

## Evolución de la maduración de frutos del cultivar Isabel (*Persea americana* Mill.), injertados sobre patrón mexícola

**Autor:** Alejandro Sebastián Bontá Brevis

**Profesor Guía:** Pedro Undurraga Martínez.

### Resumen

En la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, se desarrolló en forma espontánea un nuevo cultivar de palto, llamado Isabel (ZUÑIGA, 1998). Esta variedad se caracteriza por tener un viraje de verde a negro, además en comparación con Hass posee una mayor resistencia al frío y alcanza un porcentaje de aceite adecuado para su exportación en un menor tiempo. Sin embargo, aun no existe una caracterización completa de la evolución de aceite durante el desarrollo del fruto, como tampoco un índice de cosecha.

Esta investigación consistió en determinar el punto de madurez fisiológica en frutos del cv. Isabel injertado sobre patrón Mexícola, lo cual se realizó a través de un seguimiento del contenido de aceite y pruebas de palatabilidad entre abril y octubre. Además se analizó la evolución de diferentes parámetros físicos desde madurez fisiológica hasta madurez de consumo.

Se determinó que durante el desarrollo de los frutos del cv. Isabel se produce un incremento del contenido de aceite y de la palatabilidad, alcanzando niveles de aceite mayores que los registrados en el árbol madre. Se registró una disminución del período de ablandamiento, pérdida de humedad y firmeza de los frutos en la temporada, en cambio el peso, diámetro ecuatorial y polar no tuvieron variaciones. En cuanto al color de la epidermis, pulpa y semilla viraron desde el 21 de septiembre hacia tonalidades más oscuras.

Los frutos de este cultivar son susceptibles a *Fusicoccum sp.* durante la temporada de lluvias, provocando una pudrición blanda en la poscosecha, además poseen una relación semilla/pulpa alta, condición desfavorable para su comercialización. Por último se determinó que el porcentaje mínimo de aceite para asegurar una palatabilidad aceptable en frutos de cultivar Isabel injertados sobre mexícola es 12,81% de aceite, siendo este de un 24, 21% de materia seca y 75,7% de humedad.

**Author:** Alejandro Sebastián Bontá Brevis

**Advisor:** Pedro Undurraga Martínez.

### **Abstract**

At the Universidad Católica de Valparaíso Agronomy Faculty, a new breeding of avocado was spontaneously developed, it is called Isabel (ZUÑIGA, 1998). This variety is characterized for having a green color with a strong tendency to a more dark, black, tonality pigmentation, also, in comparison with Hass, it has a stronger resistance against cold temperatures and reaches a adequate oil concentration level for exportation, in a shorter period of time. However, there is still no full characterization of how the oil evolves during the fruit's development, neither a harvest index.

This research consists on determining the fruit's point of physiological maturity, using cultivated Isabel avocados with grafted over a mexicola pattern, which was realized by a following of the oil content and tasting trials between April and October. Also an analysis of the evolution of different physical parameters, from physiological maturity to consumption maturity, were realized.

It was determined, that during the development of the cv Isabel avocados, an increase in the oil levels and the tasting, is produced, reaching higher oil levels than the ones registered in the mother tree. A diminish in the softening period, humidity lost, and firmness of the fruits during the season, was registered, on the other hand, weight, equatorial and polar diameter, had no variations. Concerning the pigmentation of the fruits epidermis, pulp and seeds, variations were registered since September 21 changing to darker tonalities.

The fruits of this cultivation are susceptible to Fusicoccum sp. During the rainy season, provoking a soft decay in the post harvest, they also possess a high seed/pulp relation, unfavorable condition for commercialization. Finally, the minimal oil percentage to ensure an acceptable tasting in cultivated Isabel avocados with grafted over a mexicola pattern was determined, the levels are a 12,81% of oil, from which a 24, 21% is dry matter and 75,78% of humidity.

## 1. INTRODUCCIÓN

La información más reciente de FAO (2004), señala que la superficie mundial de paltos (*Persea americana* Mill). continúa en expansión y supera en la actualidad las 380 mil hectáreas, cifra que representa un incremento significativo en la década de los 90 y comienzos de los años 2000.

En Chile para el 2004 los huertos comerciales de paltos alcanzarían una superficie del orden de 23.500 ha, de las cuales sobre 20.000 ha serían de la variedad Hass.

En búsqueda de nuevas variedades que cumplan con características que sean atractivas para el mercado y que mejoren ciertas aptitudes propias de la especie, en la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, se genera en forma espontánea, un nuevo cultivar de palto llamado Isabel (ZUÑIGA, 1998). Este cultivar es posiblemente un híbrido entre las variedades Hass y Bacon, y se caracteriza por tener un viraje de verde a negro, como también una mayor resistencia al frío en comparación a Hass, lo que lo hace interesante para el cultivo en zonas donde éste tiene limitantes climáticas. Además, puede alcanzar un porcentaje de aceite adecuado para su exportación en un menor tiempo que Hass (ZUÑIGA, 1998). Es por ello que la Universidad Católica de Valparaíso en el año 1998 multiplicó la variedad Isabel sobre el portainjerto Mexícola.

Ya que es una variedad nueva, es de suma importancia determinar el porcentaje de aceite mínimo para la cosecha, de esta forma, la fruta evolucionará correctamente hacia la madurez de consumo, obteniéndose un producto de palatabilidad aceptable.

Un buen método para determinar aceite es Soxhlet (LEE, 1981), ya que mide en forma directa el porcentaje de aceite, sin embargo, éste es lento y difícil de realizar, por lo que habitualmente se utiliza un método indirecto como lo es el porcentaje de materia seca de la pulpa. Este método se utiliza basado en la correlación existente entre la disminución de la humedad, aumentos de materia seca e incrementos en el contenido de aceite de los frutos (ARPAIA, 1990).

En la actualidad se sabe que para cosechar frutos del cv Isabel de cinco años de edad, injertados sobre patrón mexicola, es necesario tener un mínimo de 15,5% de aceite (GARCIA, 2002). Sin embargo, aun no existe una caracterización completa de la evolución de aceite durante el desarrollo del fruto, como tampoco un índice de cosecha (% de aceite), debido a que las investigaciones anteriores fueron realizadas cuando los árboles no se encontraban en plena producción. En definitiva, existe escasa investigación que caracterice a esta nueva variedad de potencial interés comercial y, considerando que un gran número de productores ya posee plantas adultas en sus huertos, se hace necesaria la investigación que apunte a su evaluación de pre y poscosecha, como también establecer la correlación entre porcentaje de aceite y materia seca.

#### 1.1. Hipótesis:

El índice de cosecha para el cultivar Isabel injertado sobre patrón mexicola en árboles de ocho años de edad es de un 15,5% de aceite, ya que éste permite la posterior evolución de los caracteres organolépticos adecuados para el consumo.

#### 1. 1. Objetivos generales:

Determinar el momento adecuado para efectuar la cosecha en frutos del cv Isabel injertados sobre patrón Mexícola, de manera de asegurar una correcta evolución de los caracteres organolépticos hacia la madurez de consumo.

1 .2. Objetivos específicos:

Establecer la curva de correlación entre el porcentaje de aceite y humedad en frutos del cv. Isabel injertado sobre patrón Mexícola.

Determinar el porcentaje mínimo de aceite como medio de cosecha para el cultivar Isabel, asegurando una aceptable palatabilidad durante la madurez de consumo.

Determinar si hay diferencias en el grado de ablandamiento entre la zona distal y proximal de un fruto del cv. Isabel, al momento de alcanzar su madurez de consumo.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Antecedentes generales:

Según TELIZ (2000), el principal país productor de paltas en el mundo es México, con una superficie de 93.315 hectáreas y una producción de 828.900 toneladas. Estados Unidos es el segundo país productor con 26.850 hectáreas y una producción de 179.000 toneladas.

El principal mercado de la palta chilena es Estados Unidos, con más de un 75 % estimado del volumen total, seguido por el mercado nacional con alrededor de 25 a 30 millones de kg. Europa y otros mercados no superan actualmente el 5 % de los envíos. Sin embargo, ante el fuerte crecimiento de la oferta chilena que se observa y espera en el futuro, se están empezando a hacer mayores esfuerzos en el desarrollo de nuevos mercados, siendo Europa el que actualmente muestra mayor interés (GARDIAZABAL Y MAGDAHL, 2004).

### 2.3. Antecedentes de la variedad Isabel:

En Chile, hace aproximadamente siete años, surge de manera espontánea producto probablemente de la polinización cruzada entre las variedades Hass y Bacon, un nuevo cultivar llamado Isabel, que en una primera instancia presenta características interesantes desde el punto de vista comercial y productivo, como por ejemplo su color negro, su probable resistencia al frío en mayor grado, comparado con Hass, y la posibilidad de tener porcentajes adecuados de aceite para su cosecha antes que Hass (ZUÑIGA, 1998).

La pulpa tiene un color amarillo con tonos verde amarillentos cerca de la piel. Su textura es bastante suave y cremosa con un tenue dulzor. Según los ensayos realizados tiene un sabor bueno, calificado como agradable y muy semejante a Hass. (ZÚÑIGA, 1998).

La temporada de cosecha es prolongada y se inicia aproximadamente a finales del mes de julio, un poco más temprano que Hass, y termina a finales del mes de enero. Experiencias preliminares, muestran que el cv Isabel resiste temperaturas bajo los 3°C, debido al grado de sangre mexicana que posee, por lo que podría estar recomendado para aquellas zonas en donde por problemas de bajas temperaturas no es posible plantar Hass (ZÚÑIGA, 1998).

#### 2.4. Portainjerto:

En Chile el portainjerto más usado en paltos es el Mexicola, esto se debe principalmente a que éste confiere una cierta uniformidad y vigor (GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

Sin embargo, aunque la semilla hija de mexicola sigue siendo la mas usada en chile como portainjerto, presenta serias dificultades frente al patógeno mas importante de esta especie *Phytophthora cinnamomi* (CASTRO, 2003).

Según KADMAN Y BEN-YA'ACOV (1976) citado por TELIZ (2000), indica que existe un claro efecto del portainjerto en el porcentaje de aceite acumulado en el fruto.

Según CASTRO *et al.*, (2003), en un huerto de palto injertado sobre portainjertos de semilla de la raza mexicana, plantado y manejado en iguales condiciones, es posible concluir que el material vegetal es probablemente el mayor responsable de la variabilidad en las producciones.

## 2.5. Antecedentes del fruto:

El fruto de palto es una baya unilocular y corresponde a un fruto climactérico, con una curva de crecimiento simple sigmoidea, esto se refiere a que el crecimiento de la fruta del palto esta enfocado principalmente a procesos de división celular, hasta madurez de cosecha y con elongación celular hasta que llega al 50% de su desarrollo. Por lo tanto, la división celular es determinante en el tamaño final y la causa de la diferencias de tamaño varietales (CHANDLER, 1962; GARDIAZABAL y ROSENBERG, 1991).

LOPEZ y CAJUSTE (1995), indica que los frutos del cv. Hass tienen una gran variación en cuanto a su tamaño. Esta condición tal vez haya sido respuesta de la cosecha de frutos provenientes de diferentes floraciones.

El fruto de la variedad Isabel corresponde a un fruto de tamaño mediano a grande, de forma algo ovoide en su estado de madurez. Su piel es de color verde intenso, la cual al llegar la madurez adquiere un color negro púrpura semejante a la variedad Hass. Su peso promedio es de 300 gramos (ZUÑIGA, 1998).

Según REQUEJO y WOOLF(1999), la diferencias de pérdidas de peso entre frutos durante la maduración, se debe a las diferencias en el tamaño de la fruta de los huertos.

## 2.6. Características de la madurez:

Cada cultivar presenta curvas características debido a que existen diferencias entre las tasas de incremento del contenido de aceite, como también en las tasas de disminución del contenido de humedad. A su vez para que la palta tenga una palatabilidad aceptable ésta debe haber alcanzado su madurez fisiológica al momento de la cosecha, de esta manera podrá llegar a su madurez de consumo

con un buen sabor y calidad (MARTINEZ, 1984; ESTEBAN, 1993 y LATORRE, 1994).

WOOLF (2000), indica que la fruta expuesta al sol es más tolerante a extremos de temperatura (alto y bajo), y tiene un período de conservación más largo en poscosecha que la fruta que se encuentra en la sombra, sin embargo, es más susceptible al ataque de agentes micóticos.

KAGAN-ZUR (1995), dice que la fruta puede perder su capacidad de madurar al estar expuesta a temperaturas alta por espacios de tiempo prolongados.

BLUMENFELD (1992), plantea que el tiempo en que se demora un fruto en ablandar después de la cosecha, generalmente es más corto en la medida que la fruta está más madura. Como también las diferencias en el tiempo de ablandar entre la zona distal y proximal de la fruta disminuye también con la madurez.

Según ASTUDILLO (1995), el porcentaje de aceite se concentra bastante hacia los porcentajes de humedad altos registrados en un principio del muestreo, esto se debe a que en un principio se toman muestras de fruto uniformes en cuanto a madurez.

Según MARTINEZ (1984), plantea que existe una alta y significativa correlación entre peso, volumen, diámetro ecuatorial y diámetro polar en frutos de paltos. A su vez SAAVEDRA (1995) indica el tamaño del fruto da una pobre predicción de la madurez que éste ha alcanzado.

## 2.7. Indice de cosecha:

HOFMAN y JOBIN (1997), afirman que en el caso de las paltas, el contenido de aceite es el mejor indicador de madurez disponible hoy en día, pero las técnicas para medirlo son caras.

El poder estimar el aceite de forma tan fácil como es mediante una ecuación de regresión lineal simple es sumamente práctico, rápido y no tan sofisticado como el método soxhlet lo que lo deja al alcance de todos los productores (LEE, 1981).

Según CAJUSTE *et al.*, (2001) el peso fresco no es un indicador confiable para predecir la madurez fisiológica al no encontrarse ninguna tendencia con las épocas de corte. Por el contrario, el peso seco es la variable que mejor refleja el avance de la madurez durante el desarrollo del fruto.

El método más común para los consumidores e investigadores para medir la firmeza de los frutos, es apretar estos con la mano. Sin embargo, este método es muy subjetivo. Es por ello que se utilizaron varios métodos objetivos para determinar el grado de firmeza, siendo el presionómetro el método que tuvo una mayor relación con el método subjetivo (WHITE y WOLF, 1999).

Arboles con cargas livianas tienen mayor disponibilidad de fotosintatos, debido a que sus reservas se reparten en un menor número de puntos de atracción y además tienen una mayor relación hoja/fruto, por lo que presentan mayores contenidos de aceite en la pulpa (LATORRE, 1994; ASTUDILLO 1995 y GARCIA, 2002).

Según GARCIA (2002), al comparar los valores de la variedad Isabel con la variedad Hass, se puede constatar que el nuevo cultivar comienza acumular altos porcentajes de aceite anterior a Hass, lo que es extremadamente atractivo en cuanto a su posible comercialización.

KAISER, SMITH y WOLSTENHOLME (1992), afirman que el contenido de aceite también puede estar relacionado con las temperaturas máximas del huerto. Sin embargo, REQUEJO y WOOLF (1999) afirma que las altas temperaturas no es el único factor que afecta la madurez en frutos de palto. Por lo tanto, es necesario valorar los diferentes factores que pueden afectar la maduración de la fruta.

LEE (1981), señala que el método standard para analizar el contenido de aceite, está basado en la extracción con éter de petróleo, de material seco en un extractor soxhlet; siendo este método caro, lento y fuera del alcance de los productores, ya que requiere de equipos, laboratorios y mano de obra especializada.

OLAETA, GARDIAZABAL y MARTINEZ (1986), señalan que los distintos métodos de extracción de aceite persiguen obtener el mayor rendimiento sin dañar su calidad. La extracción por solvente puede dar los mejores resultados, pero resulta demasiado costoso y peligroso de utilizar por su inflamabilidad, además, la remoción de todo el solvente desde el aceite es dificultoso y pequeñas trazas pueden ser perjudiciales para la calidad de dicho aceite.

SAAVEDRA (1995), determinó que los parámetros físicos peso, diámetro polar y ecuatorial de los frutos no pueden ser utilizados en forma válida, como estimadores del nivel de aceite en los frutos.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar del ensayo:

Esta investigación se realizó en la Escuela de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, ubicada en la localidad de Quillota (Latitud 32° 49's., Longitud 71° 16'w.) con frutos de palto (*Persea americana* Mill.) cv Isabel, de ocho años de edad, injertados sobre patron mexicola, cosechados de la Estación Experimental La Palma de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Las evaluaciones de los frutos se realizaron en las dependencias del Área de Poscosecha e Industrialización de la Facultad.

Con el objetivo de evaluar la evolución de madurez durante el desarrollo del fruto y determinar madurez de consumo mediante pruebas de palatabilidad, se consideraron árboles homogéneos, con fruta sin defectos, homogénea y de forma y color característicos.

#### 3.2. Descripción del ensayo:

Se marcaron seis árboles cv. Isabel injertados sobre portainjerto Mexícola del centro del huerto, con una carga aproximada de 60 frutos por árbol.

Se determinaron tres grupos, conformado por dos árboles cada uno. Cada grupo será una repetición, teniendo en total tres repeticiones por tratamiento.

Los tratamientos corresponden a las diferentes fechas de recolección de frutos (Cuadro 1).

CUADRO 1. Fechas de recolección de frutos de palta del cultivar Isabel injertados sobre patrón Mexícola, durante su desarrollo.

Tratamientos	Fechas	Tratamientos	Fechas
T1	19-04-05	T11	3-08-05
T2	30-04-05	T12	11-08-05
T3	11-05-05	T13	22-08-05
T4	23-05-05	T14	31-08-05
T5	3-06-05	T15	12-09-05
T6	14-06-05	T16	21-09-05
T7	24-06-05	T17	30-09-05
T8	6-07-05	T18	12-10-05
T9	15-07-05	T19	21-10-05
T10	25-07-05		

Los muestreos se iniciaron la segunda semana de abril del 2005, finalizando la tercera semana de octubre, obteniéndose fruta con un peso promedio de 270 gramos durante toda la temporada de muestreo y con una coloración de la epidermis verde oscura.

Cada muestreo consistió en recolectar cada 10 días en forma aleatoria, un fruto por repetición, determinando porcentaje de aceite y humedad. Posteriormente cuando se alcanzó un porcentaje de aceite cercano al 8%, se recolectaron cuatro frutos por repetición; uno para obtener porcentaje de aceite y humedad y tres para cuantificar las variables peso, diámetro polar, diámetro ecuatorial, color de pulpa, color de epidermis, color de testa en semilla, separación de semilla en la pulpa, fibrosidad, resistencia de la pulpa a la presión, relación semilla pulpa, pudrición interna,

defectos en la epidermis y pérdida de humedad, después de un período de ablandamiento a una temperatura de 12° C, con el objeto de determinar el momento adecuado para el consumo y su posterior evaluación en el panel de degustación.

Las variables fueron analizadas tanto en la parte proximal como distal del fruto, con el objeto de evaluar el patrón de madurez dentro del fruto. Se utilizó un total de 180 frutos.

### 3.3. Metodología de evaluación:

**Peso:** Las muestras fueron pesadas al momento de la cosecha en una balanza electrónica marca precisa 3100C, expresando los resultados en gramos.

**Diámetro ecuatorial y polar:** El diámetro polar y ecuatorial se obtuvo a través de un vernier y sus valores fueron expresados en cm.

**Duración del período de ablandamiento:** Se definió como el número de días en que demora el fruto en alcanzar una consistencia apta para el consumo desde la cosecha. A una temperatura de 12° C.

**Pérdida de humedad:** Se obtuvo por diferencia de peso entre los frutos cosechados y luego de un período de ablandamiento a una temperatura de 12° C. Los resultados fueron expresados en porcentaje.

**Resistencia de la pulpa a la presión:** Se utilizó un presionómetro de vástago 5/16" (PERALTA, 1977; citado por MARTÍNEZ, 1984).; las mediciones se realizaron tanto en la parte distal como proximal del fruto. Esta medición se efectuó cuando las muestras a través de una prueba manual alcanzaron un grado de ablandamiento apto para su consumo. Los resultados fueron expresados en libras.

Color de pulpa y epidermis: En las evaluaciones se midió claridad, saturación y tonalidad mediante el sistema CIELab, utilizando un colorímetro portátil Minolta, modelo CR-300. en la zona proximal y distal del fruto.

Color de testa en la semilla: En las evaluaciones se midió claridad, saturación y tonalidad mediante el sistema CIELab, utilizando un colorímetro portátil Minolta, modelo CR-300.

Relación pulpa semilla: Se obtuvo mediante la diferencia de peso entre la semilla y pulpa, siendo expresados los resultados en porcentaje.

Fibrosidad: Se evaluó la presencia o ausencia de fibra a nivel de la pulpa mediante la observación visual. Donde se procedió a partir en forma ecuatorial los frutos, sacando la pulpa y extrayendo manualmente la fibra. Posteriormente se peso la fibra en una balanza marca Precisa 3100C, obteniéndose el porcentaje de fibra con respecto al peso total del fruto.

Pudrición interna del fruto: Se evaluó mediante la observación, si hay o no pudrición interna del fruto.

Separación de semilla: Se evaluó mediante la observación, si existe separación parcial o total de la semilla de la pulpa.

Porcentaje de humedad: Cada fruto fue pelado retirando la semilla, luego la pulpa fue molida en un procesador de alimentos y estas muestras se colocaron en pocillos, registrando su peso obteniéndose con esto el peso húmedo. Las muestras húmedas se llevaron a una estufa a 100 °C hasta que el peso sea constante, al sacarlas de la estufa se registró su peso, correspondiendo éste al peso seco (AOAC, 1979).

Contenido de aceite: Se determinó con un gramo de la muestra seca que se colocó en un papel filtro dentro del equipo soxhlet, el cual se mantuvo destilando por seis horas, con solvente éter de petróleo. Después de efectuada la destilación se llevaron los balones a un Rotavapor con el fin de separar el aceite del solvente éter de petróleo, luego éstos se colocaron en una estufa a 100°C para eliminar fracciones de solvente (LEE, 1981).

Para determinar el porcentaje de aceite se realizaron los siguientes cálculos:

$$\% \text{ de Materia Seca: } \frac{\text{Peso Seco} - \text{Peso del pocillo}}{\text{Peso Húmedo} - \text{Peso del pocillo}} \times 100$$

$$\% \text{ de Humedad: } 100 - \% \text{ de Materia Seca.}$$

$$\% \text{ de aceite: } \frac{[(\text{Peso del balón con aceite} - \text{Peso del balón sin aceite}) \times 100]}{(100 / \% \text{ de Materia Seca})}$$

Palatabilidad: Se midió con un panel de 16 personas no entrenadas, las cuales evaluaron la fruta, en cuanto a su sabor, aroma, textura, apariencia y fibrosidad. Esta medición se realizó cuando el fruto alcanzó un 8% de aceite, ya que es el porcentaje mínimo de aceite en donde los parámetros de calidad evolucionarán correctamente hacia la madurez de consumo. Bajo la siguiente escala de clasificación:



muy agradable

muy desagradable

Donde la escala tiene un valor mínimo de cero correspondiente a muy desagradable y un valor máximo de 8 correspondiendo a muy agradable, la cual se dividió en tres categorías según el puntaje otorgado. Posteriormente para determinar la mejor época de cosecha, se considero la fecha de recolección (tratamiento) cuyos jueces (mayor a 80%) calificaron a todas las variables (aroma, sabor, textura, apariencia y fibrosidad) dentro de la categoría 3 que va desde agradable a muy agradable, de esta forma, se pudo establecer la fecha mínima de cosecha y por lo tanto el porcentaje mínimo de aceite con que se debe cosechar esta variedad.

Categoría 1: 0 – 3.9

Categoría 2: 4 – 5.9

Categoría 3: 6 – 8

#### 3.4. Análisis estadístico:

Se realizó un análisis de regresión lineal simple, entre la variable independiente X (porcentaje de humedad) y la variable dependiente y (porcentaje de aceite).

$$Y = a + bx$$

Siendo y: porcentaje de aceite

x: porcentaje de humedad

Luego se realizó un análisis de varianza para comprobar la representatividad del modelo con el test de Fischer con un 5 % de significancia. La unidad muestral corresponde a tres frutos de palto cultivar Isabel, con tres repeticiones que corresponden a los tres grupos, formados por dos árboles cada uno.

## 4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Variación del contenido de aceite en función del tiempo:

En la (Figura 1) se aprecia que existe una evolución progresiva de los porcentajes de aceite a medida que transcurren las fechas de muestreo. Esto lo confirma MARTINEZ (1986), quien señala que a medida que el fruto se desarrolla, existe un incremento significativo en el contenido de aceite y a su vez cada cultivar presenta una curva característica.

Sin embargo, este aumento no es siempre lineal, ya que existen dos alzas importantes durante la temporada de muestreo, la primera de ellas se dio entre el 15 de julio y el 25 de julio, con una variación de 3,48% de aceite y la segunda alza ocurrió entre 30 de septiembre y el 12 de octubre con una variación de 4,75%. Estas variaciones probablemente se deben a un aumento de las temperaturas en el huerto.

Al comparar la curva de evolución de aceite del cultivar Isabel (Figura 2) con las curvas obtenidas por MARTINEZ (1984), ESTEBAN (1993) y SAAVEDRA (1995) en la variedad Hass, se aprecia que poseen el mismo patrón de acumulación de aceite, sin embargo, la variedad Isabel alcanza mayores niveles de aceite en menor tiempo, ya que los niveles de aceite obtenidos por los autores antes citados varían entre 12 y 15% después del 31 de diciembre, en cambio en el presente ensayo al 21 de septiembre se alcanzan niveles cercanos al 13%.

Los porcentajes de aceite mínimos y máximos registrados durante la temporada corresponden a 2,29% para el 19 de abril y 19,78% para el 21 de octubre.

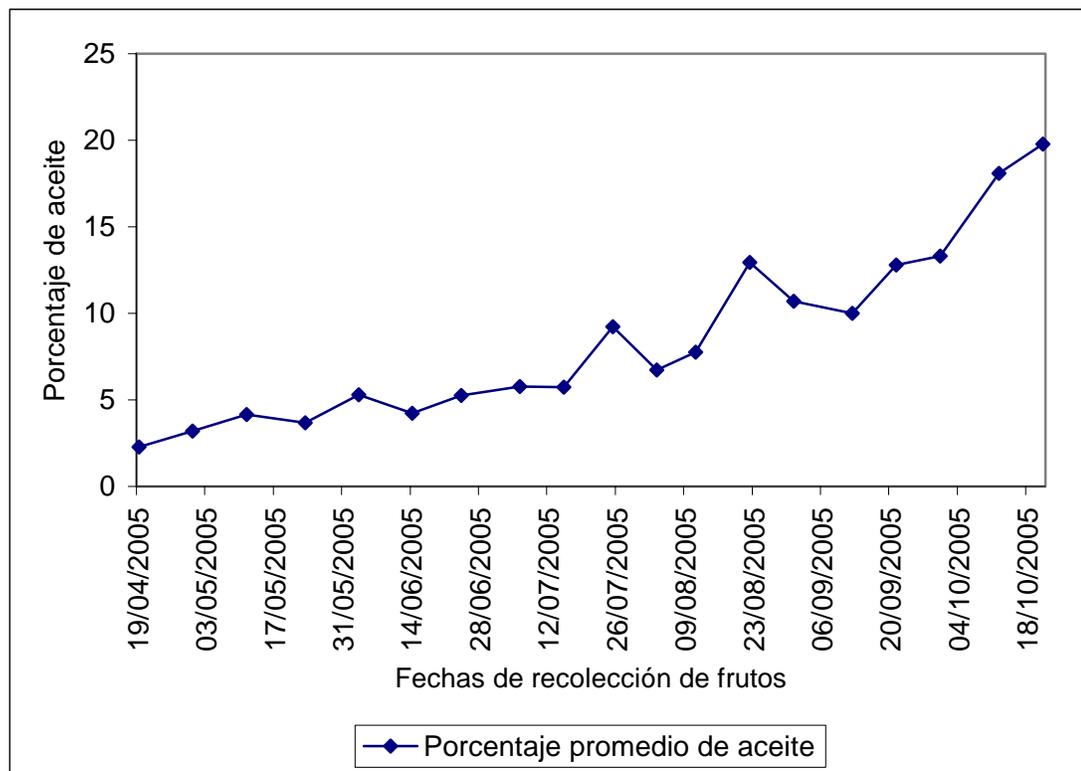


FIGURA 1. Evolución estacional del porcentaje de aceite en frutos de palta del cultivar Isabel injertado sobre patrón Mexícola.

Al comparar el valor que se obtuvo en el presente ensayo durante la tercera semana de julio de 9,21 % promedio de aceite, con los valores obtenidos por GARCIA (2002) el 19 de julio, el porcentaje de aceite es claramente inferior al obtenido por ésta, considerando que a la misma fecha obtuvo un porcentaje promedio de 16% en los mismos árboles.

Esto resulta interesante, ya que huertos que en sus primeros años de producción, si bien es cierto tienen una baja productividad, podrían cosechar su fruta antes que la mayoría de las variedades de piel negra, incluso huertos de cultivar Isabel que están en plena producción, con ello podrían ingresar antes al mercado y así obtener mejores precios.

Por ultimo al comparar, los datos desarrollados en el presente ensayo con los obtenidos por ZÚÑIGA (1998) provenientes del árbol madre, se puede apreciar que durante la tercera semana de octubre existe una diferencia cercana al 7%, siendo mayor las del presente ensayo con un porcentaje promedio de 20%.

Lo anterior puede ser explicado por el efecto del portainjerto sobre la producción, ya que según CASTRO *et al.* (2003), al utilizar portainjertos de semilla de la raza mexicana, existirá variabilidad en las producciones.

De esta forma, al utilizar un portainjerto del tipo mexicana en plantas de cultivar Isabel, se obtendrán niveles mayores de aceite en comparación a los frutos provenientes de árboles que no estén injertados sobre algún patrón. La importancia radica en que se puede ingresar mas temprano al mercado, ya que la fruta habrá alcanzado su madurez fisiológica en forma anticipada, por lo tanto, la cosecha será más temprana.

#### 4.2. Variación del contenido de humedad y materia seca:

En la (Figura 2) se aprecia que existe una tendencia a la disminución del porcentaje de humedad desde la primera semana de agosto en adelante, Este aumento en el contenido de materia seca desde la primera semana de agosto, se debe posiblemente a que las temperaturas máximas registradas en la Estación Experimental La Palma (Anexo 1) durante las dos primeras semanas de agosto alcanzaron los 20,7°C promedio, en cambio las registradas en las dos últimas semanas de julio fueron de 16,0°C promedio.

Este aumento de la temperatura de casi 4° C, probablemente incidió en el incremento de los contenidos de materia seca y aceite. Esto puede ser confirmado por (KAISER, SMITH y WOLSTENHOLME 1992), quienes afirman que el contenido de aceite también puede estar relacionado con las temperaturas máximas del huerto.

Respecto al porcentaje de materia seca, el valor máximo se obtuvo el día 21 de octubre, siendo este de 29,73% promedio, el cual corresponde a un 70,27% de humedad promedio y 19,78% de aceite. El valor mínimo promedio de materia seca fue de 15,32% el día 30 de abril con un 81,06% de humedad promedio y 3,25% promedio de aceite.

#### 4.3. Análisis de regresión y coeficientes de correlación:

Al analizar ambos parámetros, porcentaje de humedad y aceite, se puede observar según la (Figura 3) que el contenido de humedad está relacionado en forma inversamente proporcional con el contenido de aceite. De esta forma, se estableció una curva de correlación, mediante el análisis estadístico.

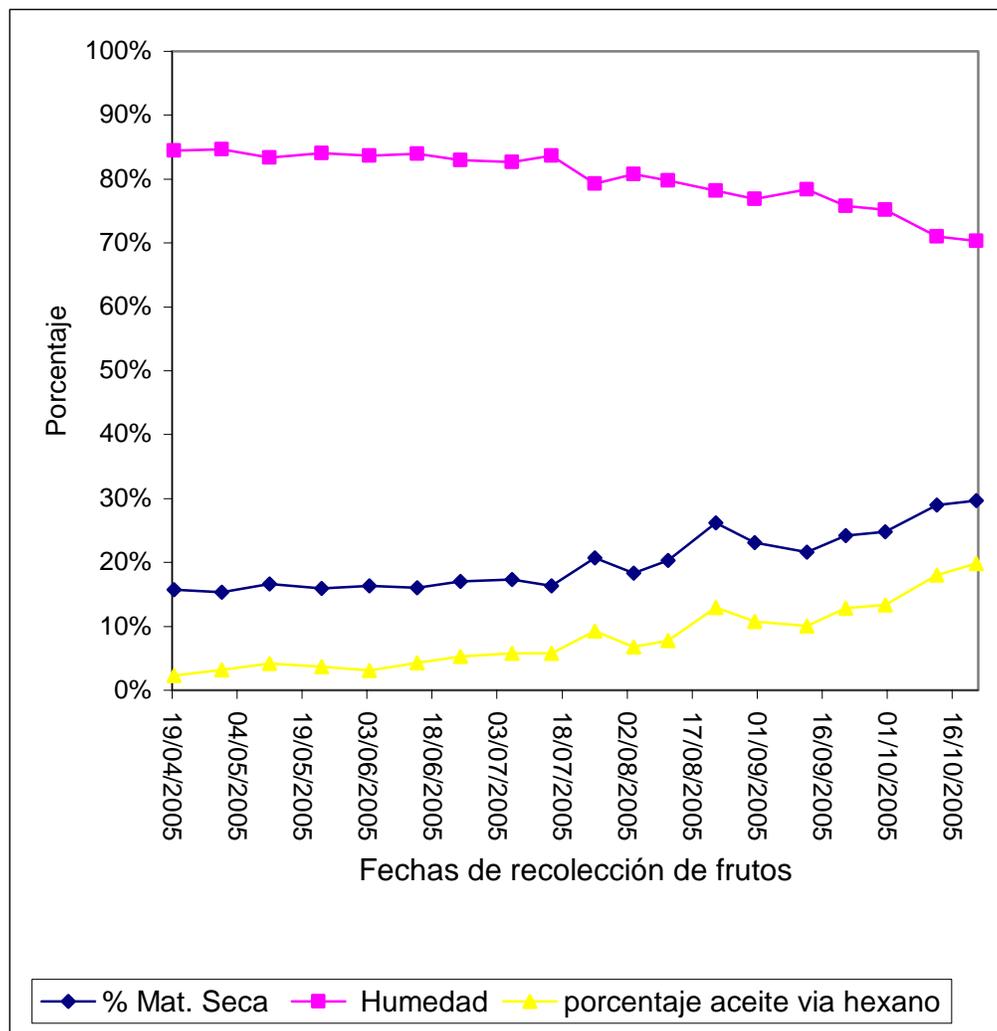
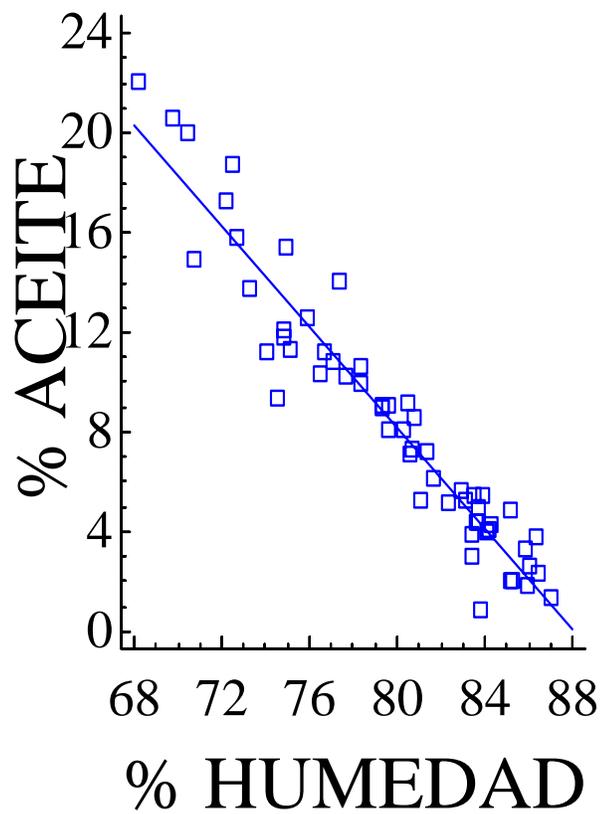


FIGURA 2. Variación estacional de los porcentajes de humedad, aceite y materia seca en frutos de palta del cultivar Isabel injertado sobre patrón Mexícola.



$$Y=89,0104-01018*x$$

$$r^2=91,9542$$

FIGURA 3. Curva de regresión entre el porcentaje de aceite y humedad en frutos de palta del cv. Isabel injertado sobre patrón Mexícola

La formula de regresión lineal para la Figura 3 fue:

$$Y = 89,0104 - 1,01018 * x$$

Siendo y: porcentaje de aceite

X: porcentaje de humedad

El coeficiente de determinación calculado fue de:

$$r^2 = 91,9542$$

$r^2$  indica que el modelo explica el 91,9542% de la variabilidad en y.

El coeficiente de correlación calculado fue:

$$r = - 95,5893$$

r indica que el grado de asociación entre las variables aceite y humedad es alto e inverso.

En el caso de la (Figura 3) si se analiza la recta resultante, se observa que con altos porcentajes de humedad se presentan bajos contenidos de aceite, sin embargo, estos porcentajes no se presentan tan dispersos cuando el contenido de humedad es bajo, es decir, que con contenidos de humedad bajos los contenidos de aceite varían más, debido posiblemente a que se toman frutos con diferente grado de madurez provenientes de frutos cuajados en épocas distintas.

Debido a que esta nueva variedad es posiblemente un híbrido entre las variedades Hass y Bacon, se realizó una comparación entre los valores obtenidos en el presente ensayo y los entregados por BELMAR (1996), quien trabajo con árboles de la variedad Bacon localizados en Quillota. Con ello se obtuvo que ambas variedades poseen contenidos de aceite muy similares a lo largo de la temporada, siendo un poco mayor los registrados en la variedad Isabel, con una diferencia cercana al 2% en la segunda semana de julio y de un 1% a finales de octubre. Este dato resulta de gran interés, ya que las curvas de correlación entre porcentaje de aceite y humedad de ambas variedades son similares, teniendo de esta forma un indicio de la posible cercanía genética que ambas variedades poseen. Sin embargo, el cv. Isabel al llegar a su madurez de consumo presenta una mejor calidad organoléptica en comparación al cv. Bacon.

#### 4.4. Evolución de los parámetros físicos desde madurez fisiológica hasta madurez de consumo

##### 4.4.1. Duración del período de ablandamiento

En relación al período de ablandamiento, la fecha en que el fruto demora mas tiempo en ablandar corresponde al 3 de agosto, cuyo porcentaje de aceite es de 6,73% promedio, demorando un total de 22 días, posteriormente la fecha en que el fruto demora menos días en alcanzar la madurez de consumo, corresponde al 21 de octubre con un 19,78 % de aceite, demorando un total de 13 días. Esto indica que al aumentar el contenido de aceite, el período de ablandamiento irá disminuyendo, esto lo confirma BLUMENFELD *et al.* (1992) quien plantea que el tiempo en que se demora un fruto en ablandar después de la cosecha generalmente es mas corto en la medida que la fruta esta mas madura.

Al realizar el panel sensorial se obtuvo que el 21 de septiembre, con un 12,81% de aceite es la época mas apta para efectuar la cosecha, ya que posteriormente existirá una correcta evolución de los caracteres organolépticos. Al comparar esta fecha con la curva de duración del período de ablandamiento (Figura 4), se aprecia que la fruta demora un total de 15 días a una temperatura de 12° C en alcanzar la madurez de consumo para esta fecha, es por ello que se deberá considerar un período cercano a dos semanas a una temperatura de 12°C como el mínimo para que la fruta alcance la madurez de consumo. Por otra parte, al comparar los datos de la variedad Hass y Bacon obtenidos por MARTINEZ (1984), con los de este ensayo, se observa que el período de maduración en estas variedades va entre seis a siete días, demorándose alrededor de siete días menos en alcanzar la madurez de consumo en relación a Isabel. Esto podría deberse a que la fruta del presente ensayo fue puesta a madurar en la antecámara a una temperatura cercana a los 12° C.

#### 4.4.2. Pérdida de peso

Se observa en la (Figura 5) que durante las primeras fechas de muestreo el porcentaje de pérdida de peso va en incremento, este comportamiento difiere con lo expuesto por CAMPBELL y MALO (1978); LEE (1981), los cuales afirman que durante el proceso de ablandamiento el fruto sufre una pérdida de peso, la cual será de mayor o menor intensidad dependiendo del grado de desarrollo de éste; tal es así, que el porcentaje de pérdida de peso disminuirá a medida que se avanza en la madurez del fruto.

Este comportamiento irregular podría deberse a que durante el período de ablandamiento la fruta se dejó en la antecámara a 12° C, sin embargo, no siempre se mantuvo a la misma temperatura, existiendo fluctuaciones de hasta tres grados, es por ello que el porcentaje de pérdida de humedad no fue decreciendo durante este período. Lo anterior está explicado por LIU (1999) quien plantea que la temperatura tiene un efecto significativo sobre la pérdida de humedad, afectando tanto la tasa osmótica como cambios bioquímicos.

El 21 de septiembre, fecha que se estableció como idónea para realizar la cosecha en cv. Isabel, se registro un 5,57% de pérdida de humedad (Anexo 2). Al comparar este dato con los obtenidos por MARTINEZ (1984) en las variedades Hass y Bacon, tomando como parámetro la fecha idónea con que se deben cosechar estas variedades, se pudo apreciar que el porcentaje de pérdida de humedad para Hass y Bacon son de 4,2% y 5% respectivamente, con ello se confirma que Hass posee un menor porcentaje de pérdida de peso. A su vez LUZA *et al.* (1992) plantea que para que la fruta se vea afectada, el porcentaje de pérdida de humedad debe pasar del 10 %. De esta forma, los frutos del cultivar Isabel, Hass y Bacon no se verán afectados en su apariencia como tampoco tendrán una pérdida económica, ya que no sobrepasan el 10% de pérdida de humedad.

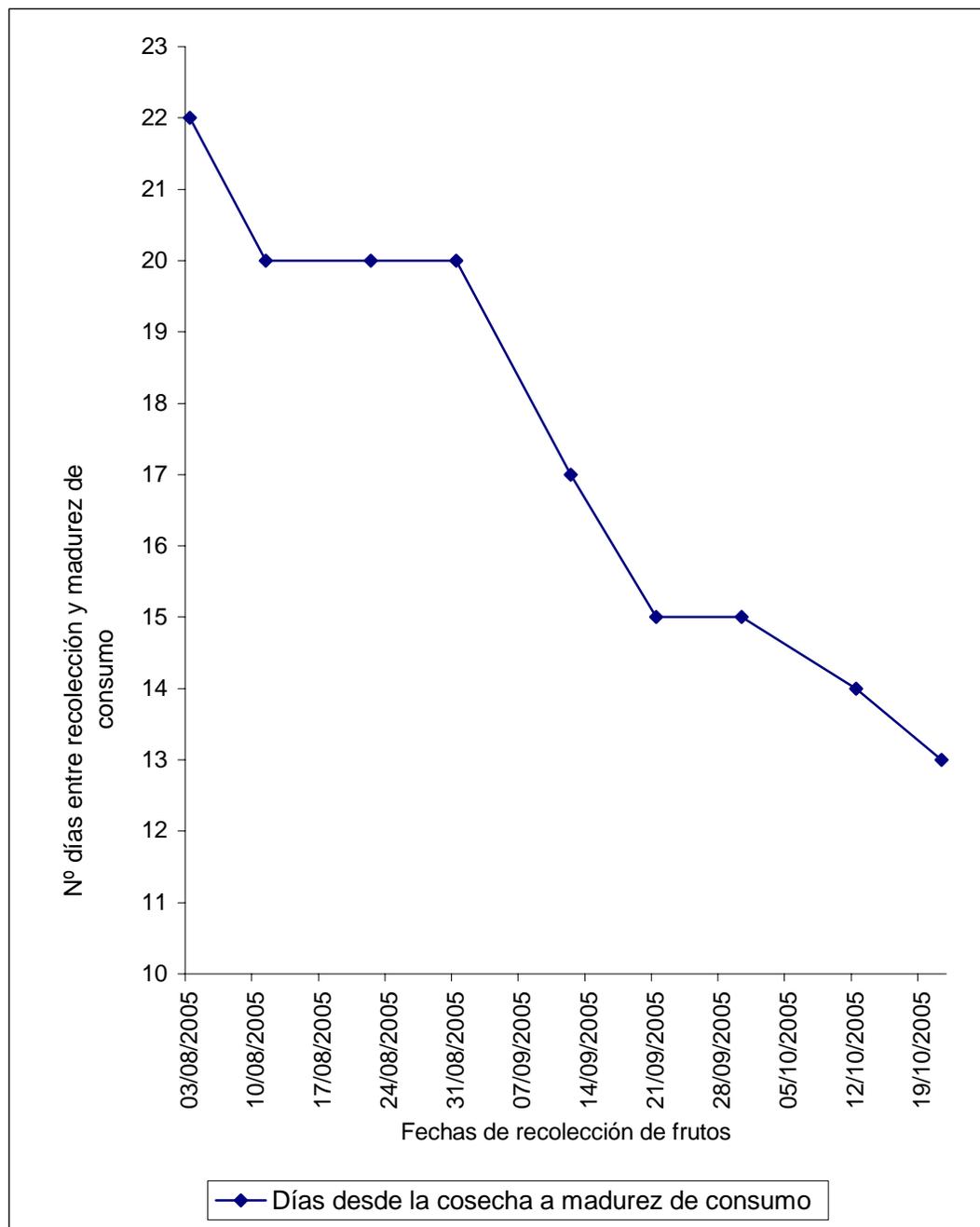


FIGURA 4. Número de días que transcurren entre fecha de recolección y madurez de consumo a lo largo de las distintas fechas de muestreo en frutos de palto del cultivar Isabel injertados sobre patrón Mexícola.

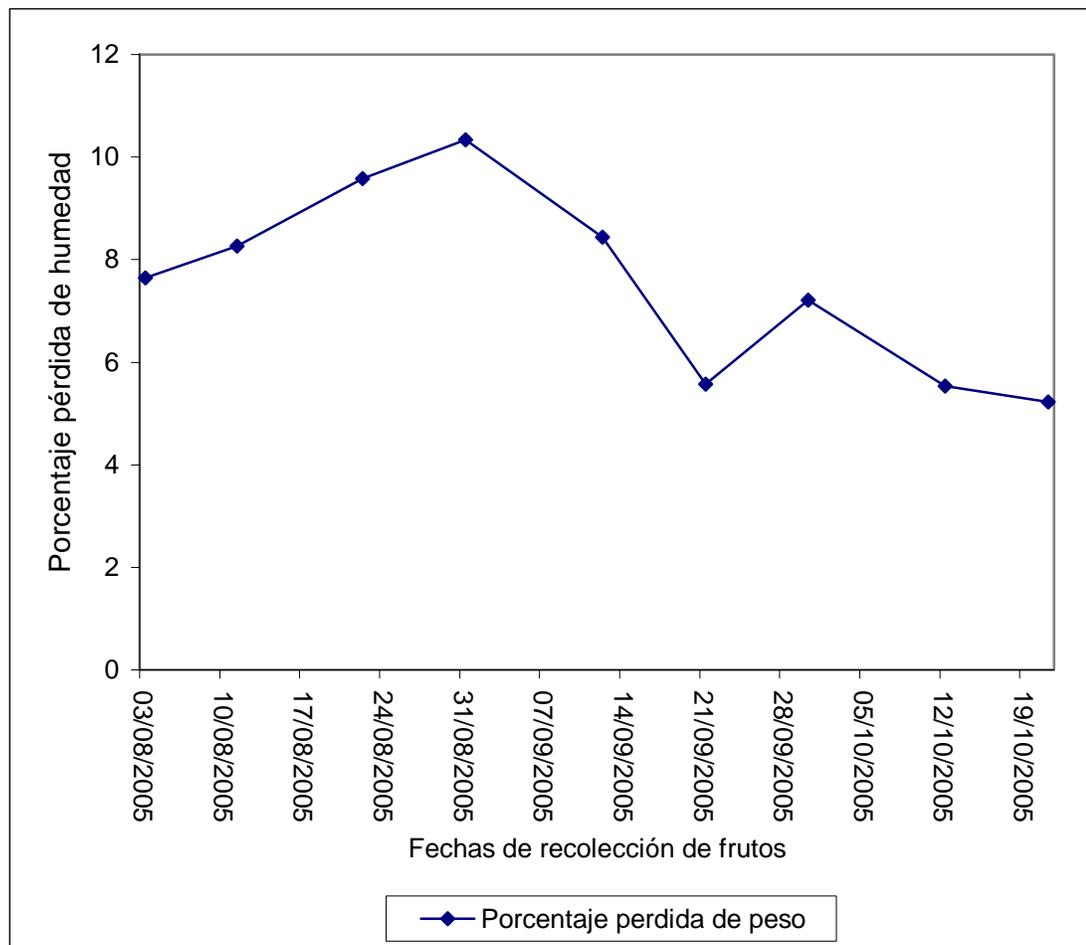


FIGURA 5. Evolución del porcentaje de pérdida de humedad entre la fecha de recolección y madurez de consumo, en frutos de palto del cultivar Isabel injertados sobre patrón Mexícola.

#### 4.4.3. Resistencia de la pulpa a la presión

Para este parámetro se realizaron las mediciones tanto en su extremo distal como proximal, una vez que alcanzaron una consistencia apta para el consumo, y con ello se determinó el patrón de madurez dentro del fruto. El valor máximo promedio se registró el 3 de agosto con un 6,73 % de aceite, siendo de 6,9 y 7,06 libras (Anexo 2) para la zona proximal y distal respectivamente. Para las fechas posteriores los valores promedio tanto en la zona distal como proximal fluctuaron entre 3 y 5 libras, obteniendo un valor promedio mínimo el 30 de septiembre de 3 libras para cada zona. Esto indicaría que a medida que transcurren las fechas de muestreo y se incrementan los contenidos de aceite, se produce una disminución en la firmeza de la pulpa (Figura 6), esto lo confirma (LATORRE, 1994 y SAAVEDRA, 1995) indicando que los frutos de palto, al transcurrir las fechas de recolección, presentan una disminución en la firmeza de la pulpa.

En relación a las presiones obtenidas de la zona apical y distal del fruto, no se evidenciaron diferencias entre ellas, presentando un patrón de evolución muy similar en ambas zonas. Esto indicaría que probablemente el fruto madura en forma homogénea, siendo una característica atractiva para su comercialización.

#### 4.4.4. Fibrosidad

Se observó que durante todas las fechas de muestreo los frutos de cv. Isabel no presentan fibra a nivel de pulpa, ya que según los análisis realizados se obtuvo un cero por ciento de fibra. Esta característica la comparte con la variedad Hass.

Este atributo es apreciado por el consumidor y es relevante en la comercialización del fruto, ya que la tendencia del consumidor es preferir fruta con ausencia de fibra en la pulpa.

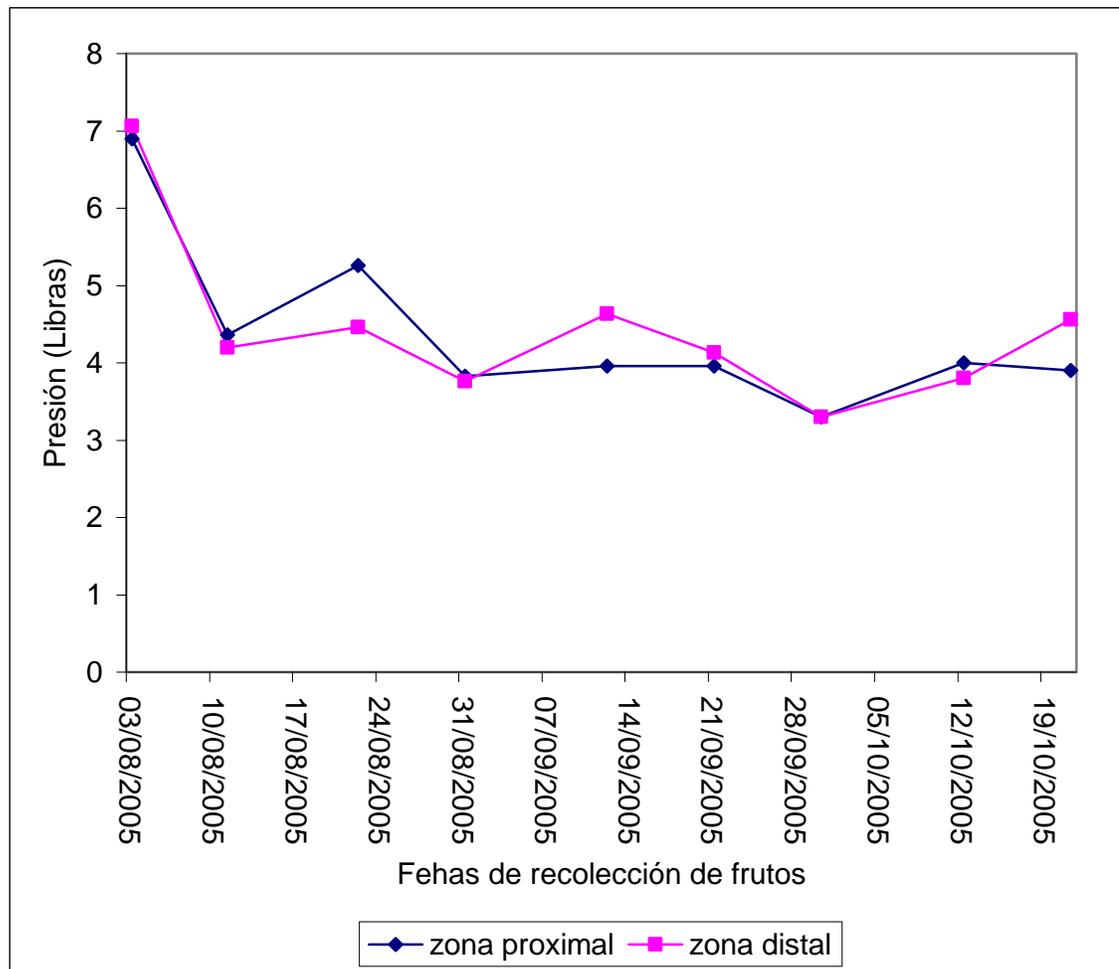


FIGURA 6. Evolución de la resistencia de la pulpa a la presión en madurez de consumo durante las diferentes fechas de recolección. En la zona distal y proximal de fruto de palto del cultivar Isabel injertado sobre patrón Mexícola.

#### 4.4.5. Separación semilla de la pulpa

Al realizar esta prueba bajo el criterio de separación o adhesión de la pulpa a la semilla, se observó durante todas las fechas de muestreo que existe separación de la semilla del fruto. Siendo una característica apreciada para la comercialización, ya que la tendencia del consumidor es preferir un fruto en que la semilla este separada totalmente de la pulpa. Sin embargo, según la caracterización de ZÚÑIGA (1998), menciona al cultivar Isabel como una variedad con una firme adhesión de la semilla a la pulpa. Esta diferencia se puede deber a que los frutos estudiados por dicho autor provienen del árbol madre, de esta forma, al no tener un patrón probablemente existiría un efecto sobre la adhesión de la pulpa a la semilla

#### 4.4.6. Relación semilla/pulpa

Se puede observar en la Figura 7, que la relación semilla pulpa presenta un comportamiento fluctuante durante toda la temporada. Este fenómeno se debe probablemente a que las tasas de crecimiento de la semilla y pulpa son alternadas. De esta forma al aumentar el tamaño de la semilla, la relación semilla pulpa se ve incrementada. Posteriormente se produce un comportamiento inverso, en el cual la pulpa crece en un mayor grado que la semilla, provocando una disminución en esta relación. Este proceso probablemente sería el que regiría durante todo el crecimiento del fruto siendo el responsable de este comportamiento fluctuante.

Es importante mencionar que el tamaño de las semillas es grande en comparación al fruto ya que la máxima relación semilla pulpa corresponde a 19,62% promedio (Anexo 2). Esta característica es poco atractiva para el consumidor, ya que la tendencia es consumir frutas con una baja relación semilla pulpa. Estos datos pueden ser respaldados por ZUÑIGA (1998) en donde describe a la semilla grande en comparación al fruto, representando entre un 15 a un 20% del peso total.

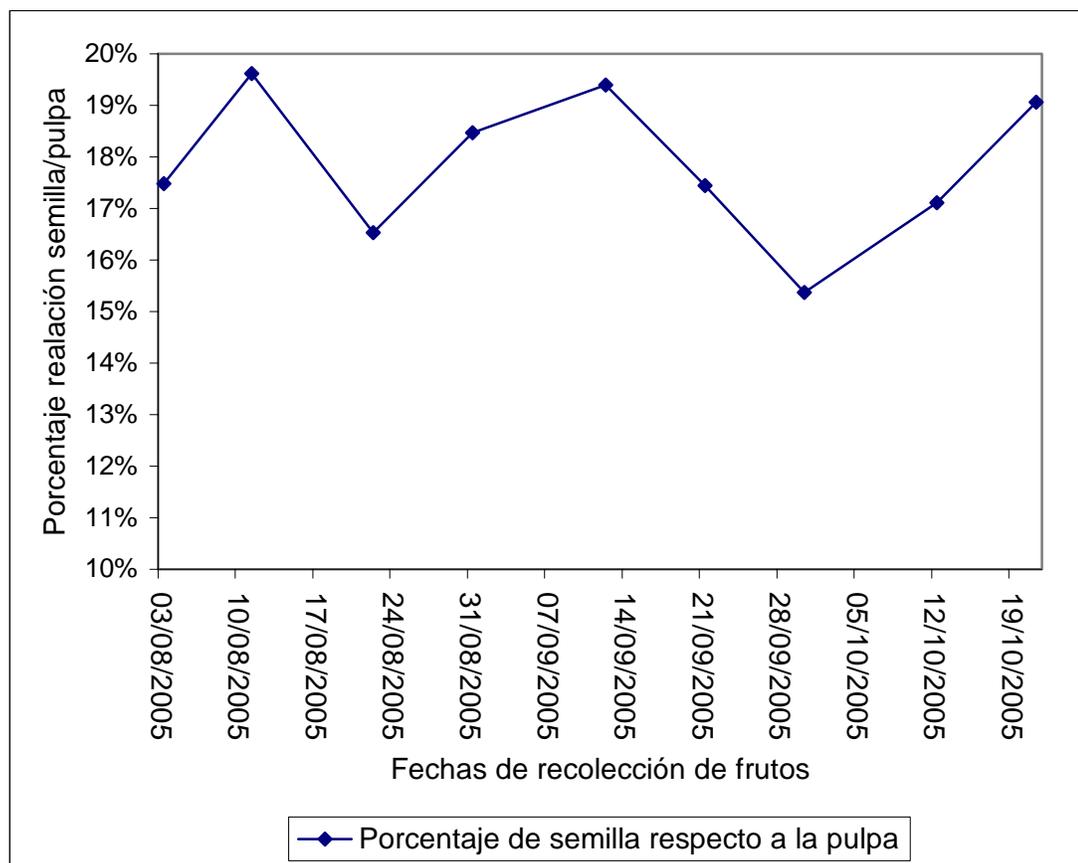


FIGURA 7. Relación semilla pulpa durante el desarrollo de frutos de palta del cultivar Isabel injertado sobre patrón Mexícola.

#### 4.4.7. Pudrición interna del fruto

Se pudo constatar que entre el 3 de agosto y el 31 de agosto al menos una repetición por tratamiento hay síntomas de pudrición blanda de color café oscuro que compromete la pulpa del fruto avanzando desde la periferia hacia adentro, no detectándose en los muestreos posteriores. Según el análisis realizado en el laboratorio, se detectó en forma consistente *Fusicoccum sp.* Cabe destacar que el ingreso de este patógeno en la variedad Hass es vía pedúnculo (Figura 8) al igual que lo observado en el cv. Isabel, la fase sexual solo se a detectado en paltos durante la primavera asociado a lluvias y su forma de dispersión es a través de ascas o conidios (BESOAIN, 2001). Según lo afirmado anteriormente, es posible explicar la incidencia de este patógeno en los frutos de cv. Isabel durante el mes de agosto, ya que este período estuvo asociado a lluvias muy frecuentes, acumulando un total de 89.5 mm en el mes de agosto (Anexo 3), a su vez la fruta fue cosechada sin el pedúnculo, condición la cual es predisponente para la enfermedad.

#### 4.4.8. Ruptura epidérmica

Desde el 30 de septiembre en adelante, el 30% de la fruta en el árbol presentó ruptura epidérmica desde la inserción peduncular hacia el centro del fruto variando entre 2 a 4 cm. (Figura 9).

Probablemente un repentino cambio en la humedad relativa tenga incidencia en la partidura de la epidermis.



FIGURA 8. Frutos de palta del cultivar Isabel con presencia de micelio blanco (*Fusicoccum* sp) en la inserción peduncular.



FIGURA 9. Ruptura de la epidermis en la zona apical del fruto de palta de cv. Isabel injertado sobre patrón Mexicola.

#### 4.4.9. Color de epidermis

Según la (Figura 10) desde la primera fecha de muestreo hasta el 3 de agosto hay una mayor variación de la luminosidad desde la cosecha a la madurez de consumo, respecto del 21 de septiembre en adelante, donde los valores se mantuvieron constantes. Esto se debe a que durante la segunda y tercera semana de septiembre gran parte de la fruta en el árbol viró de color verde a negro púrpura manteniendo este color hasta la última fecha de muestreo. Este viraje del color posiblemente se deba a un aumento en las temperaturas del huerto, esto lo confirma COX (2004), señalando que el cambio de coloración también depende de la temperatura a que esté expuesta la fruta en el árbol.

La evolución de la luminosidad para la zona proximal y distal del fruto fue similar con ello, se presume que la maduración de la epidermis del fruto puede ser homogénea al igual que la resistencia de la pulpa a la presión.

Respecto al croma, en general las cuatro curvas se comportan de manera similar, presentando una leve disminución de sus valores a través del tiempo, de esta forma no hubo variación del croma desde que la fruta fue cosechada hasta que estuvo apta para ser consumida.

Se observa en la (Figura 11) que desde el 21 de septiembre en adelante no existió variación del tono desde la cosecha a la madurez de consumo, manteniéndose constantes hasta la última fecha de muestreo. Esto se debe a que del 21 de septiembre, casi el 70% de la fruta en el árbol presento un viraje de color verde a negro púrpura. Cabe mencionar que la zona proximal y distal de los frutos presenta un patrón de comportamiento similar, ya que durante la madurez fisiológica y de consumo se evidencia un cambio homogéneo de tonalidad en la epidermis del fruto.

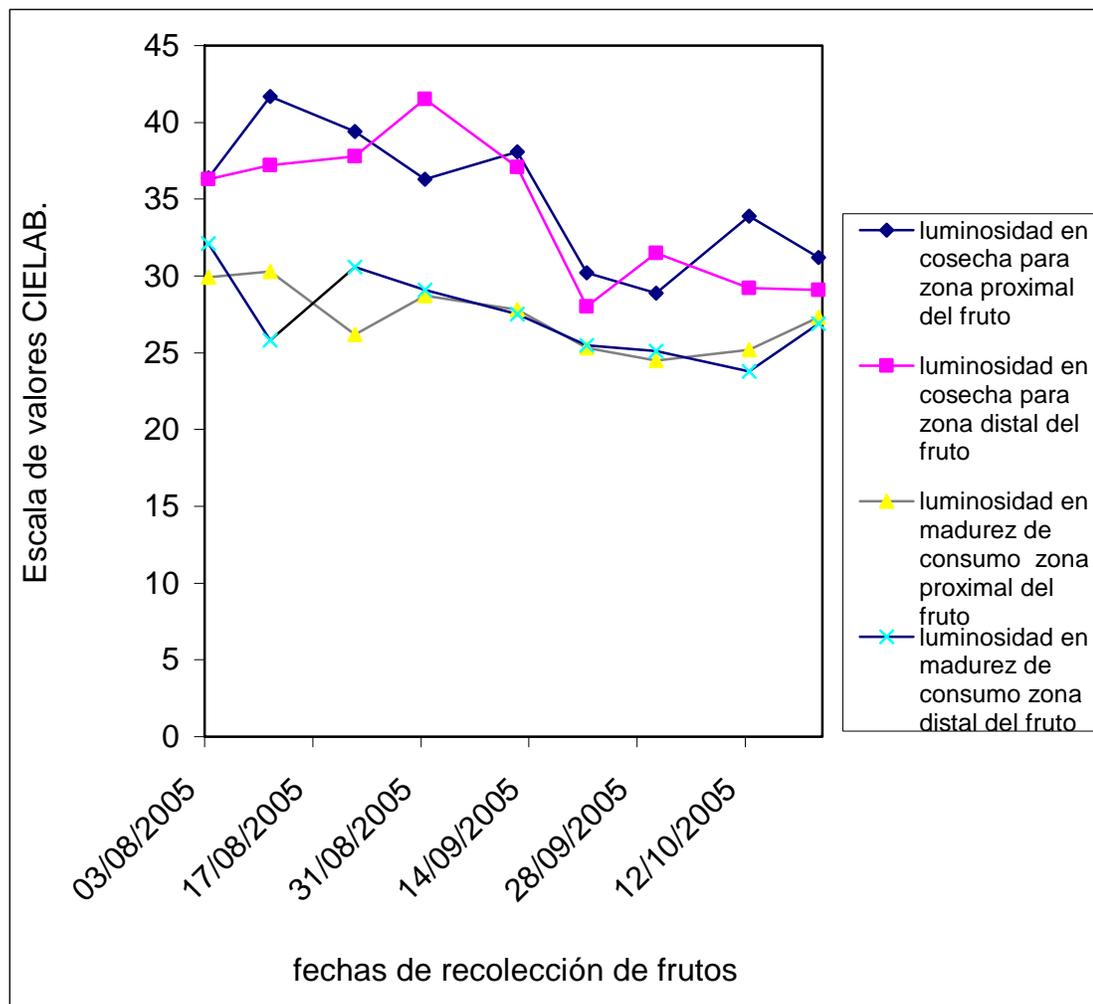


FIGURA 10. Evolución de la luminosidad en la epidermis desde cosecha hasta la madurez de consumo para la zona proximal y distal del fruto de palto cv Isabel injertados sobre patrón Mexícola.

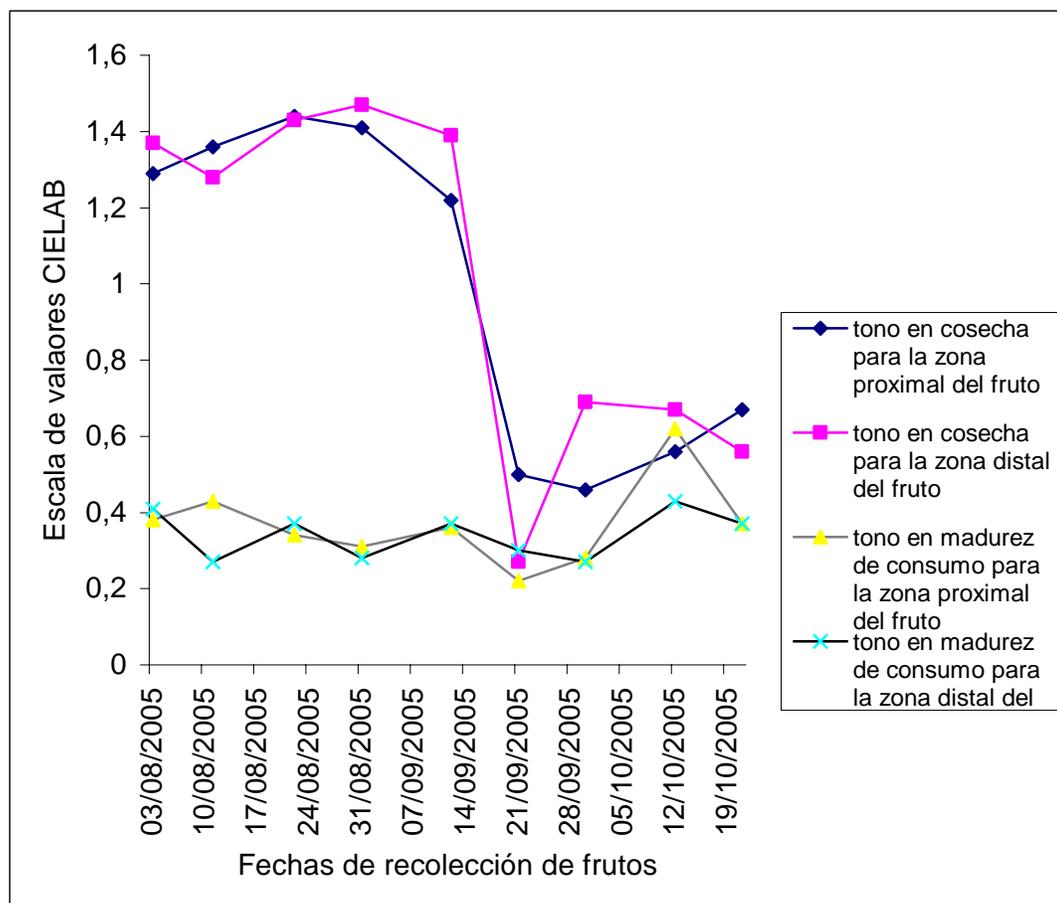


FIGURA 11. Evolución del tono en la epidermis desde cosecha hasta madurez de consumo para la zona proximal y distal del fruto de palta del cv Isabel injertados sobre patrón Mexícola

Una vez analizado luminosidad, croma y tono, se aprecia que el color de la epidermis desde la madurez fisiológica a la de consumo, evoluciona siempre hacia un mismo color, no importando la fecha, como tampoco el porcentaje de aceite con que sea cosechada la fruta, esto posiblemente constituya una mala característica, ya que si bien es cierto, la fruta por fuera estará apta para ser consumida, por dentro probablemente no habrá evolucionado correctamente.

Sin embargo, del 21 de septiembre en adelante hay una estabilización del color de los frutos que se encuentran en el árbol al comparar esta fecha con la del panel sensorial, se aprecia que es la misma que se estableció como fecha idónea para realizar la cosecha, con esto se presume que el color de la epidermis desde el 21 de septiembre en adelante podría ser un estimador de cosecha.

#### 4.4.10. Color de pulpa

Según la Figura 12 las cuatro curvas presentan un comportamiento similar, esto indicaría que la luminosidad no presenta variaciones desde la cosecha hasta de madurez de consumo, no obstante, desde el 21 de septiembre en adelante existe una disminución de la luminosidad desde la cosecha hacia la madurez de consumo. Esto probablemente se debe a que hay un incremento en los contenidos de aceite incidiendo que la pulpa vire de un color verde claro a un verde amarillo. Esto lo señala ZUÑIGA (1998), quien dice que la pulpa del fruto tiene un color amarillo al madurar con tonos verde amarillentos cerca de la piel. Las curvas que representan la zona distal y proximal del fruto se comportan de manera similar, esto demostraría que la luminosidad en la pulpa evoluciona en forma pareja para ambas zonas al igual que la resistencia de la pulpa a la presión.

En cuanto al croma desde el 21 de septiembre en adelante se aprecia un alza en los valores para la fruta recién cosechada, esto se debe principalmente a que la fruta en el árbol presentó un viraje de la pulpa de verde a amarillo, manteniéndose constante hasta la última fecha de muestreo.

La (Figura 13) indica que existe variación del tono desde la cosecha hasta la madurez de consumo durante el período que va desde el 3 hasta el 31 de agosto, posteriormente las curvas tienden a comportarse en forma similar debido a que hay un mínima variación de la tonalidad.

Al analizar las tres variables luminosidad, croma y tono, se observó que desde el 21 de septiembre en adelante la pulpa de los frutos en el árbol viran de verde claro a amarillo. Esta característica puede ser interesante, ya que al igual que el color de epidermis podría constituir otro parámetro como posible estimador de cosecha. Con respecto a la zona distal y proximal de la pulpa, su color tiende a evolucionar en forma pareja, dando otro indicio de la homogeneidad con que maduran los frutos de este cultivar.

#### 4.4.11. Color de semilla

Se aprecia en la (Figura 14) que desde el 21 de septiembre en adelante los valores de luminosidad para la curva de madurez fisiológica disminuyen igualándose a los de la curva de madurez de consumo, esto se debe a que la fruta muestreada presenta un cambio del color de la semilla en el árbol, pasando de café claro a café oscuro. Esta característica también la describe (MARTINEZ, 1984) quien dice que el color de la cubierta seminal se modifica con el desarrollo del fruto, ya que durante los primeros muestreos es blanca y gradualmente se torna marrón para finalmente adquirir un color marrón oscuro.

MARTINEZ (1984) postula que la semilla de la variedad Bacon vira de color durante la tercera semana de agosto, mientras que Hass lo hace en la segunda semana de enero, al comparar ambas fechas con las registradas en Isabel, claramente se nota la cercanía que tiene la variedad Isabel con Bacon, siendo otro indicio para suponer una posible cercanía genética.

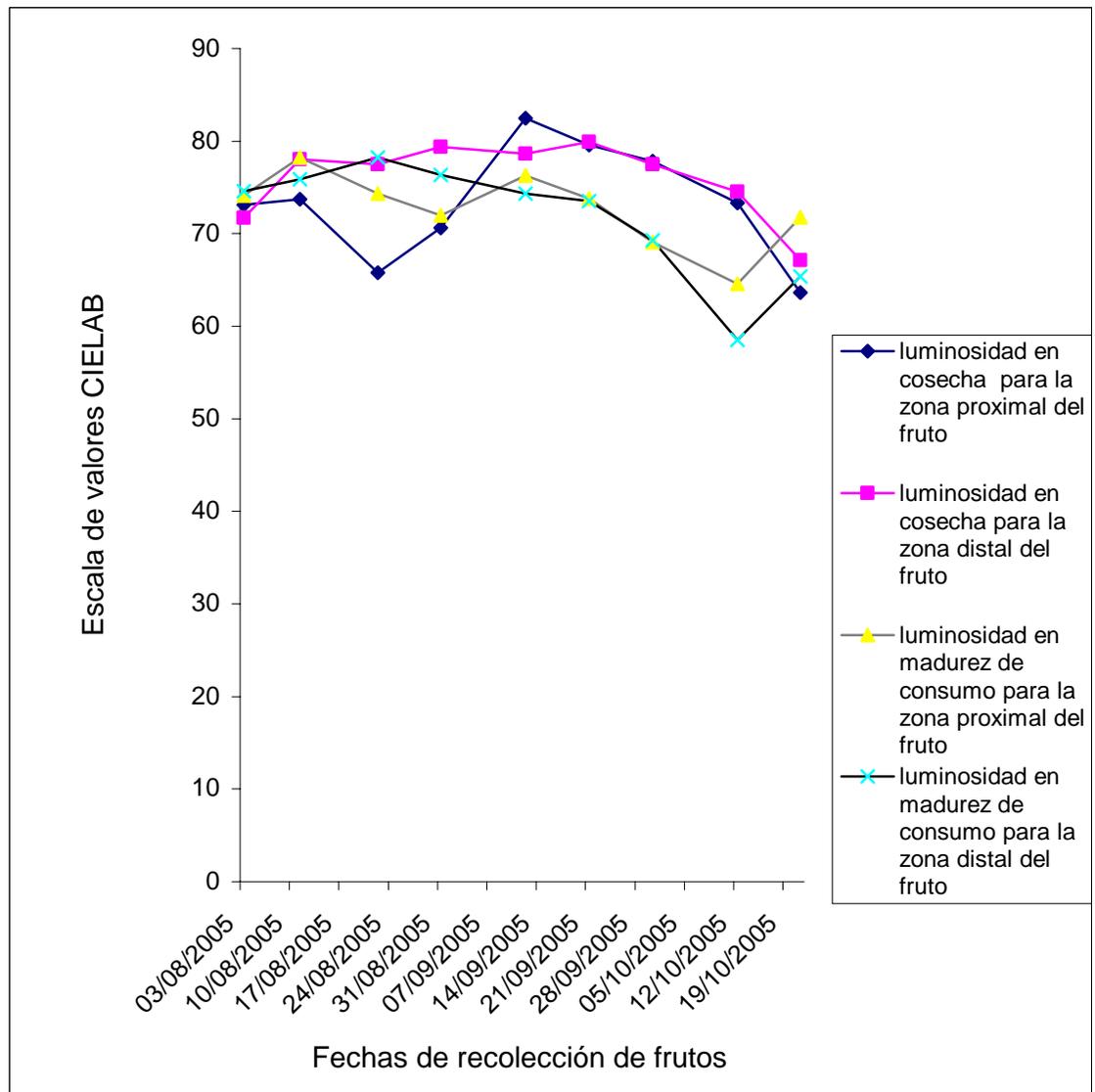


FIGURA 12. Evolución de la luminosidad en pulpa desde la cosecha a la madurez de consumo para la zona proximal y distal del fruto de palta cv. Isabel injertados sobre patrón Mexícola.

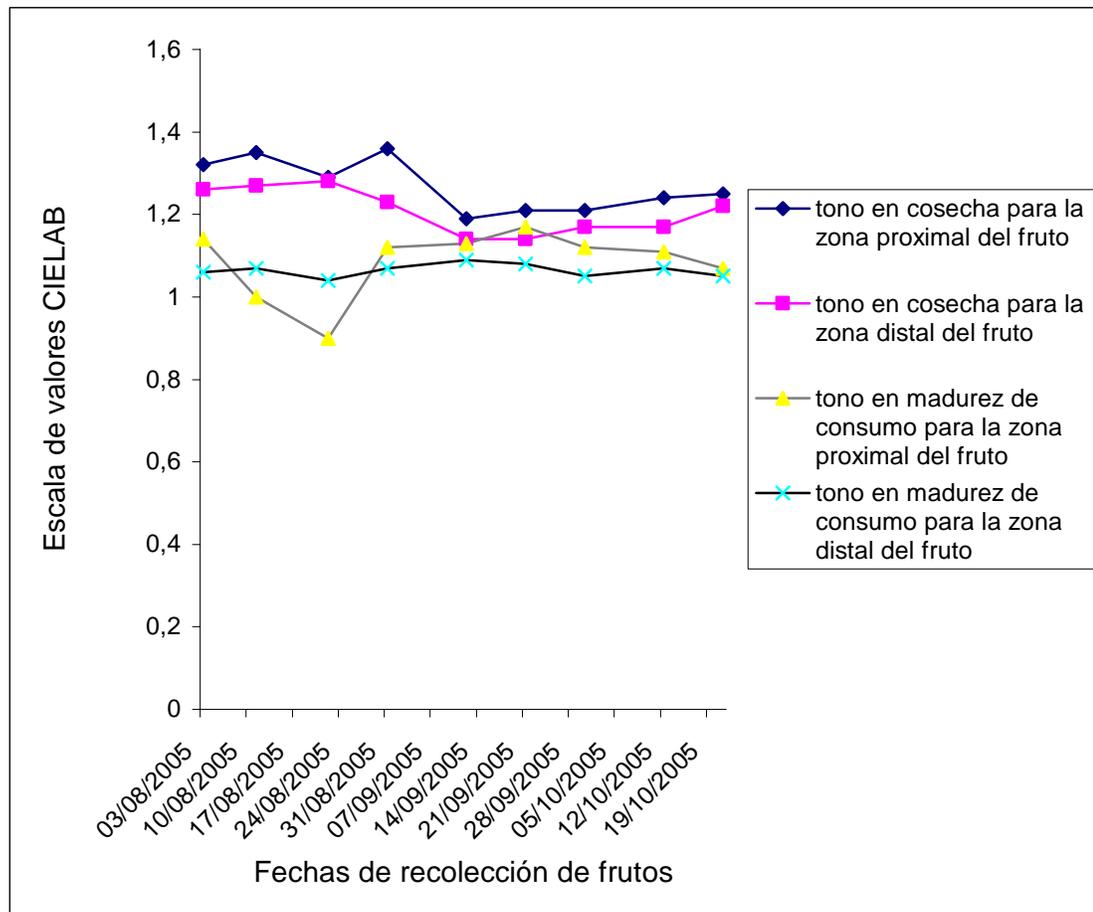


FIGURA 13. Evolución del tono en pulpa desde cosecha hasta la madurez de consumo para la zona proximal y distal del fruto de palta cv Isabel. Injertados sobre patrón Mexícola

Por último, al analizar color de semilla, pulpa y epidermis, se aprecia que las tres poseen un patrón de evolución del color muy similar, debido a que estas tres variables presentan desde el 21 de septiembre en adelante un cambio de color en el árbol, virando hacia tonalidades mas oscuras, las cuales se verán intensificadas al alcanzar la madurez de consumo. Es importante mencionar que esta fecha coincide con el momento idóneo para realizar la cosecha en el cv. Isabel. Es por ello que el color de la piel conjuntamente con la pulpa y epidermis podría ser utilizado como estimador de cosecha.

Lo anterior lo afirma (Lee, 1981), quien dice que en muchos tipos de frutos se produce un apreciable cambio en el color a medida que avanza la madurez. De esta forma, el cambio en la reflexión o transmisión del color puede ser usado como índice de madurez no destructivo.

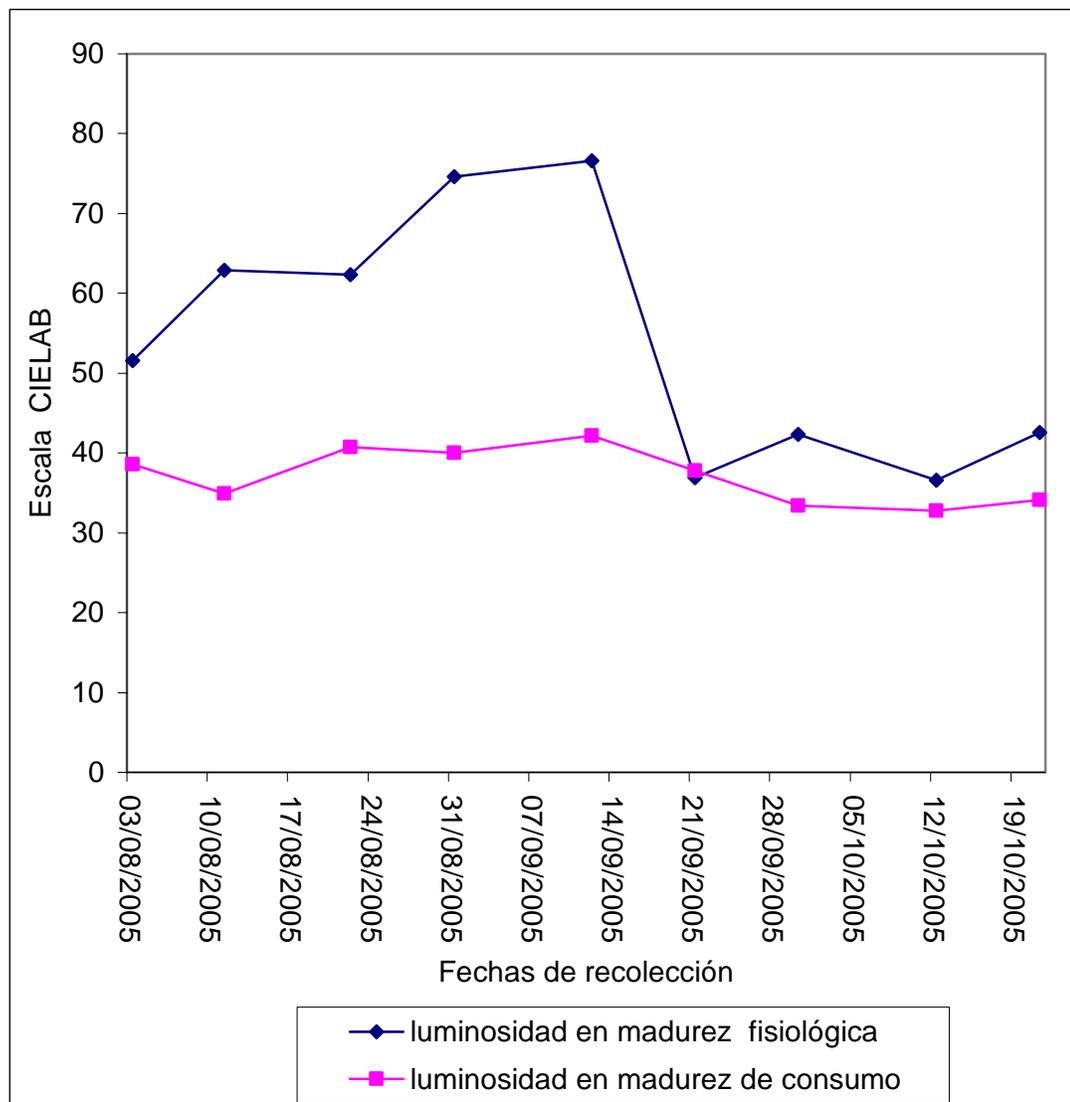


FIGURA 14. Evolución de la luminosidad en semilla desde madurez fisiológica hasta madurez de consumo en frutos de palta del cv Isabel injertado sobre patrón Mexícola.

#### 4.4.12. Variación estacional del tamaño de frutos

Según la (Figura 15) el peso de los frutos cv Isabel se mantienen constantes durante la temporada, presentando una variación entre los 250 y 300 gramos. Esto indicaría probablemente que desde muy temprano en la temporada los frutos alcanzan su tamaño definitivo, sin presentar grandes variaciones a lo largo de su desarrollo. De esta forma, probablemente se podrá estimar la carga frutal aproximada para temporada.

Los valores mínimos y máximos registrados corresponden a 232,04 y 322,18 gramos respectivamente. Al comparar estos datos con los obtenidos por GARCIA (2002) cuyos valores van desde 205.46 gramos hasta 397.91 gramos, se observa que estos últimos alcanzaron un mayor tamaño que los frutos muestreados en el presente ensayo. Esta diferencia posiblemente se debe a que los árboles de (GARCIA, 2002) presentaron una baja carga, de esta forma habrá, una mayor disponibilidad de fotosintatos como también una menor competencia entre frutos, posibilitando un mayor crecimiento de éstos.

Referente al diámetro polar, se registro un mínimo de 7 cm y un máximo de 15,1 cm; mientras que los diámetros ecuatoriales variaron entre 5,8 cm y 7 cm. Al comparar estos datos con los de MARTINEZ (1984), en las variedades Hass y Bacon, se observó que la variedad Isabel posee un mayor diámetro polar en comparación a ambas variedades, no obstante Bacon y Hass tienen un mayor diámetro ecuatorial, llegando a medir cerca de 10 cm en la variedad Bacon.

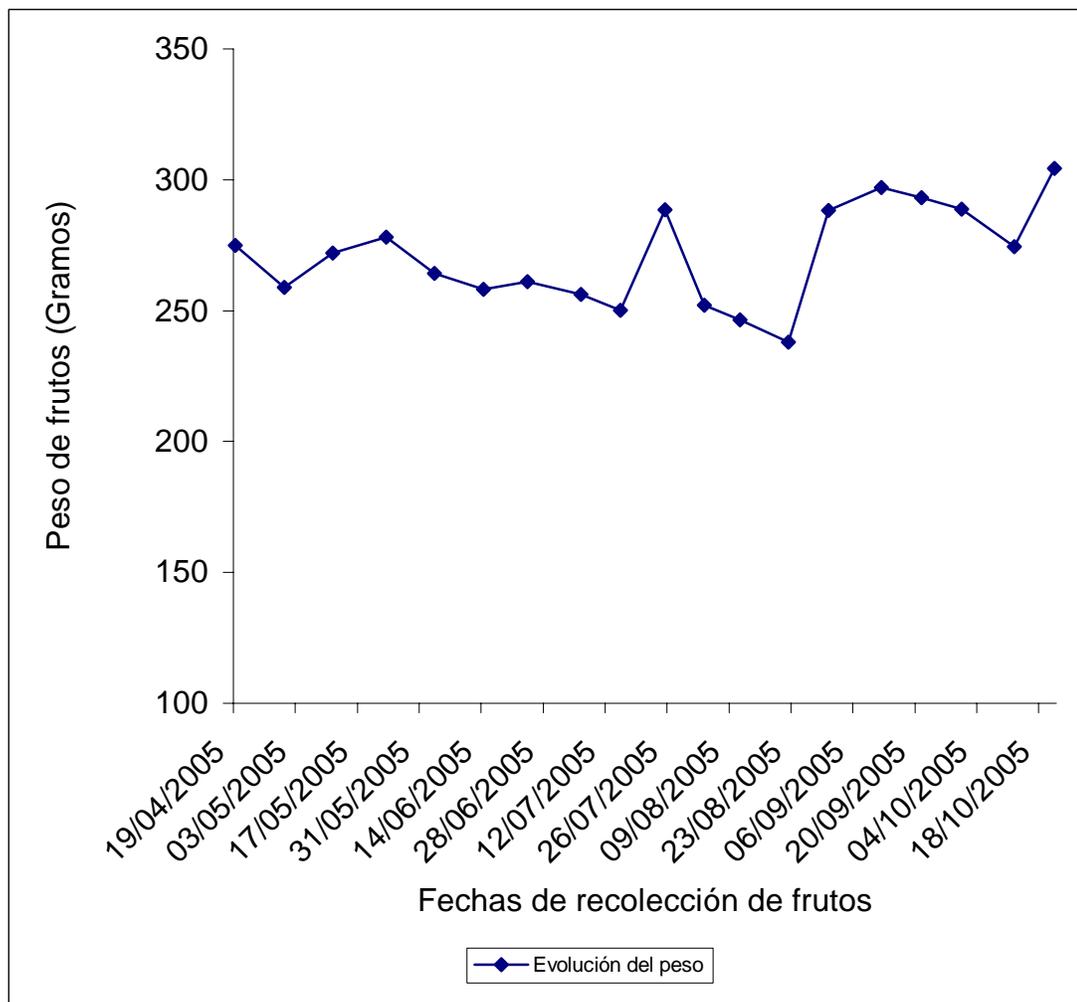


FIGURA 15. Evolución de los pesos en frutos de palta del cultivar Isabel injertado sobre patrón Mexícola.

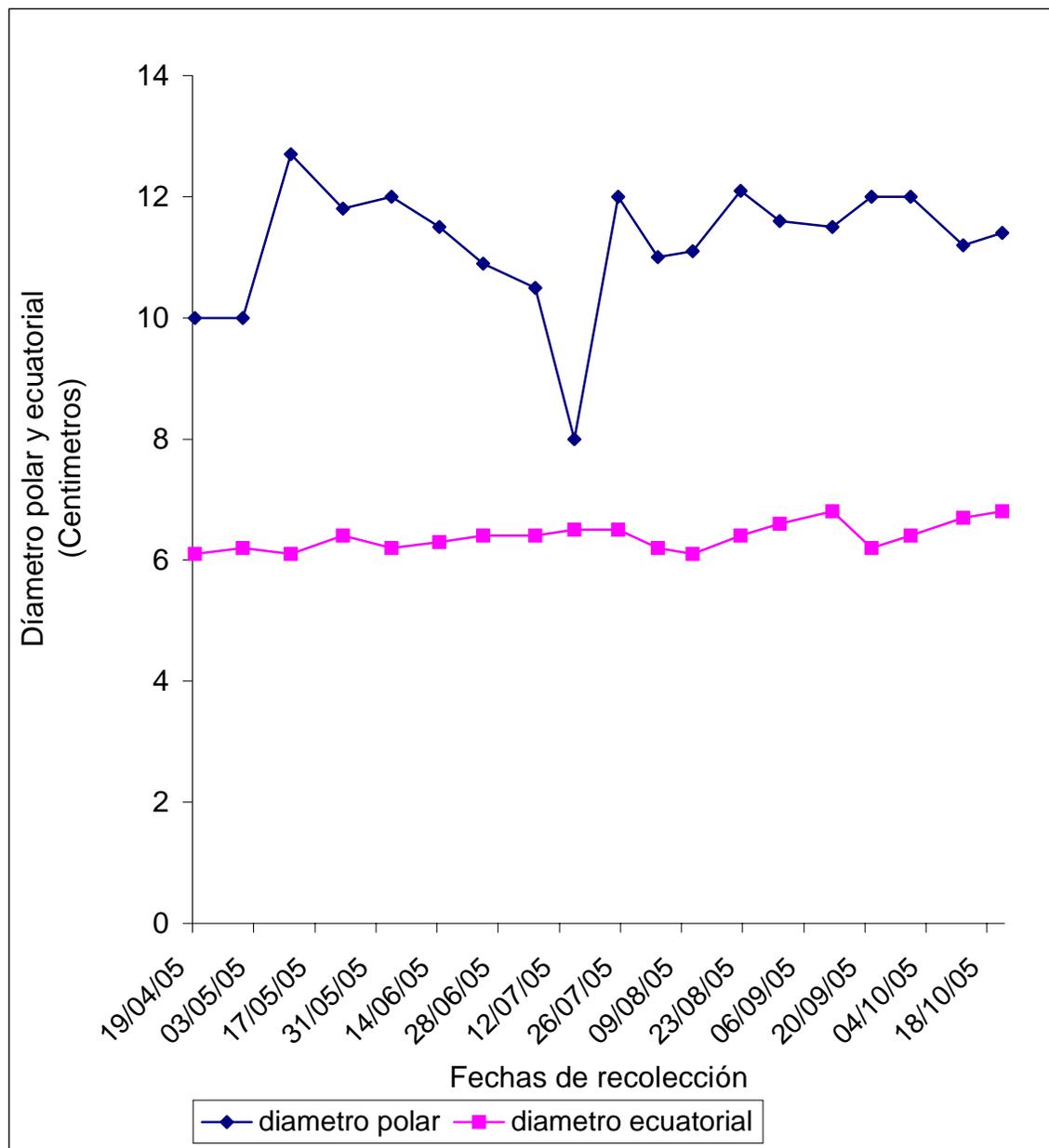


FIGURA 16. Evolución de los diámetros ecuatoriales y polares en frutos de palto de cultivar Isabel injertados sobre patrón Mexícola.

#### 4.5. Análisis sensorial

En este análisis los tratamientos corresponden a las diferentes fechas de recolección de frutos y las repeticiones a los panelistas, ya que estos fueron los mismos en cada tratamiento. En los paneles de evaluación sensorial resumidos en las Figuras 17, 18 y 19 se ratificó lo señalado por (LEE, 1981; VALDEVENITO, 1981; MARTÍNEZ, 1984; ARPAIA, 1990; ESTEBAN, 1993; LATORRE 1994; ASTUDILLO, 1995; SAAVEDRA, 1995; BELMAR, 1996; LOPEZ, 1998; Y GARCIA, 2002), quienes aseguran que la palatabilidad tiene una evolución característica, ya que la calidad de los frutos mejora a medida que éstos se desarrollan, debido a que se incrementan las características de sabor de los mismos.

Al hacer un análisis de las clasificaciones obtenidas por los panelistas se observa en la Figura 19 (categoría 3), que el 93,75% de los panelistas tiene una preferencia por la variable sabor desde el tratamiento 6 en adelante, el cual corresponde al 21 de septiembre, con un nivel de aceite promedio de 12,81% LEE *et al.* (1981) señalan que el sabor del fruto está determinado por el contenido de aceite que presenta.

Para el caso de la variable textura los panelistas mostraron una mayor inclinación por la categoría tres a lo largo de las fechas de muestreo con una aceptación del 87,5% desde el tratamiento 6 en adelante. En cambio, el aroma se puede considerar como una variable que no influyó en la decisión de los panelistas, ya que la mayoría de los panelistas calificaron esta variable dentro de la categoría 2 (indiferente).

Para los tratamientos 1,2,3 y 4 existe un alto porcentaje de panelistas que evaluaron la apariencia interna dentro de las categorías 1 y 2, las cuales van desde muy desagradable a indiferente. En cambio desde el tratamiento 5 en adelante la mayoría de los panelistas (85%) calificaron la muestra dentro de la categoría 3 que va desde agradable a muy agradable.

Para la apariencia externa, del tratamiento 4 en adelante el 81,35% de los evaluadores calificaron las muestras dentro de la categoría 3 (agradable a muy agradable), lo que indica que a lo largo de todas las fechas de recolección la variable siempre fue catalogada entre agradable y muy agradable, en comparación a la apariencia interna, la cual en los primeros tratamientos no tuvo aceptación por parte de los jueces. Por último la variable fibrosidad en los tratamientos 1, 2, 3 y 4 fue catalogada dentro de las categorías 2 y 3 (indiferente a muy agradable) en forma dividida, en cambio del tratamiento 5 en adelante el 100% de los jueces calificaron las muestras dentro de la categoría 3.(agradable a muy agradable)

Para establecer la mejor época de cosecha, se consideró que sobre el 80% de los jueces, para cada variable, hayan catalogado las muestras dentro de la categoría 3 que va desde agradable a muy agradable. Posteriormente al tener la fecha idónea para cada variable, se designó una fecha única.

CUADRO 2. Cuadro resumen de la fecha de cosecha, en la cual cada una de las variables evoluciona correctamente hacia la madurez de consumo, en frutos de palta del cv Isabel injertados sobre patrón Mexícola.

variable	Fecha idónea
Sabor	21-9-05 ( T6)
Textura	21-9-05 (T6)
Aroma	30-9-05 (T7)
Apariencia interna	12-9-05 (T5)
Apariencia externa	31-8-05 (T4)
fibrosidad	12-9-05 (T5)

El tratamiento seleccionado fue el T6, que corresponde al día 21 de septiembre, ya que desde esta fecha en adelante todas las variables tienen un máximo de aceptación entre los jueces, la variable aroma si bien es cierto tiene un máximo de aceptación desde el T7 no influye, ya que se catalogó como una variable que entra en el rango de indiferente.

Por lo tanto, el porcentaje de aceite mínimo con que se debería cosechar el cultivar Isabel corresponde a 12,81% de aceite con una humedad de 75,78% y 24,21% de materia seca

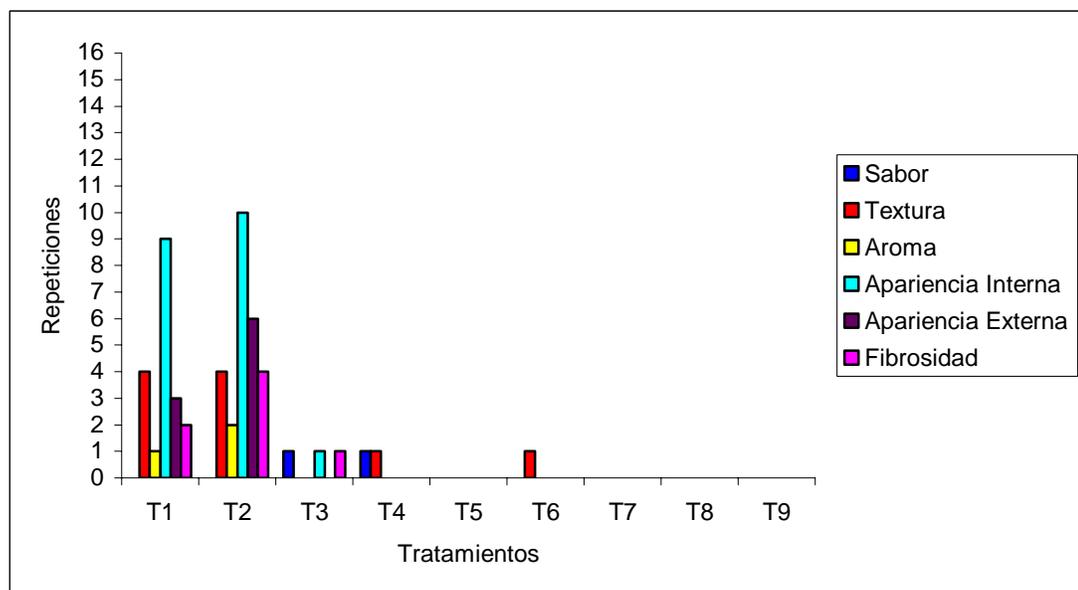


FIGURA 17. Evolución de la categoría 1 (puntaje entre 0 y 3,9) para las variables sabor, textura, aroma, apariencia externa e interna y fibrosidad en frutos de palta del cultivar Isabel injertados sobre patrón Mexícola.

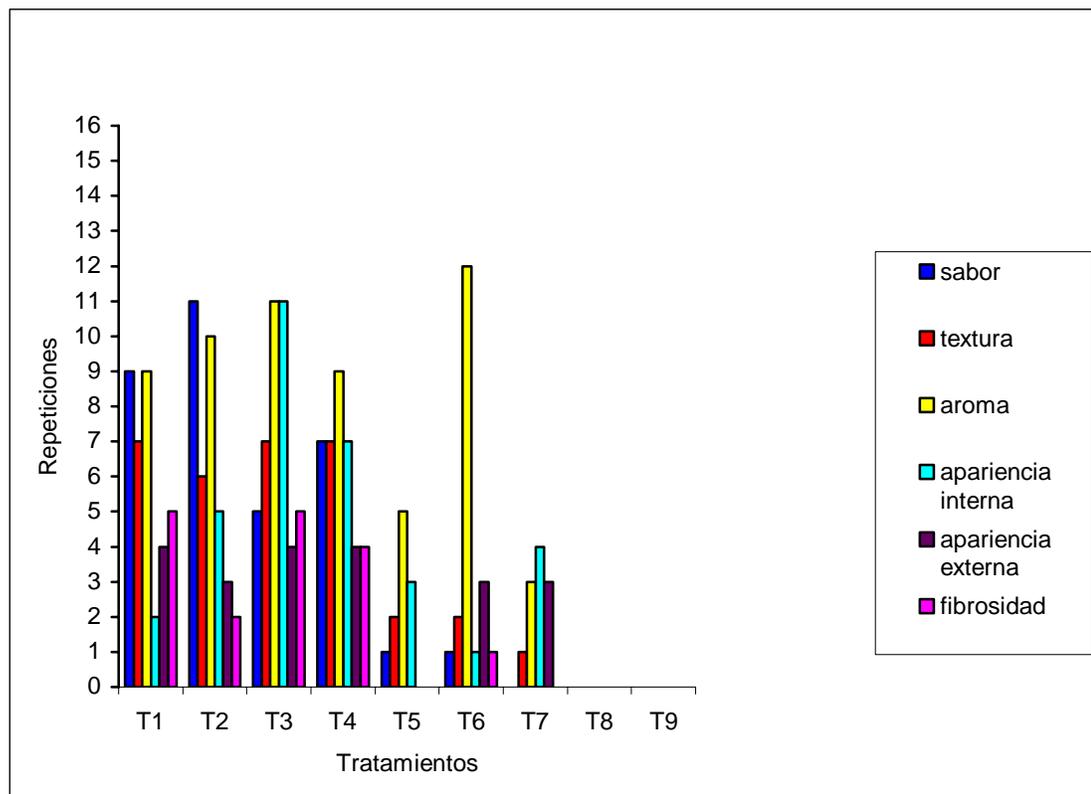


FIGURA 18. Evolución de la categoría 2 (puntaje entre 4 y 5,9) para las variables sabor, textura, aroma, apariencia externa e interna y fibrosidad en frutos de palta del cultivar Isabel injertados sobre patrón Mexícola.

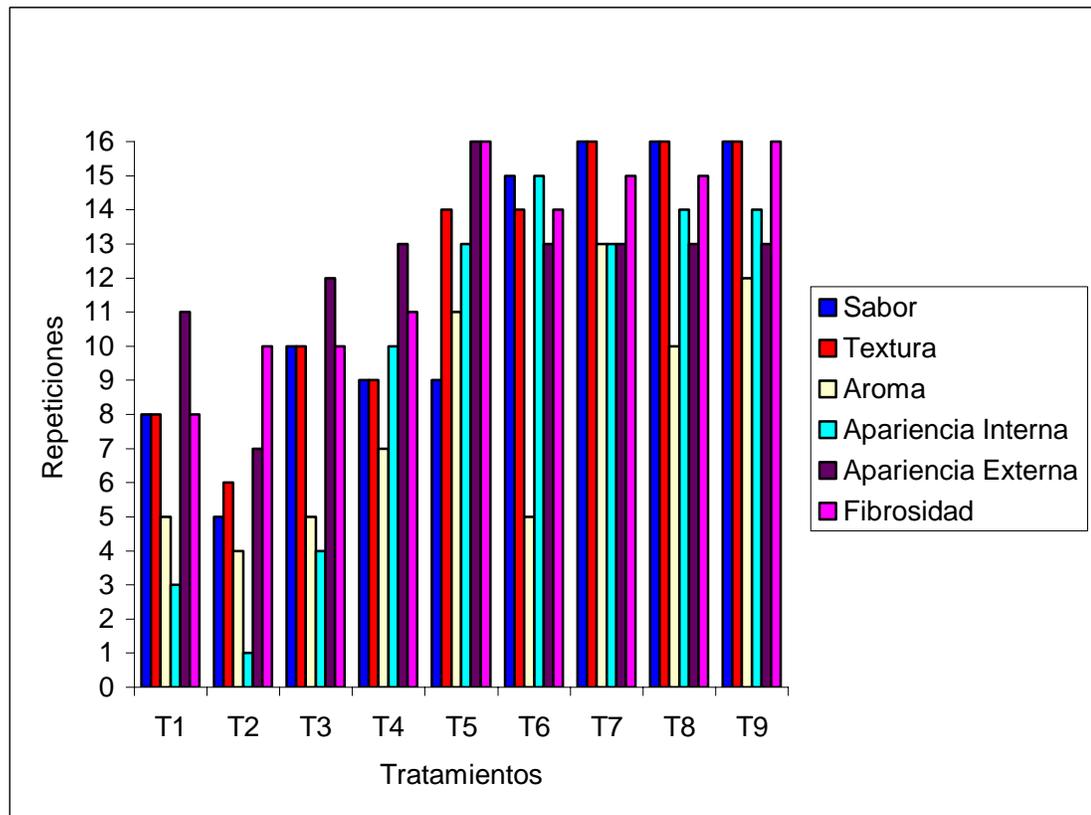


FIGURA 19. Evolución de la categoría 3 (puntaje entre 6 y 8) para las variables sabor, textura, aroma, apariencia externa e interna y fibrosidad en frutos de palta del cultivar Isabel injertados sobre patrón Mexícola.

## 5. CONCLUSIONES

La curva de correlación entre las variables aceite y humedad para el cultivar Isabel injertados sobre Mexícola es  $y = 89,0104 - 1,01018 * x$

El porcentaje mínimo de aceite para asegurar una palatabilidad aceptable en frutos de cultivar Isabel injertados sobre Mexícola es de un 12,8% de aceite, un 24, 2% de materia seca y 75,7% de humedad.

El fruto del cv. Isabel injertado sobre patrón Mexícola tiene el grado (presión) de ablandamiento entre la zona apical y distal homogéneo. Lo cual es un indicio para pensar que la fruta madura en forma homogénea.

Los frutos del cv. Isabel injertados sobre patrón Mexícola poseen una alta relación semilla/pulpa, condición desfavorable para su comercialización, sin embargo, no presentan adhesión de la pulpa a la semilla.

## 6. RESUMEN

En la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, se desarrolló en forma espontánea un nuevo cultivar de palto, llamado Isabel (ZUÑIGA, 1998). Esta variedad se caracteriza por tener un viraje de verde a negro, además en comparación con Hass posee una mayor resistencia al frío y alcanza un porcentaje de aceite adecuado para su exportación en un menor tiempo. Sin embargo, aun no existe una caracterización completa de la evolución de aceite durante el desarrollo del fruto, como tampoco un índice de cosecha.

Esta investigación consistió en determinar el punto de madurez fisiológica en frutos del cv. Isabel injertado sobre patrón Mexícola, lo cual se realizó a través de un seguimiento del contenido de aceite y pruebas de palatabilidad entre abril y octubre. Además se analizó la evolución de diferentes parámetros físicos desde madurez fisiológica hasta madurez de consumo.

Se determinó que durante el desarrollo de los frutos del cv. Isabel se produce un incremento del contenido de aceite y de la palatabilidad, alcanzando niveles de aceite mayores que los registrados en el árbol madre. Se registró una disminución del período de ablandamiento, pérdida de humedad y firmeza de los frutos en la temporada, en cambio el peso, diámetro ecuatorial y polar no tuvieron variaciones. En cuanto al color de la epidermis, pulpa y semilla viraron desde el 21 de septiembre hacia tonalidades más oscuras.

Los frutos de este cultivar son susceptibles a *Fusicoccum sp.* durante la temporada de lluvias, provocando una pudrición blanda en la poscosecha, además poseen una relación semilla/pulpa alta, condición desfavorable para su comercialización. Por último se determinó que el porcentaje mínimo de aceite para asegurar una palatabilidad aceptable en frutos de cultivar Isabel injertados sobre mexícola es 12,81% de aceite, siendo este de un 24, 21% de materia seca y 75,7% de humedad.

## 7. ABSTRACT

At the Universidad Católica de Valparaíso Agronomy Faculty, a new breeding of avocado was spontaneously developed, it is called Isabel (ZUÑIGA, 1998). This variety is characterized for having a green color with a strong tendency to a more dark, black, tonality pigmentation, also, in comparison with Hass, it has a stronger resistance against cold temperatures and reaches an adequate oil concentration level for exportation, in a shorter period of time. However, there is still no full characterization of how the oil evolves during the fruit's development, neither a harvest index.

This research consists on determining the fruit's point of physiological maturity, using cultivated Isabel avocados with grafted over a mexicola pattern, which was realized by a following of the oil content and tasting trials between April and October. Also an analysis of the evolution of different physical parameters, from physiological maturity to consumption maturity, were realized.

It was determined, that during the development of the cv Isabel avocados, an increase in the oil levels and the tasting, is produced, reaching higher oil levels than the ones registered in the mother tree. A decrease in the softening period, humidity lost, and firmness of the fruits during the season, was registered, on the other hand, weight, equatorial and polar diameter, had no variations. Concerning the pigmentation of the fruits epidermis, pulp and seeds, variations were registered since September 21 changing to darker tonalities.

The fruits of this cultivation are susceptible to Fusicoccum sp. During the rainy season, provoking a soft decay in the post harvest, they also possess a high seed/pulp relation, unfavorable condition for commercialization. Finally, the minimal oil percentage to ensure an acceptable tasting in cultivated Isabel avocados with grafted over a mexicola pattern was determined, the levels are a 12,81% of oil, from which a 24,21% is dry matter and 75,78% of humidity.

## 8. LITERATURA CITADA

- ARPAIA, M. 1990. Fisiología de postcosecha del fruto de palto. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Curso Internacional producción, Potcosecha y Comercialización de Paltas. Viña del Mar, 2 al 5 de octubre de 1990. pp.01-08.
- ASTUDILLO, J. 1995. Variación estacional en el porcentaje de aceite, humedad, aceptabilidad y calidad en frutos de (*Persea americana* Mill) cvs. Fuerte y zutano. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile. Facultad de Agronomía. 68p.
- BELMAR, R. 1996. Variación estacional, concentración de aceite y humedad de la pulpa y calidad en frutos de palto Bacon y Edranol. Tesis Ing. Arg. Santiago, Universidad de Chile. Facultad de agronomía. 59p.
- BESOAIN, X. 2001. Determinación de *Cytospora* sp. Ehrenb. EX FR. Ocasionando cancrisis en ciruelo japonés (*Prunus salicina* L.) en Santa Cruz, V región de Chile. XI Congreso Nacional de Fitopatología. 4 - 6 de diciembre de 2001.
- BLUMENFELD, A.; DEGANI.; CHEMDA.; BAZRI, R.; ELIMELECH, M.; OFFER, R.; 1992. Avocado fruit maturation and criteria for harvest. Agricultural research organization. Proc. of second world avocado congress. Israel. 489p.
- CAJUSTE, B y LOPEZ, L. 1995. Avances en la determinación de daños por frío en frutos de aguacate. Revista Fitociencia Mexicana. 41p.
- CAJUSTE, B. 2001. Efecto del estado de madurez a la cosecha y ubicación de huertos en la calidad de consumo de frutos de aguacate cv Hass. Revista Fitociencia Mexicana. Vol 17: 44-102p.
- CAMPBELL, C and MALO, S. 1978. Review of methods for measuring avocado maturity in Florida". Proc. Amer. Soc. Hort.Sci., Trop. Reg., Vol. 22: 58 – 64p.
- CHANDLER, W. 1962. Frutales de hoja perenne. México D.F. UTHEA., 666p.
- CASTRO, M.; FASSIO C.; DARRAY N. y BEN-YA´ACOV A., 2003. Determinación de rangos de variabilidad en los niveles de producción de palto cv Hass sobre portainjertos de semilla de la raza mexicana en Chile Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate) 2003. pp. 155-160.
- COGGIMS, C.W. Jr. 1984. Feasibility of using fruit size and percentage dry weight to predict maturity. California avocado soc. Yearbook 68: 67 - 71

- COX, A. 2004. Skin colour and pigment changes during ripening of 'Hass' avocado fruit . The horticulture and food research. Postharvest biology and technology 31: 287 – 294.
- ESTEBAN, P. 1994. Estimación del contenido de aceite, a través de la humedad y su relación con la palatabilidad en frutos de paltos de las variedades: Negra de la Cruz, Bacon, Edranol y Hass desde la última etapa de desarrollo hasta madurez fisiológica. Taller Ing. Agr. Universidad Católica de Valparaíso Facultad. Agr. 54p.
- GAMEZ, M. 2004. Mercado de las paltas, (on line). [www.Odepa.gob.cl](http://www.Odepa.gob.cl)
- GARCIA, C. 2002. Variación estacional en el contenido de aceite, humedad y palatabilidad en frutos de paltos cv. Isabel injertado sobre Mexicola. Tesis Ing. Agr. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso Facultad de Agronomía 55p.
- GARDIAZABAL, F. y ROSENBERG, G. 1991. El cultivo del palto. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota. 201p.
- HOFMAN, P FUCHS, Y and MILNE, D. 2002. Harvesting, Packing, postharvest, technology, transport and processing. In: WHILEY, A. ; SHAFEER, B and WELSTENHOLME. T avocado: Botany, Produccion and uses. Nalleingford, cab publishing. Pp: 363-401
- KADMAN, A. and BEN-YA'ACOV, A. 1976. Selection of avocado rootstocks for Saline conditions. Acta Hort. 57: 189-197.
- KAGAN-ZUR, 1995. Direct sunlight Influences postharvest temperature responses and ripening of five avocado cultivars. Journal of the American Society For Horticultural service. 125 (3): 370 – 376.
- KAISER, C. SMITH, M. and WOLSTENHOLME, B. 1992. Overview of lipids in the avocado fruit, with particular reference to the Natal Midlands. South African Avocado Growers' Association Yearbook. 15: 78-82.
- LATORRE, F. 1994. Estimación del porcentaje de aceite mediante la determinación del porcentaje de humedad en frutos de palto (Persea americana Mill) cvs. Zutano, Fuerte, Gwen y Whitsell, Tesis Ing. Agrónomo. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Fac. de Agronomía. 69p.
- LEE, S. 1981. A review and background of the avocado maturity standard. California Avocado Society Year Book. 65: 101-109.
- LIU, X. 1999. Hass' Avocado Carbohydrate Fluctuations. II. Fruit Growth and Ripening. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124 (6): 676 – 681.

- LOPEZ, J. 1998. Aceptabilidad y calidad de frutos de palto Hass respecto de su concentración de aceite y contenido de humedad en distintas localidades. Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile. Facultad de Agronomía. 48p.
- LUZA, J. 1992. Ultrastructure and Cytology of the Postharvest Avocado (*Persea Mill*) Fruit. Proc. of second world avocado congress 1992. pp. 443-448.
- MARTINEZ DE URQUIDI, O. 1984. Variación estacional en el contenido de aceite, humedad, tamaño y palatabilidad en frutos de palto (*Persea americana Mill*) cvs. Negra de la Cruz, Bacon, Zutano, Fuerte, Edranol y Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota Universidad Católica de Valparaíso. Fac. de Agronomía. 83p.
- OLAETA, J; GARDIAZABAL, F.; MARTINEZ, O. 1986. Variación estacional en el contenido de aceite y su relación con la palatabilidad, en frutos de paltos. Agricultura Técnica. 46: 365-367.
- REQUEJO, L., WOOLF, A.; ROUGHAN, G.; SCHROEDER, C.; YOUNG, HERBERT S.; WHITE, A. 1999. Avocado postharvest research: 1998/99: seasonal changes in lipid content and fatty acid composition of 'Hass' avocados. The horticulture and food research institute of new Zealand Ltd. 25p.
- SAAVEDRA, S. 1995. Evolución de parámetros físico-químicos y sensoriales en paltas cultivares Hass, Gwen y Whitsell. Taller Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 59p.
- VALDEVENITO, J. 1981. Variación estacional del contenido de aceite, humedad y principales ácidos grasos en paltas (*Persea americana Mill*). cv. Hass. Taller Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 48p.
- WHITE, A and WOOLF, A. 1999. Impact sun exposure on harvest quality of Hass avocado fruit. Revista Chapingo Serie Horticultura 5: 353-358.
- ZUÑIGA, J. 1998. Caracterización morfológica y organoléptica de un nuevo clon de palto. (*Persea americana Mill*). Taller licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 80p.

# ANEXOS

ANEXO 1. Tabla izquierda temperaturas máximas registradas en la estación experimental La Palma Quillota durante el mes de julio. Tabla derecha temperaturas máximas registradas en el mes de agosto.

Día	temperatura	Día	temperatura
1	17.2	16	14.6
2	15.6	17	18.2
3	17	18	18.2
4	19.2	19	10.4
5	17.8	20	12
6	16.8	21	17.2
7	15.6	22	16.8
8	21	23	16
9	20.6	24	17.6
10	24.8	25	17.8
11	17.8	26	18
12	18.2	27	16.8
13	16.4	28	14.2
14	10.6	29	15.6
15	15.6	30	17.4
		31	18.4

Día	temperatura	Día	temperatura
1		16	15.2
2		17	21.2
3		18	19.4
4		19	13.6
5	18	20	16.6
6	19.8	21	17.8
7	18.4	22	15
8	19.2	23	18.6
9	19.4	24	21.2
10	22.2	25	15
11	25.8	26	17.4
12	25.8	27	14.8
13	17.4	28	14.2
14	21.2	29	0
15	21	30	12.6
		31	16.8

ANEXO 2. Promedios de pérdida de peso, presión y relación semilla pulpa en las diferentes fechas de recolección de frutos del cv Isabel injertado sobre patrón mexicana.

fechas de recolección	% pérdida peso	presión en libras zona proximal y distal	% relación semilla/ pulpa
03-Ago	7,65	6,9/7,06	17,48
11-Ago	8,26	4,36/4,2	19,62
22-Ago	9,58	5,26/4,46	16,53
31-Ago	10,34	3,83/3,76	18,47
12-Sep	8,44	3,96/4,63	19,39
21-Sep	5,57	3,96/4,13	17,44
30-Sep	7,21	3,3/3,3	15,37
12-Oct	5,53	4/3,8	17,1
21-Oct	5,23	3,9/4,56	19,06

ANEXO 3. Tabla de precipitación diaria en el mes de agosto, registrada en la estación experimental La Palma

Día	Precipitación diaria (mm)	Día	Precipitación diaria (mm)
1		16	24.5
2		17	12.5
3		18	
4		19	
5		20	
6		21	
7		22	
8		23	
9		24	
10		25	
11		26	
12		27	14
13		28	30
14		29	11.5
15		30	
		31	