packing during postharvest ripening. International Journal of Plant Science, 153(1): 49-60.
- **Hayama, H., M. Tatsuki, A. Ito, and Y. Kashimura. 2006.** Ethylene and fruit softening in the stony hard mutation in peach. Postharvest Biology and Technology 41: 16–21.
- **Hewett, E., H. Kim and N. Lallu. 1999.** Postharvest physiology of kiwifruit: the challenge ahead. Acta Horticulturae (ISHS) 498: 203-216.
- **Hoffman, N.E.; Yang, S.F. 1982.** Enhancement of wound-induced ethylene synthesis by ethylene in preclimacteric cantaloupe. Plant Physiology, 69, 317.
- **Jowitt, R. 1974.** The terminology of food texture. Journal of Texture Studies 5:351-358.
- **Kader, A.A. 1992.** Postharvest technology horticultural crops. Publication 3311, University of California, Dir. Agr. Nat. Resources.296 p.
- **Kramer, A. 1973.** Food Texture Definition, Measurement of Food. Reidel Publishing Company. Dordrecht, Holanda.
- **Lallu, N.,C. Yearsley and H. Elgar. 1992.** Storage temperature affects the quality of kiwifruit. Fourth Nat. Kiwi.Res. Cof., N.Z . Kiwifruit. Mark. Board, July 6-7 Rotorua.N.Z.
- **MacRae, E.A., Lallu, N., Searle, A.N., Bowen, J.H., 1989b.** Changes in the softening and composition of kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) affected by maturity at harvest and postharvest treatments. J. Sci. Food Agric. 49, 413-430.
- **MacRae, E., and R. Redwell. 1992.** Softening in kiwifruit. Postharvest New Inform. 3:49-52.

- **Marsh, K., Attanayake, S., Walke, S., Gunso, A., Boldingh, H., MacRae, E. 2003.** Acidity and taste in kiwifruit. The Horticulture and Food Research Institute of New Zealand Ltd., Private Bag 92169, Auckland, New Zealand.
- **McGlone, V.A., Clark, C.J., Jordan, R.B., 2007.** Comparing density and VNIR methods for predicting quality parameters of yellow-fleshed kiwifruit (*Actinidia chinensis*). *Postharvest Biology and Technology* 46 (1), 1–9.
- **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.** Composition, maturity, and quality. En: *Kiwifruit growing and handling*. Ed. ANR Publications University California, California.
- **Mohsenin, N.M. 1986.** Physical properties of plant and animal materials. Nueva York: Gordon and Breach Science Publishers.
- **Morrow, C.T. y Mohsenin, N.N., 1966.** Consideration of selected agricultural products as viscoelastic materials. *J. Food Sci.* 31, 686-698.
- **Navarro, J. 2003.** Los envases: Segunda piel de los productos de la IV Gama. *Productos Hortofrutícolas mínimamente procesados*. Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Pág. 111-124.
- **ODEPA. 2005.** Estadísticas de la agricultura chilena [en línea]. Disponible en el WWW. <http://www.odepa.gob.cl/base-datos/estadisticas/agroestadisticas.html>
- **ODEPA, 2007.** Temporada de frutas 2006/07 y perspectivas para 2007/08. <http://www.odepa.gob.cl/articulos/MostrarDetalle.action?idcla=2&idcat=5&idn=2035>
- **Ontivero, M. y Altube, H. 2008.** Estudio preliminar de las variaciones del color de pulpa en frutos de kiwi (*Actinidia deliciosa* (A. Chev.) Liang & Ferguson) durante la maduración en Córdoba, Argentina. *Fruticultura*, FCA, UNC. Córdoba, Argentina
- **Prasad, M. and T Spiers. 1992.** The effect of nutrition on the storage quality of kiwi. *Acta Hort. (ISHS)* 297:579-586.
- **Peano, C.; Reita, G.; Giuggioli, N. 2007.** La fase post-raccolta comincia con la determinazione dei parametri di qualità. *Frutticoltura*. 49(11): 30-35.
- **Peleg, M. 1979.** Characterization of stress relaxation curves of solid foods. *J. Food Sci.* 44, 277 - 281.
- **Peleg, M., Calzada, J.F. 1976.** Stress relaxation of deformed fruits and vegetables. *J. Food Sci.* 41, 1325 -1329.

- **Redgwell, R.J., Melton, L.D., Brasch, D.J., 1992.** Cell wall dissolution in ripening kiwifruit (*Actinidiadeliciosa*): solubilisation of the pectic polymers. *Plant Physiology* 98, 71–81.
- **Rojas, A.M., Delbon,M., Marangoni, A.G., and Gerschenson, L.N. 2002.** The Large and Small Deformation Rheological Behavior of Kiwifruit. *Journal of Food Science*. Vol. 67, Nr. 6, 2002.
- **Salinero Corral, M C. 2001.** Kiwi. En: *La horticultura española*. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas, Córdoba, p. 313 – 319.
- **Seymour, G., Taylor, J., Tucker, G. 1993.** *Biochemistry of fruit ripening*, Chapman and Hall, London, 454p.
- **Szczesniak A,S,, 1990,** Textural perceptions and food quality, *J, Food Quality*, 14:75-85,
- **Thompson, A. K. 1998.** *Controlled atmosphere storage of fruits and vegetables*. CABInternational, London.
- **Wegrzyn, T., and E. Mac Rae. 1992.** Pectinesterase, polygalacturonase, and betagalactosidase during softening of ethylene treated kiwifruit. *HortScience*, 27: 900-902.
- **Wills, R.H.H.; Lee, T.H.; Mcglasson, W.B.; Hall, E.G.; Graham, D. 1984.** *Fisiología y Manipulación de Frutas y Hortalizas*. Postrecolección. Ed. Acribia.
- **Zuccherelli, G. y Zuccherelli, G. 1990.** *La Actinidia (kiwi)*. Editorial Mundi Prensa, Madrid.

7. ANEXOS

Anexo 1: Pauta de evaluación sensorial utilizada en análisis de textura de kiwi

EVALUACION SENSORIAL DE KIWI		
Nombre:	Fecha:	
Marque una línea vertical evaluando cada uno de los parámetros:		
FASE VISUAL		
Café Claro	Color de piel	Café Oscuro
Verde claro	Color de pulpa	Verde oscuro
Opaco	Brillo de pulpa	Brillante
Pálidas	Color de semillas	Oscuras
Amarillo débil	Color de columela	Amarillo fuerte
Sin defectos	Defectos	Defectuoso
FASE OLFATIVA		
Baja	Tipicidad	Alta
Baja	Intensidad	Alta
Sin defectos	Defectos	Defectuoso
FASE GUSTATIVA		
Suave	Dulzor	Intenso
Baja	Acidez	Alta
Poco astringente	Astringencia	Muy astringente
Leve	Sabor extraño	Intenso
TEXTURA		
Muy blando	Dureza	Muy Duro
Poco masticable	Masticabilidad	Muy masticable
Poca cohesivo	Cohesividad	Muy cohesivo
Poco crocante	Crocancia	Muy crocante
Poco jugoso	Jugosidad	Muy jugoso
ACEPTABILIDAD		
Me disgusta mucho	Me gusta mucho	
Comentarios:		

Anexo 2: Resultados de los análisis estadísticos (ANOVA)

a) Parámetros de madurez de frutos de kiwi.

Evaluación	Css (%)	%Acidez	Materia seca (%)
S1 día 1	7,18 a	3,29j	13,6 a
S2 día 61	11,73 e,f	1,94 c,d,e,f	15 b,c
S3 día 121	13 i,j,k	1,42 a,b	15,92 c,d,e,f,g,h,i,j
S1 día 3	7,52 a	3,09 j	13,82 a
S2 día 33	12,35 g,h	1,87 c,d,e,f	15,85 b,c,d,e,f,g,h,i
S3 día 123	13,17 j,k,l	1,39 a,b	16,13 d,e,f,g,h,i,j
S1 día 5	7,33 a	2,75 i	14,89 b
S2 día 66	12,28 g,h	1,85 c,d,e,f	15,85 c,d,e,f,g,h,i,j
S3 día 125	13,04 j,k,l	1,38 a,b	16,49 g,h,i,j,k
S1 día 8	8,63 b	2,51 h,i	15,19 b,c,d
S2 día 68	12,33 g,h	1,97 c,d,e,f	15,71 b,c,d,e,f,g,h,i
S3 día 128	13,29 j,k,l	1,35 a,b	15,71 b,c,d,e,f,g
S1 día 10	8,8 b	2,35 g,h p	15,31 b,c,d,e
S2 día 70	12,43 g,h	1,93 b,c	15,9 c,d,e,f,g,h,i,j
S3 día 130	13,55 l	1,29 a	15,21 b,c,d
S1 día 12	9,76 c	2,35 g,h	15,57 b,c,d,e,f,g
S2 día 72	12,36 g,h	1,75 e,f,g	16,38 g,h,i,j,k
S3 día 132	13,47 k,l	1,16 a	15,35 b,c,d,e,f
S1 día 15	10,03 c	2,14 e,f,g	15,68 b,c,d,e,f,g
S2 día 74	12,75 h,i,j	1,78 c,d,e,f	16,36 g,h,i,j,k
S3 día 135	13,29 j,k,l	1,13 a	15,14 b,c,d
S1 día 17	10,65 d	2,12 e,f,g	15,74 b,c,d,e,f,g,h
S2 día 76	12,31 g,h	1,68 c,d,e	16,25 e,f,g,h,i
S1 día 19	11,5 e	2,03 d,e,f,g	16,05 d,e,f,g,h,i,j
S2 día 79	12,07 f,g	1,7 c,d,e,f	16,13 d,e,f,g,h,i,j
S1 día 22	11,63 e,f	2,17 f,g	15,79 b,c,d,e,f,g,h
S2 día 81	12,8 h,i,j	1,59 c,d,e,f	16,32 f,g,h,i,j,k
S1 día 24	11,95 e,f,g	2,36 g,h	16,9 j,k
S2 día 83	13,05 j,k,l	1,58 c,d,e,f	16,41 g,h,i,j,k
S1 día 26	11,94 e,f,g	2,05 d,e,f,g	17,15 k
S2 día 86	13,06 j,k,l	1,55 c,d	16,71 h,l,j,k
S1 día 29	12,3 g,h	2,1 d,e,f,g	17,15 k
S2 día 88	13,16 j,k,l	1,53 c,d,e	16,81 i,j,k
S1 día 31	12,45 g,h,i	1,98 c,d,e,f	16,23 e,f,g,h,l,k
S2 día 91	13,2 j,k,l	1,58 c,d,e,f	16,54 g,h,l,j,k

S1: Primera salida de frío
 S2: Segunda salida de frío
 S3: Tercera salida de frío

b) Parámetros de color en frutos de kiwi.

Evaluación	Hue pulpa	Hue piel	Croma piel	Croma pulpa
S1 día 1	149,34 a,b,c,d	14,76 o,p	16,65 g,h,i,j	25,71 n
S2 día 61	149,31 a,b,c,d	14,56 n,o,p	16,39 f,g,h,i,j	18,98 i
S3 día 121	154,22 i,j,k	8,4 a	15,32 a,b,c	15,86 c,d,e
S1 día 3	148,74 a,b,c	13,11 k,l,m	16,87 j	25,85 n
S2 día 33	149,79 a,b,c,d,e	14,62 a,b,c,d	16,38 f,g,h,i,j	18,13 h,i
S3 día 123	152,36 e,f,g,h,i	8,66 a,b	15,28 a,b	13,88 b
S1 día 5	148,57 a	12,03 h,i,j,k	16,56 h,i,j	26,29 n
S2 día 66	150,38 a,b,c,d,e,f	13,74 l,m,n,o	15,71 a,b,c,d,e	17,33 f,g,h
S3 día 125	153,32 g,h,i,j,k	8,93 a,b,c	15,42 a,b,c,d	14,68 b,c
S1 día 8	149,1 a,b,c,d	13,66 l,m,n,o	16,4 f,g,h,i,j	25,2 n
S2 día 68	150,2 a,b,c,d,e	13,12 k,l,m	15,86 b,c,d,e,f	17,69 g,h
S3 día 128	153,52 h,i,j,k	9,64 a,b,c,d,e	15,43 a,b,c,d	14,99 b,c,d
S1 día 10	148,64 a,b	13,37 k,l,m,n	16,23 e,f,g,h,i	25,4 n
S2 día 70	149,92 a,b,c,d,e	12,76 j,k,l	16,2 e,f,g,h,i	17,79 g,h,i
S3 día 130	153,15 e,f,g,h,i,j	10,52 d,e,f,g	15,65 a,b,c,d,e	14,56 b
S1 día 12	151,93 d,e,f,g,h,i,j	13,7 l,m,n,o	16,66 i,j	23,65 m
S2 día 72	150,73 a,b,c,d,e,f,g,h	12,98 j,k,l	16,09 e,f,g,h,i	16,71 e,f,g
S3 día 132	154,71 j,k	10,12 c,d,e,f	15,82 b,c,d,e,f	13,87 b
S1 día 15	209,62 l	14,4 m,n,o	16,58 h,i,j	25,28 n
S2 día 74	150,95 a,b,c,d,e,f,gh	11,65 g,h,i,j	16,25 e,f,g,h,i	18,14 h,i
S3 día 135	155,99 k	9,57 a,b,c,d,e	15,12 a	11,37 a
S1 día 17	151,63 c,d,e,f,g,h,i	15,82 p,q	16,33 f,g,h,i,j	23,09 l,m
S2 día 76	151,48 a,b,c,d,e,f,g,gh,i	12,43 i,j,k,l	15,28 a,b	16,6 e,f,g
S1 día 19	148,8 a,b,c	14,66 n,o,p	16,06 e,f,g,h,i	21,53 j,k
S2 día 79	150,58 a,b,c,d,e,f,g	11,64 g,h,i,j	15,9 c,d,e,f,g	17,62 g,h
S1 día 22	149,32 a,b,c,d	14,72 n,o,p	16,37 f,g,h,i,j	22,27 k,l
S2 día 81	150,46 a,b,c,d,e,f,g	11,22 f,g,h,i	15,8 b,c,d,e,f	17,02 e,f,g,h
S1 día 24	149,06 a,b,c,d	14,7 n,o,p	15,68 a,b,c,d,e	21,1 j,k
S2 día 83	150,32 a,b,c,d,e,f	10,82 e,f,g,h	16 d,e,f,g,h	17,36 f,g,h
S1 día 26	149,68 a,b,c,d,e	14,69 n,o,p	16,16 d,e,f,g,h,i	21,31 j,k
S2 día 86	151,57 c,d,e,f,g,h,i	10,27 c,d,e,f	15,82 b,c,d,e,f	16,93 e,f,g,h
S1 día 29	152,49 e,f,g,h,i,j	16,57 q	16,15 e,f,g,h,i	20,42 j
S2 día 88	151,53 b,c,d,e,f,g,h,i	9,84 b,c,d,e	15,99 b,c,d,e,f	17 e,f,g,h
S1 día 31	209,49 l	16,68 q	16,18 e,f,g,h,i	20,68 j
S2 día 91	150,65 a,b,c,d,e,f,h	9,26 a,b,c,d	16,58 h,i,j	16,2 e,f,g,h

S1: Primera salida de frío

S2: Segunda salida de frío

S3: Tercera salida de frío

Anexo 3: Análisis estadísticos de concentraciones de etileno en frutos de kiwi en la primera salida de frío.

a) ANOVA de concentraciones considerando tratamiento y tiempo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
concentracion	148	0,52	0,40	177,49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2976,37	29	102,63	4,45	<0,0001
Trat* días	2976,37	29	102,63	4,45	<0,0001
Error	2722,05	118	23,07		
Total	5698,42	147			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=6,06028 Error: 23,0683 gl: 118

Tratamiento	Medias	n	E.E.			
Con A día 19	0,30	5	2,15	A		
Sin A día 15	0,41	5	2,15	A		
Sin A día 1	0,42	4	2,40	A		
Sin A día 3	0,42	5	2,15	A		
Sin A día 8	0,46	5	2,15	A		
Sin A día 12	0,48	5	2,15	A		
Sin A día 10	0,50	5	2,15	A		
Con A día 8	0,50	5	2,15	A		
Con A día 10	0,51	5	2,15	A		
Sin A día 19	0,54	5	2,15	A		
Con A día 3	0,54	5	2,15	A		
Con A día 12	0,55	5	2,15	A		
Con A día 5	0,55	5	2,15	A		
Con A día 1	0,59	5	2,15	A		
Sin A día 5	0,60	5	2,15	A		
Con A día 24	0,75	5	2,15	A		
Sin A día 17	0,82	5	2,15	A		
Con A día 17	0,83	5	2,15	A		
Con A día 15	0,85	5	2,15	A		
Sin A día 22	1,14	5	2,15	A		
Sin A día 24	1,35	5	2,15	A	B	
Con A día 33	1,80	5	2,15	A	B	
Sin A día 26	2,00	5	2,15	A	B	
Con A día 22	2,59	5	2,15	A	B	
Con A día 29	3,07	5	2,15	A	B	C
Con A día 26	7,25	5	2,15	B	C	D
Sin A día 33	9,28	4	2,40	C	D	
Sin A día 31	10,54	5	2,15			D
Con A día 31	12,86	5	2,15			D
Sin A día 29	19,53	5	2,15			E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

b) ANOVA de concentraciones considerando tratamiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
concentracion	148	0,01	0,00	230,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	33,64	1	33,64	0,87	0,3533
tratamiento	33,64	1	33,64	0,87	0,3533
Error	5664,78	146	38,80		
Total	5698,42	147			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,02394 Error: 38,7998 gl: 146

trat	Medias	n	E.E.
Con A	2,24	75	0,72
Sin A	3,19	73	0,73

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

Anexo 4: Análisis estadísticos de concentraciones de etileno en frutos de kiwi en la segunda salida de frío.

a) ANOVA de concentraciones considerando tratamiento y tiempo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Etileno	122	0,93	0,91	30,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	159,48	27	5,91	46,36	<0,0001
Tratamiento	159,48	27	5,91	46,36	<0,0001
Error	11,98	94	0,13		
Total	171,46	121			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,48433 Error: 0,1274 gl: 94

Tratamiento	Medias	n	E.E.		
Con A día 91	0,32	5	0,16	A	
Sin A día 91	0,34	5	0,16	A B	
Con A día 88	0,37	4	0,18	A B	
Sin A día 88	0,45	5	0,16	A B	C
Con A día 61	0,55	5	0,16	A B	C D
Con A día 76	0,59	4	0,18	A B	C D
Con A día 66	0,62	5	0,16	A B	C D
Sin A día 66	0,63	3	0,21	A B	C D E
Con A día 72	0,70	4	0,18	A B	C D E
Con A día 66	0,71	5	0,16	A B	C D E
Sin A día 61	0,74	4	0,18	A B	C D E F
Sin A día 74	0,79	4	0,18	A B	C D E F
Sin A día 72	0,85	3	0,21	B	C D E F G
Con A día 74	0,85	3	0,21	B	C D E F G H
Sin A día 82	0,92	5	0,16		C D E F G H
Sin A día 76	0,93	4	0,18		C D E F G H
Sin A día 79	0,94	3	0,21		C D E F G H
Sin A día 70	0,96	5	0,16		D E F G H
Sin A día 66	0,97	4	0,18		D E F G H
Sin A día 68	0,98	3	0,21		D E F G H
Con A día 70	1,09	5	0,16		E F G H I
Con A día 68	1,17	5	0,16		F G H I
Con A día 84	1,31	5	0,16		G H I
Sin A día 86	1,39	4	0,18		H I
Con A día 86	1,49	5	0,16		I
Con A día 82	2,13	5	0,16		J
Sin A día 84	3,42	5	0,16		K
Con A día 79	6,77	5	0,16		L

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

b) ANOVA de concentraciones considerando tratamiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Concentración	122	0,01	3,7E-03	100,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,04	1	2,04	1,44	0,2318
Tratamiento	2,04	1	2,04	1,44	0,2318
Error	169,42	120	1,41		
Total	171,46	121			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,42644 Error: 1,4118 gl: 120

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
SIN A	1,05	57	0,16	A
CON A	1,33	65	0,15	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

Anexo 5: Análisis estadísticos de concentraciones de etileno en frutos de kiwi en la tercera salida de frío.

a) ANOVA de concentraciones considerando tratamiento y tiempo

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
concentracion	64	0,77	0,71	47,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1590,99	13	122,38	12,75	<0,0001
tratamiento	1590,99	13	122,38	12,75	<0,0001
Error	480,06	50	9,60		
Total	2071,05	63			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,14806

Error: 9,6012 gl: 50

Tratamiento	Medias	n	E.E.						
Sin A día 121	0,44	5	1,39	A					
Con A día 121	0,47	5	1,39	A					
Sin A día 123	1,00	5	1,39	A					
Con A día 123	1,01	5	1,39	A					
Sin A día 135	5,05	5	1,39		B				
Con A día 135	5,21	5	1,39		B				
Con A día 132	6,58	5	1,39		B	C			
Sin A día 132	6,76	5	1,39		B	C			
Sin A día 130	7,66	5	1,39		B	C	D		
Con A día 130	9,53	5	1,39			C	D	E	
Sin A día 125	10,36	3	1,79				D	E	F
Sin A día 128	10,91	3	1,79					E	F
Con A día 125	12,65	4	1,55						F
Con A día 128	13,86	4	1,55						F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

b) ANOVA de concentraciones considerando tratamiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
concentración	64	0,01	0,00	88,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	28,41	1	28,41	0,86	0,3567
tratamiento	28,41	1	28,41	0,86	0,3567
Error	2042,64	62	32,95		
Total	2071,05	63			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,86915

Error: 32,9458 gl: 62

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
SIN A	5,92	31	1,03	A
CON A	7,05	33	1,00	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Anexo 6: Resultados de los análisis estadísticos (ANOVA) de las fuerzas máximas de las tres zonas del kiwi

Evaluación	Pulpa(N)	Semilla (N)	Columela (N)
S1 día 1	4,99 k,l	4,5 k	15,73 n
S2 día 61	1,17 c,d	0,94 a,b,c,d,e	7,25 i,j
S3 día 121	0,67 a,b	0,9 a,b,c,d,e	1,32 a,b,c,d
S1 día 3	4,57 j,k	3,75 j	15,08 n
S2 día 33	1,07 b,c,d	1,1 a,b,c,d,e,f	5,79 h,i
S3 día 123	0,73 a,b,c	0,78 a,b,c,d	1,05 a,b,c
S1 día 5	5,12 l	3,23 i	14,3 n
S2 día 66	1,08 b,c,d	0,91 a,b,c,d,e	3,98 e,f,g
S3 día 125	0,78 a,b,c	0,7 a,b,c	0,82 a,b
S1 día 8	4,27 j	2,8 i	12,64 m
S2 día 68	1,06 a,b,c,d	1,15 c,d,e,f	4,14 f,g
S3 día 128	0,72 a,b	0,67 a,b,c	0,75 a
S1 día 10	4,28 j	2,27 h	12,17 l,m
S2 día 70	0,97 a,b,c,d	1,12 b,c,d,e,f	4,87 g,h
S3 día 130	0,71 a,b	0,61 a	0,7 a
S1 día 12	3,78 l	1,9 g,h	10,06 k
S2 día 72	0,76 a,b,c	1,09 a,b,c,d,e,f	2,31 b,c,d
S3 día 132	0,67 a,b	0,64 a,b	0,62 a
S1 día 15	3,35 h,i	2,07 h	10,98 k,l
S2 día 74	1,09 b,c,d	0,81 a,b,c,d,e	5,25 g,h
S3 día 135	0,61 a	0,63 a,b	0,61 a
S1 día 17	3,60 h,i	1,82 g,h	10,56 k
S2 día 76	0,81 a,b,c	0,96 a,b,c,d,e,f	2,71 d,e,f
S1 día 19	2,80 g	1,29 e,f	9,95 k
S2 día 79	0,78 a,b,c	0,9 a,b,c,d,e	2,43 c,d
S1 día 22	3,24 g,h	1,07 a,b,c,d,e,f	9,7 k
S2 día 81	0,81 a,b,c	1,09 a,b,c,d,e,f	2,56 c,d,e
S1 día 24	2,10 f	1,15 c,d,e,f	7,81 j
S2 día 83	0,82 a,b,c	0,87 a	1,79 a,b,c,d
S1 día 26	1,98 f	0,95 a,b,c,d,e	7,47 j
S2 día 86	1,01 a,b,c,d	1,27 d,e,f	2,39 c,d
S1 día 29	1,75 e,f	1,35 f,g	7,52 j
S2 día 88	0,77 a,b,c	1,02 a,b,c,d,e,f	2,49 c,d,e
S1 día 31	1,38 d,e	0,88 a,b,c,d,e	7,11 i,j
S2 día 91	0,78 a,b,c	0,99 a,b,c,d,e,f	2,31 b,c,d

S1: Primera salida de frío
S2: Segunda salida de frío
S3: Tercera salida de frío