

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE  
HUAMANGA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO EN EL  
COMPORTAMIENTO DE LA MADUREZ POSCOSECHA DE  
LA PALTA cv HASS (*Persea americana*)**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA AGRÓNOMA**

**PRESENTADO POR:  
LEIDY MAYRA HUAMANI RIVERA**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2017**

## DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado el don de la vida y por guiar cada uno de mis pasos.

A las personas que han dado razón a mi vida y todo lo que hoy soy se lo debo a ellos, mis padres Máximo y Beatriz por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia.

A mis hermanos Eliana; por sus consejos, Yulisa; por su motivación y al hilarante Ángel que alegra mis días.

A mi abuelo Cupertino Huamaní Avalos, por haberme enseñado el amor al campo.

A Nelson V. R. por su compañía y constante apoyo en la realización de cada meta.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, alma mater de mi formación profesional.

A la Facultad de Ciencias Agrarias y con especial gratitud a todos los docentes que integran la gloriosa Escuela de Formación Profesional de Agronomía, por el aporte fundamental en la formación de mis conocimientos.

Al Ing. M.Sc. Francisco Condeña Almora, profesor principal de la facultad de Ciencias Agrarias, gestor y asesor del presente trabajo de investigación, que con sus ideas ha contribuido con el éxito del trabajo.

Al Ing. Fernando Barrantes del Águila por sus sugerencias, enseñanzas y su gran paciencia; expreso mi gratitud a los miembros del jurado del presente trabajo de investigación, por sus consejos y colaboración brindada.

Al Ing. Donato Conde, auxiliar de la Facultad de Industrias Alimentarias, por haberme brindado su apoyo desinteresado y oportuno.

A Nelson Vilcatoma Rivera, por su colaboración para plasmar el presente trabajo.

A mis compañeras, Yesenia Canchari Huaytalla, Susan Centeno Casaverde por toda su colaboración en el presente ensayo.

De igual manera, expreso mi gratitud a todas aquellas personas que me brindaron su apoyo y colaboración en las diferentes etapas de desarrollo del trabajo de investigación.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	7
INTRODUCCIÓN .....	9
Objetivo general.....	10
Objetivo específicos .....	10
CAPÍTULO I: REVISIÓN DE LITERATURA .....	11
1.1. Información general del palto.....	11
1.1.1. Clasificación taxonómica .....	11
1.2. Cultivar Hass .....	12
1.2.1. Morfología del fruto .....	12
1.2.2. Anatomía del fruto.....	13
1.3. Madurez del fruto .....	15
1.3.1. Tipos de madurez.....	16
1.3.2. Índices de madurez .....	18
1.4. Manejo de cosecha .....	23
1.5. Manejo poscosecha .....	26
1.6. Fisiología de la palta .....	30
1.6.1. Respiración.....	30
1.6.2. Transpiración.....	31
1.6.3. Etileno .....	32
1.6.4. Maduración .....	32
1.6.5. Comportamiento climatérico del fruto.....	33
1.6.6. Cambios Composicionales .....	35
1.7. Factores de deterioro poscosecha.....	36
1.7.1. Factores ambientales .....	36
1.7.2. Daños patológicos .....	38

1.7.3. Factores fisiológicos.....	38
1.8. Almacenamiento refrigerado.....	40
1.8.1. Enfriamiento de productos frescos.....	42
1.9. Temperatura de almacenamiento de la palta.....	44
<b>CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>47</b>
2.1. Ubicación del ensayo.....	47
2.1.1. Lugar de cosecha.....	47
2.1.2. Características de la zona.....	47
2.1.3. Características de la plantación de palto Hass.....	48
2.1.4. Lugar de desarrollo del ensayo.....	48
2.2. Materiales y equipos.....	49
2.2.1. Materiales.....	49
2.2.2. Insumos y reactivos.....	50
2.2.3. Equipos.....	50
2.3. Planeamiento del ensayo.....	50
2.3.1. Factores en estudio.....	50
2.3.2. Tratamientos en estudio.....	51
2.3.3. Diseño experimental.....	51
2.4. Parámetros de evaluación.....	53
2.4.1. Tiempo de conservación (días).....	53
2.4.2. Pérdida de peso (gramos).....	53
2.4.3. Contenido de grasa (%).....	53
2.4.4. Cambio de color externo de la cáscara (escala).....	54
2.4.5. Cambio de color interno (pulpa).....	54
2.4.6. Cambio de textura (escala).....	55
2.4.7. Daños en el almacenamiento.....	55

2.5. Conducción del ensayo .....	56
2.5.1. Cosecha de frutos.....	56
2.5.2. Transporte de frutos .....	57
2.5.3. Selección y clasificación .....	57
2.5.4. Lavado, enfriado .....	58
2.5.5. Secado y etiquetado .....	59
2.5.6. Pesaje .....	60
2.5.7. Almacenamiento .....	60
2.5.8. Análisis de grasa .....	61
2.6. Procesamiento de datos .....	61
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	63
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	104
4.1. Conclusiones .....	104
4.2. Recomendaciones.....	106
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA .....	107
ANEXOS .....	112

## RESUMEN

La maduración y conservación poscosecha de palta Hass (*Persea americana* Mill) se prolonga por mayor tiempo cuando baja la actividad respiratoria y reduce la tasa de transpiración, al almacenar a temperaturas bajas de conservación.

El trabajo se realizó con frutos de la variedad Hass que fueron cosechados en Waranqayoc (Huancapi), habiéndose fijado los siguientes objetivos: valorar la influencia del tiempo de maduración y conservación de palta Hass a temperatura ambiente y de refrigeración, demostrar la influencia de pérdidas de peso de frutos de palta Hass durante el tiempo de almacenamiento a temperatura ambiente y de refrigeración, y verificar la variación del contenido de grasa después del almacenamiento a temperatura ambiental y de refrigeración. Los frutos fueron cosechados en estados de madurez (inicial, intermedia y avanzada), seleccionadas, pesadas y preenfriadas a 5°C, luego almacenadas a temperaturas de 18±2°C, 8°C y 5°C.

El ensayo estuvo constituido por 9 tratamientos, con 3 repeticiones y 27 unidades experimentales, cada unidad experimental formada por muestras de 6 frutos, 18 frutos por tratamiento y un total de 162 frutos, evaluadas cada tres días con el Diseño Completo Randomizado.

Las paltas almacenadas a 18±2°C alcanzaron la maduración y conservación óptima de consumo a los 15 días con 12.14% de pérdida de peso en la madurez avanzada, la madurez intermedia en 18 días con 11.62% de pérdida de peso y la madurez inicial en 24 días con 16.28% de pérdida de peso. Las paltas almacenadas a 8°C alcanzaron la conservación óptima de consumo según los

estados de madurez; la avanzada en 36 días con 6.43% de pérdida de peso, la madurez intermedia en 39 días con 5.48% de pérdida y la madurez inicial en 48 días, presentando una coloración atípica con 5.36% de pérdida de peso. Las paltas a la madurez inicial almacenadas a 5°C se mantuvieron en refrigeración hasta los 42 días con daño severo por frío y con 14.24% de pérdida, la madurez intermedia presentó ligero daño con 10.04% de pérdida y la madurez avanzada presentó ligeros daños con 9.69% de pérdidas de peso.

## INTRODUCCIÓN

El palto (*Persea americana* Mill) es un cultivo que se ha hecho parte de la vida de la humanidad durante varios milenios. Sin embargo, sólo durante el último siglo ha tomado importancia desde el punto de vista cultural y alimenticio, debido a los avances médicos y químicos que han permitido determinar sus propiedades nutricionales y potencialidades farmacológicas, cosméticas y gastronómicas. Así mismo, se han realizado avances agronómicos que han posibilitado la mejora constante del cultivo y la obtención de nuevas variedades; por tal motivo este cultivo es uno de los más importantes a nivel mundial (Zapata et al., 2010).

En la actualidad se produce palta en las regiones tropicales y subtropicales, con una producción que supera los 3 millones de toneladas al año, sobre una superficie mayor a las 400,000 hectáreas de cultivo, según las estadísticas de la FAO.

Por tal motivo en nuestro país la palta es una fruta que se encuentra con una tendencia creciente en su producción debido al incremento de la demanda en el mercado mundial; el mercado prefiere palta variedad Hass, de cáscara gruesa, que permite soportar traslado y almacenamiento.

En nuestra región el palto tiene mucha importancia socioeconómica en el valle de Huanta y San Miguel, por la generación de empleo e ingresos económicos durante el proceso productivo, al demandar mano de obra.

Pero se estima que hay pérdidas después de la cosecha, entre 25% y 50% en nuestro país; la palta es un fruto climatérico con características fisiológicas perecibles con alta tasa de respiración y transpiración y una vida útil relativamente corto en el tiempo cuando se almacena a condiciones ambientales; en este sentido

es necesario realizar un buen manejo poscosecha para así prolongar por mayor tiempo la vida útil del fruto.

En consideración a los antecedentes de producción y manejo poscosecha la investigación se desarrolló para lograr los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Obtener evidencias del efecto de la temperatura de almacenamiento en el comportamiento poscosecha de tres estados de madurez fisiológica de frutos de la palta Hass.

### **Objetivo específicos**

- 1. Valorar** la influencia del tiempo de conservación de frutos de palta Hass a temperatura de ambiente y de refrigeración durante la maduración.
- 2. Demostrar** la influencia de pérdidas de peso de frutos de palta Hass durante el tiempo de almacenamiento a temperatura de ambiente y de refrigeración.
- 3. Verificar** la variación del contenido de grasa después del almacenamiento a temperatura ambiental y de refrigeración.
- 4. Evidenciar** cualitativamente los cambios de color de la cáscara y pulpa, en la textura de la pulpa por efecto del tiempo de almacenamiento a temperatura de ambiente y de refrigeración.

# CAPÍTULO I

## REVISIÓN DE LITERATURA

### 1.1.INFORMACIÓN GENERAL DEL PALTO

#### 1.1.1. Clasificación taxonómica

Bernal y Díaz (2008) mencionan que el palto presenta la siguiente clasificación:

División	: Spermatophyta
Subdivisión	: Angiospermae
Clase	: Dicotyledóneae
Subclase	: Dipétala
Orden	: Ranales
Suborden	: Magnolíneas
Familia	: Lauráceae
Género	: Persea
Especie	: <i>Persea Americana Mill</i>

## **1.2.CULTIVAR HASS**

Téliz (2000) menciona que es la variedad más consumida a nivel mundial. Es originaria de Habra, Heights, California gracias a Rudolph G. Hass, de una semilla establecida al principio de 1920. Patentada en 1935, se piensa que proviene del antiguo cultivar Lyon; asimismo, informa que la Hass es considerado como un cultivar moderno que proviene de la combinación de dos progenitores, con 10 – 15% de genes de raza Mexicana y el resto de la raza Guatemalteca.

Maldonado (2006) informa que es una variedad obtenida a través de una rigurosa selección de la raza Guatemalteca.

Yabar (2015) menciona que a partir de su patentado en 1935, año tras año se fue diseminando e instalando en las zonas aptas para su cultivo alrededor del mundo. La demanda de esta variedad en particular fue creciendo y se ganó rápidamente espacio en los mercados internacionales, desplazando a los cultivares que hasta esos momentos la precedieron, gracias a los atributos encontrados y revelados por su descubridor y otros.

Condeña y Palomino (2007) mencionan que esta variedad es sensible al frío en especial en el momento de la floración, además es muy sensible a la humedad ambiental, debiéndose evitar su cultivo en regiones con fuertes vientos, pues se deshidratan tanto las flores como los brotes jóvenes, perdiendo el área foliar necesario para la alimentación fotosintética del fruto.

### **1.2.1. Morfología del fruto**

Yupanqui (2009) menciona que el fruto es periforme a ovoide, algo más pequeño que la Fuerte cuyo peso varía entre 180 a 360 gramos. La pulpa es de excelente

calidad, semilla pequeña y adherida al mesocarpio. La cáscara gruesa, rugosa, color verde, ligeramente negruzca cuando está en el árbol, y cosechado cambia de morada a negra a medida que la fruta se ablanda al madurar. El contenido de aceite es de 15 a 20%.

Téliz (2000) menciona que el fruto tiene un peso que varía de 170 a 350 gramos, aunque en varios países tiende a ser de menor peso; pulpa cremosa de sabor excelente, sin fibra, contenido de aceite de 23.7 %; cáscara algo coriácea, rugosa, color púrpura oscuro al madurar; semilla pequeña y adherida a la cavidad; excelente productor y la fruta puede mantenerse en el árbol por algunos meses después de la madurez fisiológica.

Zapata *et al.* (2010) menciona que históricamente se ha considerado la fruta del palto como una drupa, aunque en realidad no se sabe con certeza. Lo que sí se sabe es que la morfología del pericarpio está compuesta por epicarpio, mesocarpio y endocarpio, cada uno con características específicas.

Rodríguez (1982) menciona que el fruto es una baya que posee un pericarpio grueso, un mesocarpio carnoso (con un porcentaje de grasa que varía de 5 a 30%) y el hueso (protección seminal). Su forma es piriforme. El color es: verde, violáceo y negruzco.

### **1.2.2. Anatomía del fruto**

#### **Exocarpio**

Barrientos, García y Avitia (1996) informan que el exocarpio coloquialmente es conocida como cáscara. Es irregular y rugoso en la variedad Hass. Bajo condiciones de clima fresco se pierde el nivel de rugosidad y en climas cálidos es

más rugoso. La parte más externa del exocarpio se ve cubierta por una capa homogénea de cera, que la gente denomina cutícula, la cual es removible por frotación. Bajo esta capa de cera se extiende una capa epidérmica sobre toda la superficie del fruto, interrumpida únicamente por las lenticelas. Dichas capas son ricas en cloroplastos lo que le da un color verde a la cáscara.

Cummings y Schroeder (1942) citado por Zapata *et al.* (2010) mencionan que el exocarpio está formado de tejidos epidérmicos, parenquimatosos y esclerenquimatosos y es la capa que es removida cuando el fruto se pela. Los estomas están presente sólo en la epidermis externa de los frutos jóvenes, debido a que son luego reemplazados por las lenticelas. Estas últimas aparecen en la superficie de la fruta como parches ligeramente salientes de color blanco o grises. Algunas presentan una formación de corcho, lo que genera una especie de relieve; también presentan un cambio de color, adquiriendo tonalidades más oscuras cuando el fruto está cerca o en su madurez fisiológica; estos indicadores son utilizados por productores para determinar la cosecha de la fruta, práctica que se realiza cuando haya alcanzado la madurez fisiológica.

### **Mesocarpio (pulpa)**

Barrientos, García y Avitia (1996) afirman que la pulpa de la palta está constituida por células isodiamétricas, lo que le brinda una estructura uniforme. El mesocarpio es originado por división celular, la cual continúa aún en frutas completamente maduras.

Blumenfeld y Gazit (1974) citado por Zapata *et al.* (2010) mencionan que la célula típica del parénquima presenta una delgada pared de celulosa y contiene

pequeñas gotas de aceite. El mayor porcentaje de aceite de la palta se encuentra en el mesocarpio, específicamente en forma de una gran gota contenida por las vacuolas, las cuales están rodeadas por células del parénquima.

### **Endocarpio**

Cummings y Schroeder (1942) citado por Zapata et al. (2010) mencionan que el endocarpio de la palta se define como una capa frágil difícil de identificar en el fruto maduro, fuertemente asociado con la envoltura de la semilla. Estas células contienen menos cloroplastos, granos de almidón, menos gotas de aceite y cristales que las células del mesocarpio.

### **1.3.MADUREZ DEL FRUTO**

Zapata et al. (2010) reporta que en frutos de palta Hass existen dos estados de madurez: son ellos la madurez fisiológica y la madurez organoleptica. La calidad de la fruta comienza en la cosecha, con la madurez fisiológica. Es conocido que la madurez afecta tanto la calidad de almacenamiento como la comestible. Asimismo, señala que un fruto de palta fisiológicamente maduro es aquel que ha alcanzado un estado particular de desarrollo en el cual si es cosechado, madurará a una condición comestible con un sabor aceptable y una textura identificable. Contrariamente una fruta inmadura fisiológicamente es la que no ha alcanzado ese estado particular de desarrollo y, aunque se ablandara, no tendrá la calidad comestible aceptable. Un fruto inmaduro almacenado en condiciones en las que maduraría normalmente, generalmente se encoje, se torna gomoso y se decolora.

### **1.3.1. Tipos de madurez**

La FAO informa que la elección del momento óptimo de madurez para la cosecha de frutas y hortalizas es una consideración importante de precosecha que tendrá gran influencia en la vida útil de poscosecha del producto y en su comercialización. Es importante en esta etapa distinguir claramente entre la madurez fisiológica y la madurez comercial:

#### **Madurez fisiológica**

Zapata et al. (2010) menciona que cuando el color verde brillante de la palta Hass se va perdiendo paulatinamente y el fruto comienza a verse más opaco; paralelamente los estomas comienzan a convertirse en grandes poros denominados lenticelas. La aparición notoria de lenticelas y la pérdida del brillo indican que el fruto ha alcanzado la madurez fisiológica.

Chavez (2002) afirma que una fruta se encuentra fisiologicamente madura cuando ha logrado un estado de desarrollo en el cual esta puede continuar madurando normalmente aun después de cosechada. Es la característica de frutos climatéricos como la palta.

Londoño (2008) menciona que la madurez fisiológica hace referencia a la etapa de desarrollo de la fruta en la cual ha producido su máximo crecimiento. La mayoría de los frutos pueden permanecer en el árbol durante varios días, semanas e incluso meses después de la madurez fisiológica, sin que produzca su abscisión y posterior caída de la fruta.

Ron, Barry, Doug y Daryl (1999) señalan que se refiere a aquel estadio de un fruto en el que ha alcanzado el máximo grado de desarrollo y en el que el órgano o el

organismo ha madurado lo suficiente como para poder completar el próximo estadio. La madurez fisiológica de las frutas exigen que permanezcan unidas a la planta de que proceden, mientras que la maduración organoléptica y la senescencia pueden tener lugar poscosecha.

Arias y Toledo (2007) informan que una fruta se encuentra fisiológicamente madura cuando ha logrado un estado de desarrollo en el cual ésta puede continuar madurando normalmente para consumo aún después de cosechada. Esto es característica de las frutas climatéricas como la palta.

### **Madurez organoléptica**

Rodríguez (1982) afirma que la madurez organoléptica es la madurez de consumo, es el momento aconsejado para su comercialización y consumo. También menciona que esta madurez no se realiza totalmente en la planta, sino que se concluye después que el fruto ha sido separado del árbol y después de haber alcanzado una madurez interna o fisiológica adecuada (cantidad de aceite, proteínas, hidratos de carbono, etc)

Protade (1993) señala que el proceso de madurez no empieza hasta después de la recolección, las frutas al ser recolectadas pueden permanecer varias semanas en el árbol. Durante este periodo si bien no maduran, continúan su desarrollo aumentando de tamaño y modificando su composición interna.

Ron, Barry, Doug y Daryl (1999) mencionan que es aquel proceso por el que una fruta alcanza su calidad comestible óptima. Antes de alcanzar la madurez organoléptica, se dice que la fruta está verde, cuando ha sobrepasado ese estadio se dice que está pasada.

Londoño (2008) señala que la madurez comercial o de consumo, se relaciona directamente con las exigencias de un mercado específico y con las características organolépticas típicas de cada producto.

Arias y Toledo (2007) informan que es el estado de desarrollo en que la fruta reúne las características deseables para su consumo (color, sabor, aroma, textura, composición interna).

La FAO informa que la madurez comercial es simplemente las condiciones de un órgano de la planta requerido por un mercado. Comúnmente guarda escasa relación con la madurez fisiológica y puede ocurrir en cualquier fase del desarrollo o envejecimiento.

### **1.3.2. Índices de madurez**

Téliz (2000) reporta que para proceder a la cosecha de frutos de palto para su comercialización es necesario determinar el punto de la maduración comercial, que es el momento aconsejable para su comercialización y consumo. La cosecha o recolección se puede determinar correctamente mediante la aplicación de diferentes índices, estos pueden ser de dos tipos: índices subjetivos e índices objetivos. Los índices subjetivos, vienen a ser el tamaño y forma de frutos, color interno del mesocarpio, desarrollo de zona de abscisión, días transcurridos de la floración a cosecha, entre otros. Los índices objetivos, vienen a ser la firmeza del mesocarpio, contenido de aceite, respiración o producción de CO<sub>2</sub>, entre otros.

Cerdas, Montero y Somarribas (2013) mencionan que en general se pueden utilizar varios criterios como el índice de madurez adecuado de cosecha como: tamaño y forma de los frutos, presencia o ausencia de brillo en la cáscara, color

interno de pulpa, color de cáscara, días después del cuaje de la fruta, firmeza de pulpa y contenido de aceite del fruto.

Londoño (2008) menciona que los índices de madurez constituyen los parámetros más importantes para determinar el momento oportuno para realizar la recolección y asegurar la vida útil de la fruta durante la poscosecha y su comercialización. Un índice de madurez debe ser sencillo, rápido y fácil de reproducir; además, debe reflejar la calidad de la fruta en el momento de separarla del árbol. La cosecha se puede determinar correctamente mediante la utilización de diferentes índices subjetivos y objetivos (estos resultan costosos y requieren de instalaciones, equipos y mano de obra especializados).

Zapata et al. (2010) informan que los índices de madurez son indicadores del momento en el cual el fruto ha alcanzado la madurez fisiológica y por ende puede cosecharse.

### **Cambios en el color de epicarpio (cáscara)**

Zapata et al. (2010) señala que el índice más utilizado históricamente es el cambio de color o en la tonalidad del epicarpio. A medida que el fruto se madura se va generando la decoloración parcial (degradación de clorofila), por lo que el color verde brillante va perdiendo paulatinamente y el fruto comienza a verse más opaco. Este método de determinación de la madurez por cambio de color no es confiable ya que muchas veces un fruto puede tener un lado opaco y otro brillante, y el operario no es capaz de notarlo.

Ron, Barry, Doug y Daryl (1999) indican que la desaparición del color verde claro constituye un buen índice de grado de madurez. Inicialmente, se produce una

pérdida gradual de la intensidad del color verde claro, hasta alcanzar una tonalidad oscura.

Asenjo, Morales, Sainz y Tapia (2007) señalan que los cloroplastos de las células del fruto sufren una modificación, que acaba con las clorofilas. Además, la maduración implica la síntesis de pigmentos, como las antocianinas. Esto provoca un cambio en el color del fruto, que deja de ser verde.

### **Color de mesocarpio (pulpa)**

Zapata et al. (2010) nos dicen que a medida que la fruta va alcanzando su madurez fisiológica, el color de su pulpa pasa de ser pálida a ser cada vez más amarillenta-verdosa y de textura cremosa, la fruta que está madura fisiológicamente posee estas últimas características. El color de pulpa es más notorio en la parte que está en contacto con la semilla. Este indicador a pesar de ser verídica no es confiable, tal como ocurre con el color del epicarpio, debido a que los cambios son tenues y se requiere de experiencia para hacer la determinación.

### **Determinación del contenido de aceite**

Zapata et al. (2010) señala que el contenido de aceite refleja las condiciones de crecimiento durante los diferentes estados de desarrollo del fruto y el método utilizado para su análisis se basa en la extracción con éter de petróleo de material seco con un extractor Soxhlet. Este método implica mayores costos, es lento y está fuera del alcance de los productores pues se requiere de equipos, laboratorios y mano de obra especializada.

Téliz (2000) afirma que la determinación del contenido de aceite es una de las técnicas que se ha utilizado de manera general. Se conoce que un fruto cortado

precozmente tiene menor cantidad de aceite que aquel fruto de mayor permanencia en el árbol. Se conoce también, que los frutos de palto cosechados al principio de la temporada con menos de 14% de aceite son más susceptibles al frío; y frutos con índice de madurez del 14 a 20% tienden a tener menor daño y frutos al final de la temporada (20% de aceite) son menos sensibles al frío; asimismo, Parodi (1996) menciona que el contenido de aceite es uno de los parámetros más usados para determinar el momento de cosecha de la palta.

### **Contenido de materia seca**

Zapata et al. (2010) menciona que comercialmente la madurez fisiológica de la palta se mide por el contenido de materia seca o por la más laboriosa determinación del contenido de aceite, los cuales están altamente correlacionados.

Parodi (1996) afirma que este índice tiene una correlación muy alta con respecto al porcentaje de aceite y constituye la fuente de información precisa respecto al momento de cosecha del palto. El contenido de materia seca ya maduro para cosecha puede fluctuar entre 21-22%.

León (2014) informa que la nueva norma técnica para palta en el Perú establece un mínimo de contenido de materia seca que es de 21%, con el objetivo de asegurar la calidad de la fruta. Este porcentaje de materia seca permitirá obtener una palta de calidad, si no se respeta el 21% de materia seca, la pulpa quedaría dura y nunca maduraría.

Cerdas, Montero y Somarribas (2013) mencionan que el contenido de 23% de materia seca es útil como índice de cosecha para el agricultor de Costa Rica (1750 msnm) pues cuando se alcanzó ese valor el fruto tuvo un buen desarrollo de color

morado y la adherencia semilla-pulpa-cáscara se redujo así como la firmeza, lo que permite identificar con estas variables buenos indicadores del inicio y avance de la maduración.

### **Color y firmeza del pedúnculo**

Protade (1993) señala que las frutas que tienen el pedúnculo muy duro aún no están listas para ser cosechadas; si lo tienen muy suelto, han sobrepasado ya el grado de desarrollo adecuado para ser cosechadas.

Parodi (1996) dice que este parámetro ha servido para identificar con mayor precisión el punto óptimo de cosecha, sobre todo en aquellas variedades cuyo color externo a la madurez se mantiene verde. Esta coloración del pedúnculo generalmente tiende a ser amarillo opaco o amarillo pardusco.

Ataucusi (2015) menciona que los frutos que tienen el pedúnculo relativamente duro e inflexible aún no están listos para ser recolectados. Si se encuentra muy suelto, ya han sobrepasado el punto de madurez apropiado para la exportación. Este indicador requiere de una amplia experiencia.

### **Determinación del peso específico**

Según Ataucusi (2015) los frutos en estado inmaduro tienen un peso específico entre 1.02 y 0.95 gr.cm<sup>-3</sup>. Para la determinación del índice de madurez en los frutos, se sumergen en agua. Esta determinación requiere de una comprobación en cada zona de producción, ya que presenta variaciones según las condiciones propias de cada localidad.

### **Consistencia o textura**

Ron, Barry, Doug y Daryl (1999) informan que a medida que va alcanzando su madurez fisiológica y organoléptica, la fruta se va ablandando, por disolución de la lámina media y de las paredes celulares. Este ablandamiento puede valorarse subjetivamente, presionando con el dedo pulgar, pero también puede medirse objetivamente, obteniendo una expresión numérica de la consistencia mediante un penetrómetro.

Asenjo et al. (2007) informan que las células de los frutos son cada vez más permeables durante la maduración, porque la integridad de los compuestos de las paredes celulares se pierde.

### **1.4.MANEJO DE COSECHA**

Téliz (2000) señala que durante la cosecha es importante cuidar la forma en que se realiza el corte, ya que un corte deficiente daña la calidad de la fruta. La cosecha debe ejecutarse con los materiales necesarios cuidando que la fruta conserve una porción del pedúnculo (se recomienda dejar de 8 a 10 mm para no provocar una maduración acelerada ni la penetración de patógenos), debe de evitarse el contacto directo del fruto con el suelo y colocar las cajas con fruta en la sombra.

Proyecto TTA (1992) reporta que la palta se encuentra en condiciones de ser cosechada cuando ha completado su madurez fisiológica. Después de alcanzar la madurez, la palta puede mantenerse en el árbol en perfectas condiciones por algún tiempo; sin embargo, no se recomienda la recolección para el embarque de los frutos que hayan alcanzado su plena madurez en la planta porque se hace difícil o imposible su transporte a lugares lejanos.

Ataucusi (2015) señala que los aspectos más importantes en lo que respecta a la cosecha de las paltas están relacionados en determinar cuándo cosechar y cómo hacerlo. Las paltas no deben ser cosechadas cuando hayan alcanzado su punto de madurez.

Herrera y Narrea (2011) informan que es importantísima la calidad de la palta y la capacidad de conservación dependerá del desarrollo de la fruta en el momento de su recolección. La fisiología de la fruta indica que el proceso de maduración no empieza hasta después de 24 horas de la cosecha. La producción exportable es exigente en calidad y se realizan métodos físicos y químicos para asegurar excelente cosecha. El método químico determina el contenido de aceite en la pulpa que debe realizarse en laboratorio.

Cerdas, Montero y Somarribas (2013) mencionan que cuando el fruto de palta se cosecha sin la madurez adecuada el consumidor encontrará que al cortar el fruto la semilla permanece adherida a la pulpa, el tegumento permanece adherido a la pulpa, la pulpa no se desprende fácilmente de la cáscara, presenta áreas de la pulpa endurecida y el fruto no presenta la palatabilidad deseada por el consumidor el cual es descrito como sabor a “mantequilla”.

Parodi (1996) menciona que dada su gran delicadeza de la palta debe tenerse cuidado al cortar el pedúnculo del fruto, de tal forma que siempre quede unido un pequeño trozo al fruto y no debiéndose nunca arrancar, ya que el fruto se pudre por el punto de inserción; para ello, se debe utilizar herramientas de corte afilado para producir un corte rápido y limpio del pedúnculo, cosechando los frutos más maduros de las ramas mas altas y más expuestas al sol, luego se colocan en

recipientes acolchados con el fin de evitar rajaduras y golpes. Esta operación se realiza en lo posible en días secos, soleados y ventilados.

Corpoica (2014) señala que la cosecha es la fase de la explotación comercial del cultivo del aguacate, en la cual el productor planifica, organiza, ejecuta y supervisa las labores que permiten recolectar y colocar la fruta en el mercado. El producto cosechado debe satisfacer los requerimientos de su cliente, en términos de calidad, precio y condiciones de entrega. Es básico recordar que la palta es un fruto climatérico, es decir después de cosechado el fruto continúa el proceso de maduración (ablandamiento de pulpa, reducción de acidez, cambio de color, entre otros); además, es susceptible al daño por frío, lo que significa que durante el almacenamiento, el fruto puede sufrir deterioro en sus características organolépticas.

Según Zapata et al. (2010) el corte debe realizarse en horas de la mañana, cuando las temperaturas todavía no son elevadas ni la radiación al iniciar el corte o cosecha de la fruta en la huerta, es necesario tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Cosechar el fruto cuando se encuentre en el estado de madurez adecuado, ya que los frutos que son precozmente cortados o tiernos maduran en forma irregular obteniendo una tonalidad roja y textura flácida, lo que se obtendrá un producto de baja calidad.
- En una cosecha tardía se obtienen frutos sobre maduros, disminuyendo seriamente la vida de anaquel del fruto, exponiéndose al ataque de

enfermedades causadas por microorganismos por lo que tienen menor valor en el mercado.

Hernández, Barrera y Melgarejo (2012) mencionan que la cosecha genera estrés en el producto desencadenando el incremento de la respiración, maduración acelerada y muerte del producto de manera rápida. La tecnología poscosecha es aplicada para disminuir el incremento en el metabolismo de los productos cosechados.

### **1.5. MANEJO POSCOSECHA**

Toledo (1992) señala que el concepto de poscosecha se refiere al conocimiento de los principios básicos que regulan el comportamiento del producto cosechado. Asimismo, este concepto involucra la tecnología de manejo poscosecha necesaria para la adecuada conservación del producto al estado fresco. El objetivo fundamental de la poscosecha es la preservación de la integridad física del producto fresco, luego de la cosecha. Como parte integral del proceso de producción agrícola, el ámbito de la poscosecha comprende desde que el producto es cosechado hasta que éste llegue al consumidor para su utilización al estado fresco.

Asimismo Corpoica (2014) menciona que la poscosecha se define como la etapa del proceso productivo que incluye todas las actividades que deben ser implementadas para ofrecer una fruta de excelente calidad, desde el momento de la recolección hasta que llega al consumidor final.

Protade (1993) afirma que para conservar las paltas por más tiempo y evitar que sean deterioradas por ataques de hongos, se utilizan métodos físicos y químicos de

manejo poscosecha. Entre los primeros se cuentan, ante todo, el preenfriamiento, la refrigeración, el tratamiento con agua caliente, la fumigación y el empleo de atmósferas controladas. Los métodos químicos se limitan a la aplicación de sales de calcio y fungicidas.

Arpaia (2004) señala que para los productores y exportadores, donde las exportaciones son importantes para su economía el factor más importante es mantener una buena calidad. El objetivo básico del manejo poscosecha es el de asegurar que esto se cumpla. Es importante mencionar la calidad, que se puede definir como las características o atributos inherentes a la palta que determinan su grado relativo de excelencia, esto incluye la manera como el manejo poscosecha influye sobre la apariencia, el sabor y la textura. Es de vital importancia recordar que la palta es un tejido vivo con alto contenido de agua, cuya pérdida es importante evitar. Además, esta sujeta al ataque de organismos patógenos y si el fruto está bajo stress, será más susceptible a la descomposición, por lo tanto, al igual que en los árboles, se debe minimizar cualquier stress de los frutos después de la cosecha.

Téliz (2000) menciona que con frecuencia la calidad de la palta disminuye en el largo proceso de empaque y comercialización, sin lograr llegar en condiciones óptimas a su destino, sobre todo a mercados distantes y exigentes; asimismo, los daños mecánicos como golpes, rayones, rozaduras y hasta lesiones causadas por las uñas son defectos originados por el deficiente manejo de cosecha y empaque, que se perciben solamente en el mercado, puesto que son difíciles de identificar durante el empaque.

Parodi (1996) reporta que el flujo de manejo poscosecha a nivel nacional es el siguiente:

### **Preselección**

Consiste en separar los frutos con aspectos inadecuados en jabas adicionales, siendo la actividad rápida y forma parte del proceso mismo de selección durante la cosecha, lo que significa escoger frutos de óptima madurez, tamaño, forma.

### **Transporte**

El traslado de frutos debe ser rápido del lugar de cosecha a la planta de clasificación. Los vehículos de transporte deben tener una cubierta para dar sombra. Si el producto va permanecer por largo tiempo en el camino, se requiere de alguna ventilación.

### **Enfriamiento temporal**

Implica reducir el calor de campo presente en los frutos. Este enfriamiento temporal involucra el uso de ambiente en los cuales la temperatura puede estar alrededor de 10°C con 85-90% humedad relativa. El hidrogenfriamiento es una técnica que logra disminuir la temperatura de los frutos proveniente del campo, proceso que debe ser de 30 a 45 minutos y la temperatura del agua debe estar aproximadamente en 5°C.

### **Lavado**

Los frutos deben recibir un lavado que permita retirar el polvo o tierra procedente del campo. Esta operación es de mayor importancia en frutos de piel rugosa, como en el cultivar Hass. Antes de ingresar al lavado en algunos casos, los frutos deben recibir una desinfección con Dimanin 50 a la dosis de 3% dando buenos resultados.

## **Secado**

Se puede realizar tanto con rodillos secadores como con una corriente de aire caliente.

## **Selección**

La finalidad es la clasificación de fruto que muestran una excelente forma, tamaño, apariencia y características del cultivar.

## **Clasificación y calibrado**

Corpoica (2014) menciona que una vez que se efectúa la selección del producto se procede a la clasificación, para unificar la calidad, de acuerdo con una o varias características como el color, tamaño, peso y sanidad. La clasificación conduce a conformar clases comerciales del producto. Se puede hacer manual o mecánica, pero generalmente se combinan ambos métodos.

Según Ataucusi (2015) el calibrado se determina por el peso del fruto. El peso mínimo no debe ser inferior a 125 gr. El calibre en el mercado nacional es muy variable, y depende de la estacionalidad y los mercados a donde se está dirigiendo.

## **Empacado**

Yabar (2015) informa que el empacado de palta es otro aspecto importante en el proceso por que permite darle una buena presentación al producto pero la importancia del empacado es mantener y proteger la calidad, inocuidad, higiene, ventilación y resistencia necesaria para asegurar su manipulación, transporte y conservación adecuada.

Sandoval, Forero y García (2010) mencionan que las principales funciones de los empaques son contener y proteger al producto hasta el mercado meta, además

facilita el manejo y comercialización, con peso y calidad uniformes en cada empaque. El empaque debe proporcionar suficiente resistencia mecánica para soportar el estibado de las cajas y no trasladar el esfuerzo a la fruta empacada, permitir un enfriamiento rápido y evitar la acumulación de gases indeseables como etileno para evitar que acelere la maduración.

## **1.6. FISIOLOGÍA DE LA PALTA**

Arias y Toledo (2007) indican que las frutas continúan vivas aún después de cosechadas. En tal sentido, la fruta cosechada continúa respirando, madurando e iniciando procesos de senescencia, todo lo cual implica una serie de cambios estructurales, bioquímicos y de componente. Asimismo, el producto cosechado está constantemente expuesto a la pérdida de agua debido a la transpiración y a otros fenómenos fisiológicos.

### **1.6.1. Respiración**

Arias y Toledo (2007) indican que mediante la respiración la fruta obtiene la energía necesaria para desarrollar una serie de procesos biológicos indispensables. El proceso respiratorio ocurre a expensas de las sustancias de reserva (azúcares, almidones, etc) las que son oxidadas, con el consiguiente consumo de oxígeno ( $O_2$ ) y producción de dióxido de carbono ( $CO_2$ ). La respiración genera calor que al ser liberado al medio ambiente que rodea la fruta puede afectar al producto cosechado. En general, cuanto mayor es el ritmo respiratorio del producto, menor es su vida útil de almacenamiento.

Arpaia (2004) menciona que durante el manejo poscosecha la respiración es un fenómeno muy importante, si estamos hablando de la respiración aeróbica, lo que

significa utilizar los carbohidratos de reserva del fruto que se combina con el oxígeno y produce CO<sub>2</sub>, agua y calor; por, ello al disminuir la tasa respiratoria se disminuye la pérdida de agua. Asimismo señala que la respiración es un proceso muy importante porque utiliza los carbohidratos almacenados en el fruto.

Lira (1994) menciona que la respiración se define como la oxidación de sustancias orgánicas en el interior de las mitocondrias, las cuales están presentes en todas las células vivas, y que ésta acompañada por la liberación de energía.

Ron, Barry, Doug, y Daryl (1999) indican que es un proceso metabólico fundamental y puede definirse como la degradación oxidativa de los productos más complejos normalmente presentes en las células, como el almidón, los azúcares y los ácidos orgánicos, a moléculas más simples, como el dióxido de carbono y el agua, con liberación de energía. También señalan que la actividad respiratoria por unidad de peso es más alta en las fases previas a la maduración organoleptica y declina luego progresivamente con la edad.

### **1.6.2. Transpiración**

Condeña (2015) indica que es la pérdida de agua por evaporación a través de los tejidos vegetales.

Lallana (2003) menciona que la transpiración estomática es una vía que representa alrededor del 90% del total de agua perdida. Y la transpiración lenticelar y cuticular son vías que representan no más del 10% restante.

### **1.6.3. Etileno**

Arias y Toledo (2007) indican que el etileno es una sustancia natural (hormona) producida por las frutas. Esta sustancia es un gas natural a temperaturas normales y es fisiológicamente activa a concentraciones tan bajas como un parte por millón, ejerciendo influencia sobre los procesos de maduración y senescencia de las frutas, influyendo de esta manera en la calidad de las mismas. No existe relación entre la cantidad de etileno que producen distintas frutas y su capacidad de conservación. El nivel de etileno en frutas aumenta con la madurez del producto, el daño físico, incidencia de enfermedades y temperaturas altas. El almacenamiento refrigerado y el uso de atmósferas con menos de 8% de oxígeno y más de 2% de CO<sub>2</sub> contribuyen a tener bajos niveles de etileno en el ambiente postcosecha. La producción de etileno en los tejidos vegetales se incrementa en el rango de temperatura de 0°C a 25°C. Temperaturas mayores de 30°C restringen drásticamente la síntesis y acción del etileno.

Asenjo et al. (2007) señala que el etileno es una hormona producida por los frutos climatéricos y que actúa como hormona de la maduración (envejecimiento). La producción de etileno es uno de los primeros indicadores de la maduración, precediendo con el incremento respiratorio u otros acontecimientos.

### **1.6.4. Maduración**

Arias y Toledo (2007) señalan que la maduración es el conjunto de procesos de desarrollo y cambios observados en la fruta, como consecuencia de la maduración la fruta, desarrolla una serie de características físico químicas que permiten definir

distintos estados de madurez de la misma. Todo esto es de suma importancia en poscosecha con relación a los siguientes aspectos:

- Desarrollo de índices de madurez.
- Definición de técnicas y frecuencia de cosecha.
- Exigencia de calidad del mercado (características externas/composición interna).
- Forma de consumo del producto (natural/procesado).
- Aplicación de técnicas adecuadas de manejo, conservación, transporte y comercialización.
- Potencial de vida útil poscosecha.

Asenjo et al. (2007) señalan que la maduración se retrasa por altas temperaturas y ambiente con baja concentración de O<sub>2</sub> o alta concentración de CO<sub>2</sub>.

### **1.6.5. Comportamiento climatérico del fruto**

Arpaia (2004) menciona que la palta es un fruto climatérico, que después que el fruto se ha cosechado, al ser un tejido vivo, respira, es decir consume oxígeno y produce dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Por lo tanto, el fruto madura después de la cosecha y en una primera etapa, hay una tasa respiratoria muy baja, es decir, se produce poco CO<sub>2</sub>. En la medida que madura el fruto, aumenta la respiración y al mismo tiempo se produce etileno (fitohormona). La tasa de producción de etileno después de la cosecha incrementa al ritmo de la respiración.

Todos los frutos climatéricos realizan un proceso de maduración después de la cosecha, que va desde un fruto no muy apto para el consumo hasta un fruto delicioso y durante este proceso aumenta la producción de CO<sub>2</sub> y etileno.

Protade (1993) afirma que en comparación con otras frutas, los paltos presentan una serie de características especiales. A pesar de que desde el punto de vista de la fisiología vegetal están clasificados como “frutos climatéricos”, el climaterio no se inicia mientras permanecen colgadas en un árbol, es decir, no maduran antes de la recolección. El efecto inhibitor del climaterio desaparece aproximadamente 24 horas después de ser cosechadas; a partir de entonces, pequeñas cantidades de etileno (a partir de 0.1 ppm) estimulan muy fuertemente el proceso de maduración.

Ataucusi (2015) afirma que la palta es un fruto climatérico debido a que después de la cosecha presenta un aumento transitorio de la actividad respiratoria conocida como “pico climatérico” que, en general, coincide con las principales modificaciones de color, textura y sabor característico de la maduración. Es decir, la fruta acelera su maduración o sobre maduración.

Según Retamales, Manríquez y Defilippi (2004) las frutas climatéricas se caracterizan por cambios marcados en su maduración, que coinciden con alza de su respiración y que están regulados por la acción del gas etileno, factor natural que estimula su maduración y senescencia. Por lo tanto, el control del etileno constituye un elemento crucial para prolongar la vida en poscosecha de la palta y, por ende, asegurar una mayor mantención de su calidad, aspecto especialmente pertinente para las exportaciones a mercados distantes.

Arias y Toledo (2007) indican que las frutas climatéricas incrementan marcadamente su ritmo respiratorio y producción de etileno durante la

maduración organoléptica; de igual manera, los cambios asociados con esta etapa de desarrollo (color, sabor, aroma, textura) son rápidos, intensos y variados.

Asenjo et al. (2007) informan son aquellos frutos que muestran un incremento en la maduración como consecuencia del etileno. Estos frutos muestran un incremento de su actividad respiratoria antes de la fase de maduración denominada pico climaterio, y muestran una máxima producción de etileno justo antes de que se incremente esta actividad respiratoria. Estos frutos son capaces de madurar después de haber sido cosechados.

Ron, Barry, Doug y Daryl (1999) indican que los frutos climatericos, se relaciona con el incremento en la actividad respiratoria o en la producción de etileno. Para que alcancen la máxima vida útil y calidad óptima. Las paltas que se cosechan relativamente poco maduras tienen una madurez organoléptica más larga que las que se cosechan más maduras.

#### **1.6.6. Cambios Composicionales**

Arias y Toledo (2000) manifiestan que durante el desarrollo y maduración de los frutos, experimentan una serie de cambios internos de sus componentes que son más evidentes durante la maduración de consumo y guardan una estrecha relación con la calidad y otras características poscosecha del producto, como los cambios de color, firmeza, desarrollo del sabor y aroma.

## **1.7. FACTORES DE DETERIORO POSCOSECHA**

### **1.7.1. Factores ambientales**

#### **Temperatura**

Toledo (1992) afirma que la temperatura es el principal factor del ambiente de poscosecha, entre otras cosas, debido al efecto estimulador que tiene sobre el ritmo respiratorio del producto. Como regla general se puede decir que la vida útil de almacenamiento de un producto es inversamente proporcional a la temperatura de conservación, dentro de los límites establecidos por las características propias del producto. Lo mencionado evidencia la importancia que tiene el disminuir a la brevedad posible la temperatura del producto cosechado mediante la práctica de preenfriamiento.

Arias y Toledo (2000) indican que la temperatura es el factor ambiental que más influye en el deterioro del producto cosechado. El ritmo de deterioro del producto es 2 a 3 veces mayor por cada incremento de 10°C por encima de la temperatura óptima de conservación de los productos. La temperatura también modifica el efecto del etileno y de los niveles residuales de oxígeno y altos de CO<sub>2</sub> en el producto cosechado, además afecta directamente el ritmo respiratorio de las frutas y la germinación de esporas de los hongos y el posterior desarrollo de patógenos. Por encima de 40°C, se observan severos daños en el producto y a 60°C aproximadamente, cesa toda actividad enzimática. Adicionalmente la fruta sufre excesiva pérdida de agua por transpiración.

Según Condeña (2015) la temperatura es el factor ambiental mas importante que influye en la tasa de deterioro de los productos cosechados. En general, por cada

incremento de 10°C sobre la temperatura óptima de conservación de un producto, la tasa de deterioro aumenta en 2 a 3 veces. La exposición de los productos a temperaturas no adecuadas ocasiona daños por frío, congelamiento, calor y por ende los desórdenes fisiológicos.

Zoffoli y Gaudlitz (2004) mencionan que almacenar la fruta con temperaturas de almacenaje bajo los 6° C y sobre el punto de congelación, especialmente cuando se prolonga el tiempo de almacenaje en frío. El daño se produce a nivel de la membrana celular afectando su integridad estructural. Se cree que las bajas temperaturas modificarían la distribución de los lípidos en la membrana causando áreas gelificadas y otras fluidas, debido a que los ácidos grasos saturados tienden a solidificarse más fácilmente por efecto de las bajas temperaturas.

### **Humedad relativa**

Toledo (1992) afirma que la humedad relativa afecta la pérdida de agua, el ritmo de deterioro, la incidencia de desórdenes fisiológicos y la uniformidad en la maduración del producto cosechado; asimismo, el ritmo de pérdida de agua de las frutas depende de la diferencia de presión de vapor de agua (DPVA) entre el producto y el ambiente que lo rodea; es decir, la diferencia entre el contenido de agua que dispone internamente el producto y la humedad relativa real del aire alrededor del mismo producto.

### **Composición atmosférica**

Condeña y Palomino (2007) señalan la reducción del O<sub>2</sub> y elevación del CO<sub>2</sub> en el ambiente poscosecha, pueden acelerar o disminuir el ritmo de deterioro del producto cosechado.

### **1.7.2. Daños patológicos**

Arias y Toledo (2000) señalan que la rotura de los tejidos de la fruta ocasionada por daños físicos facilita la invasión por microorganismos e incrementa la pérdida de agua del producto. También indica que ciertos patógenos inducen la formación de enzimas que hidrolizan las paredes celulares, ocasionando el ablandamiento de los tejidos y la degradación de toda la fruta. Los patógenos pueden producir la síntesis de una serie de productos tóxicos que ocasionan malos olores y sabores que hacen que la fruta no sea apta para el consumo humano. La susceptibilidad de las frutas al deterioro por enfermedades aumenta con el tiempo de almacenamiento, incrementándose la permeabilidad de las membranas celulares y produciéndose la eventual desorganización total de la estructura del producto, disminuyendo también la capacidad de síntesis fungistáticas naturales (fitoalexinas) que protegen a las frutas.

### **1.7.3. Factores fisiológicos**

#### **Por respiración**

Condeña (2015) menciona que es la degradación oxidativa de los productos más complejos como el almidón, los azúcares y ácidos orgánicos en moléculas más simples como el dióxido de carbono y agua con cierta cantidad de energía liberada. En este proceso, el oxígeno es consumido y el anhídrido carbónico es producido por el producto. Las pérdidas de las reservas alimenticias en el producto durante la respiración, significa acelerar la senescencia, pérdida de valor nutritivo, pérdida de peso, baja calidad organoléptica, entre otros.

### **Por transpiración**

Condeña (2015) indica que es la causa de mayor deterioro de productos cosechados, dando como resultado las pérdidas de peso, apariencia y calidad nutritiva. Asimismo, la cantidad de vapor de agua eliminada por las frutas es directamente proporcional entre la concentración interna y la atmósfera ambiental que lo rodea, siendo influenciada por los factores internos del producto como la morfología, estructura, relación superficie/ volumen, daños físicos y mecánicos, estados de madurez, etc, así como los factores externos como la temperatura, humedad relativa y composición atmosférica.

### **Desordenes fisiológicos**

Condeña (2015) afirma que los desórdenes fisiológicos son degradaciones de los tejidos en respuesta a los desequilibrios nutricionales, atmósfera inadecuada y sobre todo a las temperaturas adversas, que causan daños por enfriamiento, congelación y calor cuando los productos no son almacenados a temperaturas permisibles de conservación.

Arias y Toledo (2000) indican que los desórdenes fisiológicos se deben a los factores adversos de naturaleza abiótica (no patogénica) tales como las temperaturas externas, atmósferas inadecuadas o desbalances nutricionales durante el cultivo presentándose una serie de alteraciones en la fisiología normal de la fruta que afectan su calidad. Asimismo, mencionan que las frutas tropicales y subtropicales son susceptibles a alteraciones fisiológicas en un rango de temperatura de aproximadamente 5 a 14°C. Los síntomas más comunes son desórdenes en la maduración, desarrollo de sabores y aromas atípicos,

decoloración, ennegrecimiento y deterioro de los tejidos, e incremento de la susceptibilidad del producto al ataque de patógenos secundarios.

Parodi (1996) reporta que la palta se aprecia claramente a medida que el porcentaje de ácidos grasos insaturados desciende, el porcentaje de ácidos grasos saturados se incrementa. Este incremento de ácidos grasos saturados en cierta forma condiciona a los frutos de palto mostrar cierta susceptibilidad al frío.

Hernández, Barrera y Melgarejo (2012) mencionan que el frío causa daños fisiológicos permanentes en tejidos, células y órganos de las plantas; asimismo, el daño por frío ocurre una modificación física de la membrana celular, la cual pierde su fluidez y se torna rígida, solidificada, gelatinosa y existe un aumento del gasto de energía.

## **1.8. ALMACENAMIENTO REFRIGERADO**

Liu (1992) citado por Condeña y Palomino (2007) señalan que el almacenamiento en refrigeración es el método más comúnmente utilizado para productos frescos como las frutas y hortalizas, controlándose el punto óptimo de la temperatura y la humedad relativa para prolongar por mayor tiempo la conservación de los productos.

Parra (2007) menciona que la importancia del almacenamiento radica en prolongar la vida, útil y conservar la calidad comercial. Gracias al almacenamiento se puede controlar las tasas de transpiración y respiración, inhibir el desarrollo de enfermedades y conservar la calidad. La vida de almacén, puede prolongarse mediante la refrigeración, esta técnica ha presentado buenos resultados en tiempos y calidad de frutas almacenadas.

La temperatura es el factor ambiental más importante del proceso, debido a que regula la tasa de todos los procesos fisiológicos y bioquímicos asociados con dicho fenómeno.

Menciona también que todas las frutas están compuestas de tejido viviente, después de cosechadas estos continúan realizando sus procesos metabólicos vitales. El objetivo del almacenamiento es reducir al mínimo la tasa a la que se efectúan estos procesos. Se debe proporcionar a los productos condiciones de almacenamiento propias y adecuadas.

Asimismo, el mismo autor indica que el principio fundamental del almacenamiento en frío es aprovechar el efecto retardador de la respiración a temperaturas bajas. La respiración es un proceso de descomposición y se deben proporcionar los medios para reducirlo al mínimo. El almacenamiento en atmósfera controlada (refrigeración) ha resultado ser un buen complemento comercial de la refrigeración. Por lo regular el calor que se genera por la respiración se acumula en el centro del cuarto de almacenamiento y aumenta la tasa de respiración de los productos. Hay una estrecha relación entre la vida de almacén y la respiración.

Hernández, Barrera y Melgarejo (2012) informa que la refrigeración es el método de conservación para frutas más empleado; sin embargo, su implementación requiere de conocimiento previo de la fisiología del producto a fin de no generar daños irreversibles. También indica que las pérdidas poscosecha en países en desarrollo superan el 50%.

### **1.8.1. Enfriamiento de productos frescos**

Antes de realizar el almacenamiento es necesario realizar el enfriamiento para quitar el calor de campo del producto.

Toledo (1992) menciona que el enfriamiento rápido de los productos frescos está referida a la remoción rápida o eliminación del calor de campo o temperatura en exceso del producto cosechado antes de enviar al almacenamiento refrigerado; es decir, hacer descender lo más rápidamente posible la temperatura del fruto después de la cosecha y a la recepción hasta una temperatura inferior que dependerá de la naturaleza del producto y duración de almacenamiento.

Liu (1992) citado por Condeña y Palomino (2007) señalan que el enfriamiento tiene una serie de ventajas para los productores percederos desde el punto de vista de la fisiología poscosecha, siendo dichas ventajas:

- Disminuye la velocidad de respiración y los cambios bioquímicos.
- Disminuye la velocidad de transpiración y pérdida de agua.
- La velocidad de producción de etileno y la sensibilidad del producto a este gas disminuye a medida que el producto se enfría.
- El inicio de la maduración en frutos climatéricos se retrasa.
- Reduce las infecciones microbianas y el crecimiento de microorganismos y por ende el deterioro de los productos.

Asimismo, el mismo autor indica que por las ventajas anteriores, los productos enfriadas adecuadamente tienen una mayor capacidad de transporte, prolongando el potencial de vida útil poscosecha, una apariencia más atractiva y mejor calidad de consumo final; asimismo, endurece la capa superficial del fruto dándole una

mayor consistencia y más resistencia a las lesiones, menor pérdida de peso entre otros. También señala que entre los métodos de hidrogenfriamiento más utilizado es el de inmersión, que consiste en sumergir el producto en el agua próximos a 0°C, debiendo el agua estar en movimiento para evitar estratificaciones de temperatura. Sumergida las frutas y hortalizas empacadas o a granel en agua fría, este debe ser agitada para crear un movimiento que aumente la velocidad de enfriamiento y crear un mayor coeficiente térmico. Asimismo, menciona que normalmente el preenfriado se lleva a cabo en período de 24 horas después de la cosecha, pero para los productos altamente perecederos como las frutas bayas, este procedimiento debe aplicarse en un lapso de 1 a 3 horas después de la cosecha.

Flores (1994) citado por Condeña y Palomino (2007) afirma que el hidrogenfriamiento es uno de los sistemas de enfriamiento rápido y eficaz de los productos vegetales, al utilizar el agua como un medio para eliminar el calor de campo, evitando la deshidratación del producto e incluso es posible adicionar agua a este.

Herrero y Guardia (1992) citado por Condeña y Palomino (2007) mencionan que el agua fría al estar a temperatura próximo a 0°C, absorbe el calor de campo de la fruta al entrar en contacto con esta, siendo el enfriamiento rápido con un elevado salto térmico, debiendo durar el proceso del enfriado entre 10 y 20 minutos.

Condeña (2015) señala que el preenfriado o enfriamiento rápido se refiere a la remoción rápida y eliminación de calor de campo o temperatura en exceso del producto cosechado antes de que sea enviado para su almacenamiento. También

menciona que entre las ventajas del preenfriado de los productos es la disminución de la velocidad de respiración y los cambios bioquímicos, la velocidad de transpiración y pérdida de agua, la velocidad de producción de CO<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> y la sensibilidad del producto a estos gases, retarda el inicio de la maduración de frutos climatéricos, prolongando el potencial de vida útil poscosecha de los productos.

### **1.9. TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO DE LA PALTA**

López y Cajuste (1999) reporta que en el ensayo que realizaron con palta de cultivar Hass, estos frutos procedieron de tres diferentes altitudes y después de 28 días de almacenamiento refrigerado a  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ , concluyeron de acuerdo a los datos obtenidos que la altitud ejerce efecto sobre la respiración de los frutos. La altitud ejerce influencia en el comportamiento poscosecha de frutos de palta cv. Hass. Mencionan que la altitud influye en el comportamiento poscosecha bajo almacenamiento refrigerado por lo que deben tomarse las precauciones en cuanto a la procedencia de la fruta para reducir daños por frío tanto en pulpa como en cáscara.

Arpaia (2004) en el ensayo que realizó en el que sometiendo los frutos de palta a temperaturas entre 5 y 40°C en forma continua; a 5°C, el climaterio no ocurre durante los 12 primeros días, tampoco hubo producción de etileno; al aumentar a 15°C el climaterio ocurre pero más tarde que en las otras temperaturas. A 20, 25, 30 y 33°C el climaterio ocurre al mismo tiempo, pero a 40°C se inhibe el alza climaterica. También a 9°C los frutos demoran 30 días en completar su madurez,

reduciendo la producción de etileno y la tasa respiratoria. Los frutos almacenados a 40°C nunca maduran.

Retamales, Manríquez y Defilippi (2004) estos investigadores realizaron un ensayo que consistía en el control de la acción del etileno, almacenaron palta Hass a 5°C a un grupo le aplicaron 1-mcp (metilciclopropeno) y al otro grupo sin 1-mcp. A los 15 días a 5°C y posteriormente por 5 días a 20°C; con 1-mcp maduraron y presenta ligeros daños, sin 1-mcp aun no maduraron y se conservan muy bien. A los 30 días a 5°C y posteriormente por 13 días a 20°C; los frutos con 1-mcp maduraron en buen estado, y frutos sin 1-mcp reportaron daños por frio en la pulpa. Los autores informan que la aplicación de 1-mcp inhibe la acción del etileno reduciendo la senescencia y beneficiando la calidad interna de la fruta.

Condeña y Palomino (2007) en el ensayo que realizaron en el que evaluaron el hidrogenofriamiento y refrigeración en la conservación y maduración poscosecha de palta Hass; los frutos fueron preenfriadas a 5°C y almacenadas en condiciones ambientales ( $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) y de refrigeración (5°C); otro grupo de paltas fueron almacenadas sin enfriamiento. Paltas con y sin enfriamiento almacenadas a condiciones ambientales alcanzaron la conservación y maduración óptima a los 12 días. Las paltas con y sin enfriamiento almacenadas a refrigeración alcanzaron su conservación y maduración óptima de consumo en 43 días. Las paltas con y sin enfriamiento presentaron cáscara de color morado oscuro, textura blanca y pulpa amarillo intenso en 12 y 43 días, sin haber presentado daños por calor y frio. Reportando tambien que durante 12 días las paltas almacenadas al ambiente con o sin enfriamiento presentan las mayores perdidas de peso con 11.0 % (23.17g) y 10.5 % (23.07); y las almacenadas a refrigeración (5°C) presentan menores

perdidas de peso con 4.1 % (8.64g) y (3.0 % 6.73g) respectivamente. Y durante 43 días almacenadas a 5°C reportan una pérdida de peso de 12.4% (26.07g) y 11.1 % (24.01g) sin y con enfriamiento respectivamente.

Ron, Barry, Doug y Daryl (1999) señalan que la palta registra un tiempo máximo de almacenamiento a la temperatura de 5°C a 9°C de 3 a 5 semanas; temperaturas mayores o menores de 5°C – 12°C, se observan síntomas de lesión por frío (moteado, pardeamiento de pulpa y de los haces vasculares).

Ayala (2005) realizó una investigación almacenando palta Hass en condiciones de laboratorio; almacenó a 5°C, 7°C y 18±2°C y el tiempo de maduración y conservación fueron a los 18, 30 y 42 días. En cuanto a la pérdida de peso se observó que a 18±2°C perdió 16.41%, seguida a 7°C con 9.12% y a 5°C con 14.62%.

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **2.1. UBICACIÓN DEL ENSAYO**

##### **2.1.1. Lugar de cosecha**

Los frutos proceden de la localidad de Waranqayoq ubicado a 2831 msnm con las coordenadas UTM 8482716 Norte y 599062 Este, en el distrito de Huancapi, provincia Fajardo, la misma que dista 124 km de Ayacucho por vía asfaltada, y entre Waranqayoq y Huancapi aproximadamente dista 6 km, (ver anexo N° 01).

##### **2.1.2. Características de la zona**

La localidad de Waranqayoq presenta una variada topografía inclinada 15% moderadamente escarpado y de fisiografía relieve subnormal.

La actividad principal de los pobladores de Waranqayoq es la agricultura y fruticultura; la actividad principal es la fruticultura predominan frutales como; palto (Hass y Fuerte), manzano, higo, paca, naranjo; estos frutales lo

comercializan en pequeñas ferias en el distrito de Huancapi, constituyendo la fuente de sus ingresos económicos

### **2.1.3. Características de la plantación de palto Hass**

La plantación de palto Hass presenta las siguientes características:

- Se instaló la plantación en el año 2006.
- Edad de las plantas de la variedad Hass es de 10 años.
- Variedad Hass injertado sobre el patrón mexicano, provenientes de la Mar, San Miguel.
- Área aproximada de la plantación es de  $5200 m^2$ , plantación a curvas de nivel con un distanciamiento de 4 metros entre planta y 4 metros entre curvas.

En el mes de enero del 2016 se realizó el reconocimiento del huerto con plantaciones de palta Hass, sin haber realizado la marcación de las plantas, para conocer el estado productivo y estimar la probable cosecha de frutos en el mes de marzo.

### **2.1.4. Lugar de desarrollo del ensayo**

El ensayo se realizó en el Laboratorio de Viticultura y Enología, ubicado en los pabellones de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

En dicho laboratorio se acondicionó tres ambientes para su respectivo tratamiento, habiéndose acondicionado el laboratorio para almacenar el producto en condiciones de temperatura ambiental de  $18 \pm 2^\circ\text{C}$ , una refrigeradora con

temperatura de refrigeración de 5°C y una cámara de frío regulada con temperatura de refrigeración de 8°C.

Los frutos de palto fueron evaluados en el mismo ambiente donde se almacenaron referentes a los pesos, cambios de color de cáscara, textura, cambio de color de pulpa, daños por frío y otros parámetros fijados en el ensayo.

El análisis de ácidos grasos se realizó en el laboratorio de la Facultad de Industrias Alimentarias.

## **2.2.MATERIALES Y EQUIPOS**

### **2.2.1. Materiales**

Los materiales que se utilizaron fueron:

- Frutos de la variedad Hass.
- Jabas cosechadoras de 16 kg.
- Tijeras de podar.
- Baldes.
- Termómetro.
- Papel toalla.
- Etiquetas.
- Fuentes de 15 x 20 cm.
- Plumón indeleble.
- Franela.
- Cuchillo.
- Placa petri.

### **2.2.2. Insumos y reactivos**

- Hielo y agua para el preenfriamiento.
- Éter de petróleo.

### **2.2.3. Equipos**

- Balanza digital.
- Cámara de frío.
- Cámara fotográfica.
- Extractor soxhlet.
- Estufa.

## **2.3. PLANEAMIENTO DEL ENSAYO**

### **2.3.1. Factores en estudio**

#### **Estados de madurez fisiológica**

- M1 : Madurez inicial (verde maduro).
- M2 : Madurez intermedia (morado - verde).
- M3 : Madurez avanzada (morado - negro).

#### **Temperatura**

- T1 : 5°C (refrigeración)
- T2 : 8°C (refrigeración)
- T3 :  $18 \pm 2$ °C (ambiente)

### 2.3.2. Tratamientos en estudio

**Cuadro 2.1.** Descripción de la combinación de tratamientos en estudio.

TRATAMIENTOS	CLAVE	ESTADO DE MADUREZ	TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO
Trat. 1	M1 x T1	M. inicial	5°C
Trat. 2	M1 x T2	M. inicial	8°C
Trat. 3	M1 x T3	M. inicial	18 ± 2°C
Trat. 4	M2 x T1	M. intermedia	5°C
Trat. 5	M2 x T2	M. intermedia	8°C
Trat. 6	M2 x T3	M. intermedia	18 ± 2°C
Trat. 7	M3 X T1	M. avanzada	5°C
Trat. 8	M3 x T2	M. avanzada	8°C
Trat. 9	M3 x T3	M. avanzada	18 ± 2°C

### 2.3.3. Diseño experimental

Para la distribución de unidades experimentales y análisis estadístico se utilizó el Diseño Completamente Randomizado (DCR) con arreglo factorial de 3 estados de madurez por 3 temperaturas de almacenamiento con 3 repeticiones, constituyendo un total de 27 unidades experimentales. Las unidades experimentales estuvieron formadas por muestras de 6 frutos, 18 frutos por tratamiento y un total de 162 frutos.

$$Y_{ij} = \mu + \delta_i + \lambda_j + (\delta\lambda)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = *Perdida de peso.*

$\mu$  = *Media general*

$\delta_i$  = *Efecto de los estados de madurez.*

$i = M1, M2, M3.$

$\lambda_j = \text{Efecto de las temperaturas.}$

$j = T1, T2, T3.$

$(\delta\lambda)_{ij} = \text{Efecto de la interacción estados de madurez } x \text{ temperatura.}$

$\varepsilon_{ij} = \text{Variable aleatoria o error experimental}$

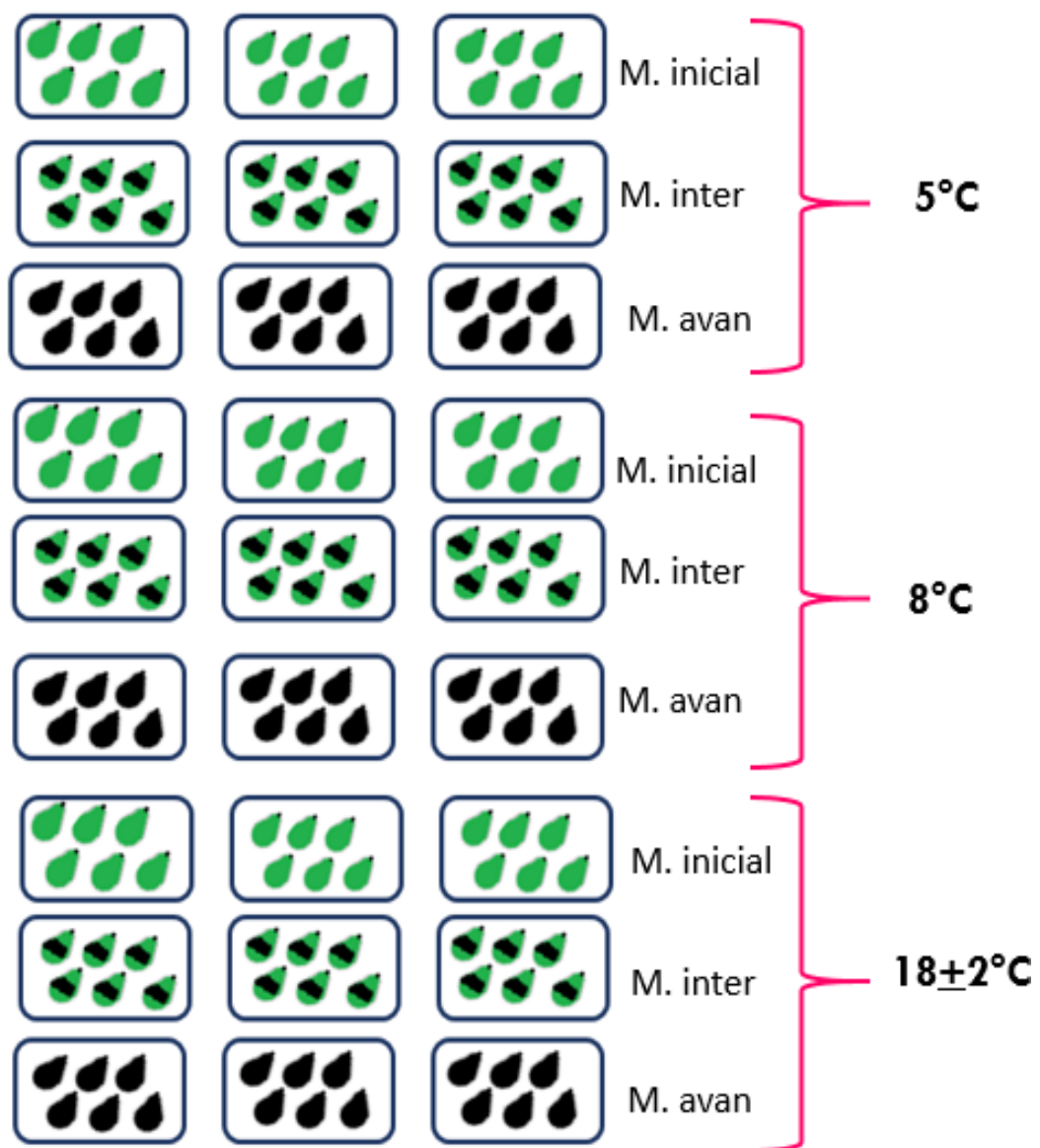


Figura 2.1. Croquis del ensayo.

## **2.4. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN**

### **2.4.1. Tiempo de conservación (días)**

Se determinó en número de días la maduración de frutos, desde el primer día de la instalación hasta el último día, que presentaron la madurez óptima de consumo de las paltas. Habiéndose evaluado en forma visual los cambios presentados desde el día de instalación hasta el último día de almacenamiento.

### **2.4.2. Pérdida de peso (gramos)**

El peso individual en gramos de cada una de las muestras de palta se registró cada tres días, habiéndose pesado y evaluado los frutos por tratamiento desde el inicio hasta el final del ensayo.

### **2.4.3. Contenido de grasa (%)**

La determinación de ácidos grasos se realizó bajo la metodología de extracción soxhlet en el laboratorio de la Facultad de Industrias Alimentarias, usando como muestra una palta de cada tratamiento al final de la evaluación y tres paltas representativas al inicio de la evaluación de madurez inicial, intermedia y avanzada respectivamente.

La evaluación del contenido de ácidos grasos consistió en picar y secar 50 gramos de pulpa en estufa, luego se procedió con la molienda de la muestra seca en un mortero y con la ayuda del éter de petróleo se procedió a extraer el aceite en el equipo soxhlet.

#### 2.4.4. Cambio de color externo de la cáscara (escala)

El cambio de color del epicarpio (cáscara) se evaluó visualmente, en los tres estados de madurez fisiológica:

- Madurez inicial: 90% verde, 10% morado.
- Madurez intermedia: 50% morado, 50% verde.
- Madurez avanzada: 90% morado – negro, 10% verde.

En los tres estados de madurez se observó el cambio de color del epicarpio, habiéndose fijado para ello la escala paramétrica de 1 a 7.

**Cuadro 2.2.** Escala paramétrica para cambios de color de cáscara en paltas Hass almacenadas en condiciones ambientales y de refrigeración.

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	90% verde - 10 %morado
3	50% verde - 50% morado
5	10% verde - 90 %morado
7	100% morado - negro

#### 2.4.5. Cambio de color interno (pulpa)

El cambio de color de la pulpa se observó al partir los frutos en dos mitades longitudinales, y la evaluación se realizó cada 9 días. La escala paramétrica fijada fue de 1 a 3.

**Cuadro 2.3.** Escala paramétrica para cambios de color de pulpa de tres estados de madurez de palta Hass almacenada a tres temperaturas (5°C, 8°C y 18°C).

ESCALA GRADO	DESCRIPCIÓN
1	Verde-blanquecino
3	Verde-cremoso
5	Crema - amarillo
7	Amarillo - intenso

#### 2.4.6. Cambio de textura (escala)

La maduración de los frutos se evaluó al determinar el grado de firmeza (dureza) y blandura de paltas durante el tiempo de almacenamiento. Se determinó al tacto, al presionar con los dedos en la zona ecuatorial. La escala paramétrica establecida fue de 1 a 7.

**Cuadro 2.4.** Escala paramétrica para cambios de textura de tres estados de madurez de palta Hass almacenada a tres temperaturas (5°C, 8°C y 18°C).

ESCALA GRADO	DESCRIPCIÓN
1	Duro
3	Ligeramente duro
5	Ligeramente suave
7	Suave

#### 2.4.7. Daños en el almacenamiento

Se evaluó los posibles daños por calor y frío en las paltas almacenadas en condiciones ambientales y de refrigeración. Habiéndose fijado para ello la escala paramétrica de 1 a 7.

**Cuadro 2.5.** Escala paramétrica para evaluar daños por frío y calor de tres estados de madurez de palta Hass almacenada a tres temperaturas (5°C, 8°C y 18°C).

ESCALA GRADO	DESCRIPCIÓN
1	Sin daño
3	Ligero
5	Severo
7	Muy severo

## **2.5.CONDUCCIÓN DEL ENSAYO**

El almacenamiento y maduración poscosecha se realizó entre el 07 de marzo (cosecha de frutos) y el 18 de abril del año 2016, fecha terminó de las evaluaciones en el laboratorio; luego se procedió a realizar el análisis de grasa en el Laboratorio de la Escuela de Industrias Alimentarias. El desarrollo de las actividades desarrolladas durante el ensayo, se describe a continuación:

### **2.5.1. Cosecha de frutos**

La cosecha de frutos se realizó en el huerto de la familia Huamaní Avalos ubicado en la localidad de Waranqayoq, en dicho huerto se identificó los tres estados de madurez de frutos, habiéndose procedido con la recolección de frutos en horas de la tarde (4.30 pm a 6.00 pm); para la recolección de frutos se dispuso de jabas cosecheras de 16 kg.

Los frutos fueron cosechados mediante el uso de materiales y herramientas necesarias, como los guantes y tijeras de podar. Con una mano se sujetó el fruto y con la otra la tijera de podar cortando el pedúnculo a 5 cm y recortando a 0.5 cm en la base del fruto.

Una vez cosechado los frutos se fueron colocando cuidadosamente en las jabas cosecheras, para evitar los daños mecánicos durante el transporte del producto.



**Fotografía 2.1.** Cosecha de frutos variedad Hass, en el huerto de la familia Huamaní.

### **2.5.2. Transporte de frutos**

Las jabas con frutos fueron trasladados el día 07 de marzo durante las primeras horas de la mañana al Laboratorio de Viticultura y Enología. Las jabas fueron colocadas unas sobre otras y protegidas con papel periódico para evitar el calentamiento de frutos. El transporte se realizó con un vehículo (camioneta) a través de la carretera asfaltada desde el huerto con palta en Waranqayoq hasta la ciudad de Ayacucho, generando un mínimo movimiento durante el traslado.

### **2.5.3. Selección y clasificación**

En el laboratorio, se procedió con la selección de aquellos frutos de tamaño uniforme y separando los frutos sanos de los dañados; se descartó aquellos frutos que presentaban daños físicos, mecánicos y ciertas deformaciones. Luego se procedió con la clasificación de frutos en tres estados de madurez para los tratamientos fijados previamente.



**Fotografía 2.2.** Clasificación y selección de los frutos en los tres estados de madurez.

#### **2.5.4. Lavado, enfriado**

Con los frutos ya clasificados se procedió a realizar el lavado de frutos y paralelamente el enfriado. El enfriamiento fue a temperatura de 5°C durante 10 minutos, en base a la recomendación de Toledo (1992), con el objetivo de eliminar el calor de campo antes de proceder con el almacenamiento refrigerado del producto.

Se instaló 3 baldes con agua potable a 16°C de temperatura inicial y con trozos de hielo. Los trozos de hielo se sumergieron en los baldes con agua en la cantidad necesaria y se iba moviendo con una paleta, el hielo se iba disolviendo progresivamente y la temperatura fue bajando hasta llegar a 5°C, esto fue controlado por un termómetro. En cada balde entro 25 paltas para su respectivo enfriado.



Fotografía 2.3. Preparando el medio de enfriamiento rápido a 5°C.

#### 2.5.5. Secado y etiquetado

Luego se procedió al secado de cada fruto de palta con papel toalla. El etiquetado se realizó para identificar individualmente los frutos y los recipientes con las muestras de los tratamientos estudiados para facilitar la evaluación de las muestras. El etiquetado consistió en colocar la etiqueta o stiker con el código numerado en la zona apical de los frutos.



Fotografía 2.4. Secado y etiquetado de los frutos de palta en sus respectivos envases.

### 2.5.6. Pesaje

Los frutos de palto se pesaron individualmente en una balanza analítica, pesándose los 6 frutos por muestra, 18 frutos por tratamiento y un total de 162 frutos que constituyó el ensayo.



Fotografía 2.5. Pesado de los frutos de los nueve tratamientos.

### 2.5.7. Almacenamiento

El almacenamiento de los frutos de palto se realizó en condiciones ambientales de laboratorio a temperatura de  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$  y en condiciones de refrigeración a temperaturas de  $5^{\circ}\text{C}$  y  $8^{\circ}\text{C}$ ; se brindó las condiciones adecuadas para la conservación y maduración poscosecha del producto durante el tiempo de almacenamiento.



Fotografía 2.6. Almacenamiento de los frutos en las tres temperaturas de almacenamiento.

### 2.5.8. Análisis de grasa

El análisis de grasa se realizó en el Laboratorio de Industrias Alimentarias, cuyo procedimiento del ensayo se desarrolló en dos fases; la primera fase se realizó el día de la instalación del ensayo (07 de marzo) utilizando 3 frutos recién cosechados, en estados de madurez inicial, intermedia y avanzada; la segunda fase fue el último día de almacenamiento de cada tratamiento, utilizando un fruto por cada tratamiento.



**Fotografía 2.7.** Realizando el análisis de grasa con el extractor soxhlet.

## 2.6. PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos de pérdidas de peso se cuantificaron sobre la base del análisis estadístico de los parámetros evaluados del ensayo, habiéndose realizado las pruebas de análisis de variancia (ANVA) y con la significación estadística obtenida, se procedió con la aplicación de las pruebas de Tuckey con nivel de significación del 5% ( $P = 0.05$ ), para determinar la diferencia significativa entre los tratamientos estudiados.

Los cambios de color externo, textura y apariencia interna de pulpa, se aplicaron las escalas paramétricas cualitativas fijados en el estudio; asimismo, se realizó el análisis de grasa cuantitativa en los tratamientos estudiados, al inicio y final del ensayo.

## **CAPÍTULO III**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Sobre la base de los procedimientos experimentales establecidos y de las condiciones ambientales en que se desarrolló la investigación, los resultados obtenidos permitieron lograr los objetivos planteados y que se discuten a continuación.

#### **3.1. TEMPERATURA DE CONSERVACIÓN Y ESTADOS DE MADUREZ**

El trabajo experimental propuesto permitió obtener los datos básicos iniciales de conservación que se muestra en el cuadro 3.1, que se discutirá como introducción a un mayor análisis en capítulos posteriores.

**Cuadro 3.1.** Tiempo de conservación y maduración, en los tratamientos estudiados.

<b>MADUREZ</b>	<b>TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>TIEMPO DE CONSERVACIÓN Y MADURACIÓN</b>
Madurez inicial	5°C	42 días (*)
Madurez inicial	8°C	48 días
Madurez inicial	18±2°C	24 días
Madurez intermedia	5°C	42 días (*)
Madurez intermedia	8°C	39 días
Madurez intermedia	18±2°C	18 días
Madurez avanzada	5°C	42 días (*)
Madurez avanzada	8°C	36 días
Madurez avanzada	18±2°C	15 días

(\*); No llegó a madurar.

A partir de estos datos se pueden indicar que la conservación a 5°C permitió prolongar la conservación de los tres estados de maduración por un periodo de 42 días, mientras que a una temperatura intermedia de 8°C, cercana a 5°C, también resulta favorable para prolongar el tiempo de conservación de los tres estados de maduración en un rango de 36 a 48 días. Esta respuesta general de los frutos, ante dos bajas temperaturas propuestas, tiene un notable valor como tecnología para controlar los efectos aceleradores de maduración que generan las temperaturas altas.

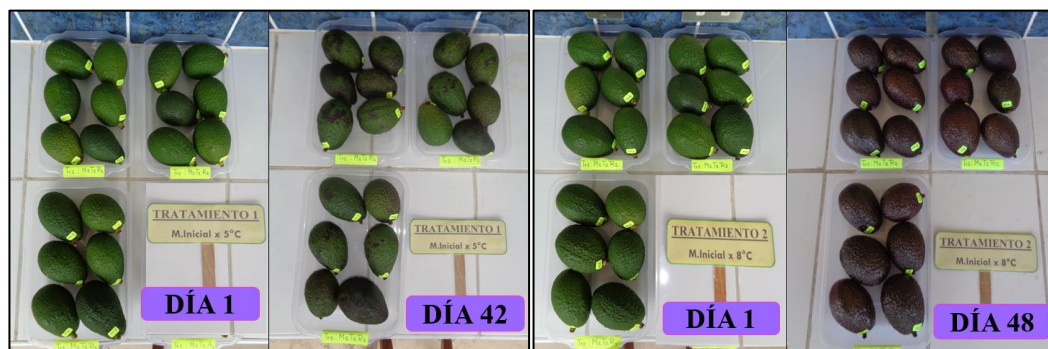
Cuando se almacenan los frutos a temperatura alta de 18°C, se reduce de manera crítica el tiempo de conservación, variando entre 15 y 24 días; en este caso, se observa influencia importante de los estados de maduración, puesto que con madurez inicial se alarga el tiempo de conservación, y que con madurez avanzada se acorta.

En cuanto a los estados de madurez, podemos indicar que conforme se incrementa la temperatura de conservación, los estados de madurez responden de manera diferente; es decir, que conforme aumenta el grado de madurez y la temperatura, se acorta el tiempo de conservación.

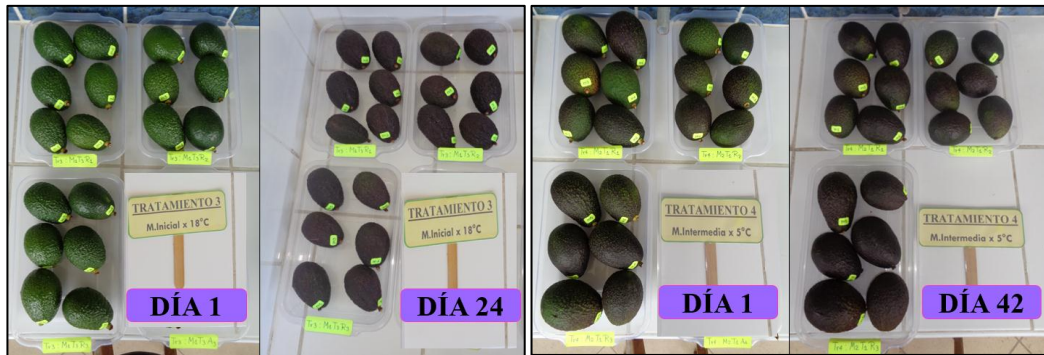
Toledo (1992) afirma que la vida útil de almacenamiento de un producto es inversamente proporcional a la temperatura de conservación.

En relación a estos resultados, las referencias de otras investigaciones informan; Condeña y Palomino (2007) reportan que paltas almacenadas y conservadas a  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$  alcanzaron la maduración óptima a los 12 días y otro grupo de paltas almacenadas a  $5^{\circ}\text{C}$  presentaron su maduración óptima de consumo en 43 días, siendo la temperatura más adecuada para la maduración entre los  $16$  a  $18^{\circ}\text{C}$  en cuanto haya entrado en el estado óptimo para su consumo (Protade, 1993); Arpaia (2004) informa que a  $9^{\circ}\text{C}$  los frutos demoran 30 días en completar su madurez, reduciendo la producción de etileno y la tasa respiratoria; (Ayala, 2005) reporta que a  $5^{\circ}\text{C}$  madurarán en 42 días, a  $7^{\circ}\text{C}$  en 30 días y a  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$  en 18 días.

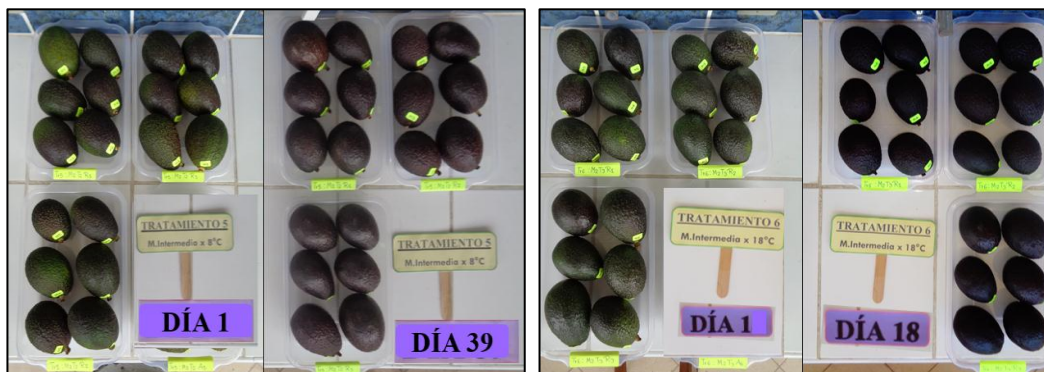
La variación de tiempo de maduración al ambiente podría deberse al lugar de procedencia de las paltas (López y Cajuste 1999) señalan que la altitud ejerce influencia en el comportamiento postcosecha de frutos de palta Hass.



**Fotografía 3.1.** Tratamientos 1 y 2, al inicio del ensayo hasta el último día de conservación.



Fotografía 3.2. Tratamientos 3 y 4, al inicio del ensayo hasta el ultimo día de conservación.



Fotografía 3.3. Tratamientos 5 y 6, al inicio del ensayo hasta el ultimo día de conservación.



Fotografía 3.4. Tratamientos 7, 8 y 9, al inicio del ensayo hasta el ultimo día de conservación.

### 3.2. PÉRDIDA DE PESO (GRAMOS)

Las evaluaciones de peso se realizaron cada tres días y estos pesos permitieron determinar la pérdida de peso en gramos durante 15 días, con estos datos se realizó el cálculo estadístico que se muestra en el cuadro 3.2.

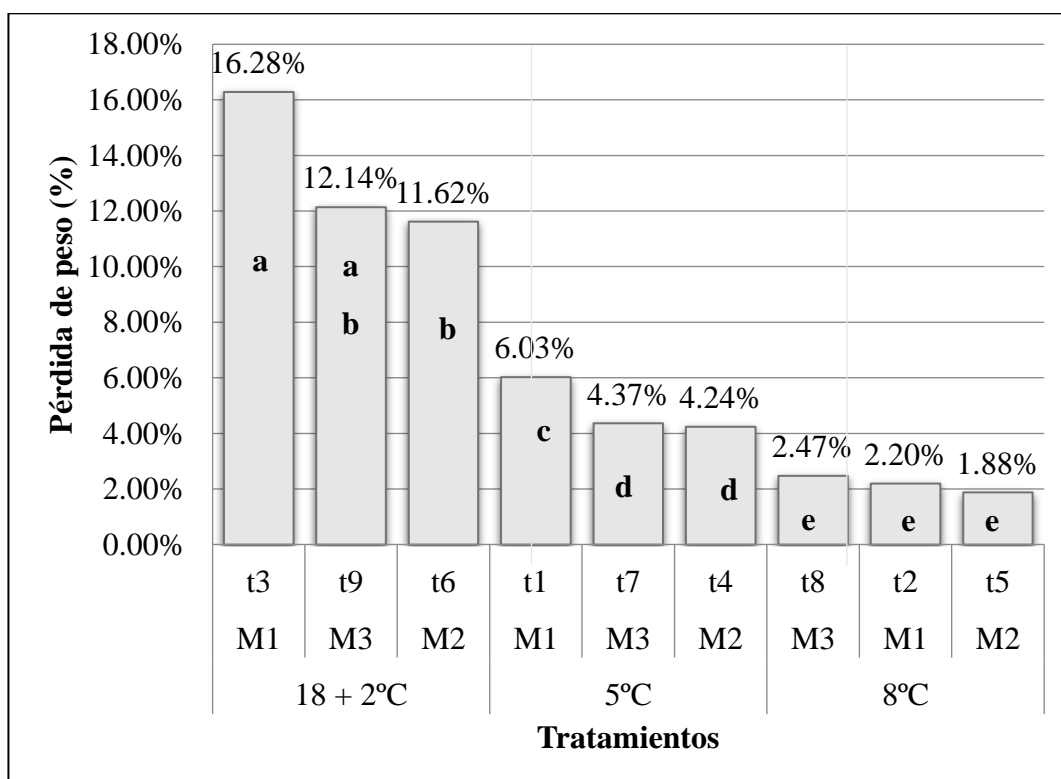
**Cuadro 3.2.** Análisis de variancia de pérdida de peso de los tratamientos durante 15 días de almacenamiento.

<b>F. de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Tratamientos</b>	8	2518.59	314.82	379.68	< 0.000 **
<b>Error</b>	18	14.93	0.83		
<b>Total</b>	26	2533.51			

C.V. = 6.36 %

El análisis indica que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos; procediendo a la realización de la prueba de contraste de Tukey.

Se obtuvo un coeficiente de variabilidad de 6.36 %, siendo el coeficiente menor al 10%, por lo tanto los valores del ensayo son estadísticamente confiables.



**Grafico 3.1.** Prueba de Tukey ( $p=0.05$ ) para la pérdida de peso entre tratamientos, durante 15 días de almacenamiento.

La prueba de Tukey indica la influencia de la temperatura a  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$  en los tres estados de madurez sobre la pérdida de peso cuando se compara con los tratamientos de menor temperatura, determinándose que las temperaturas menores evitan la pérdida de peso altamente significativa puesto que a una mayor temperatura existe una mayor intensidad de transpiración por ende hay pérdida de agua (peso) en el fruto. También se deduce que la madurez intermedia y avanzada tienen tolerancia a la deshidratación a  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ . La temperatura a  $8^{\circ}\text{C}$  ocasiona pérdidas semejantes, la temperatura  $5^{\circ}\text{C}$  influye en la madurez inicial de manera significativa y no así en la intermedia y avanzada. La madurez intermedia y avanzada se puede conservar bien en  $5^{\circ}\text{C}$ ; sin embargo, a esta temperatura los estados de madurez presentaron pérdidas intermedias, en este caso por ser una temperatura menor a las anteriores se esperaría las menores pérdidas de peso sin embargo no es así, debido a que la temperatura de almacenamiento es menor a la adecuada, las pérdidas de peso ya no solo es por la transpiración sino por los daños generados por el frío

En cuanto a los estados de madurez se puede observar que influyen en la pérdida de peso pero no así es un factor determinante. A una misma temperatura el estado de madurez inicial registra las mayores pérdidas de peso a diferencia del estado de madurez intermedia. La pérdida de peso en un fruto en estado de madurez inicial se debe por la superficie con mayor número de estomas por donde escapa fácilmente el vapor de agua induciendo a una mayor pérdida de agua; a diferencia del estado de madurez intermedia y avanzada que presentan lenticelas por donde la transpiración es lenta.

En relación a estos resultados, Ayala (2005) informa que frutos Hass le reportaron pérdidas de peso 16.41% a 18±2°C, a 7°C con 9.12% y a 5°C con 14.62%; Condeña y Palomino (2007) reportan que durante 12 días las paltas Hass almacenadas al ambiente presentan las mayores perdidas de peso con 11.0 % (23.17g) y 10.5 % (23.07); y las almacenadas a refrigeración (5°C) presentan menores perdidas de peso con 4.1 % (8.64g) y (3.0 % 6.73g) respectivamente; encontrándose ciertas semejanzas con la presente investigación.

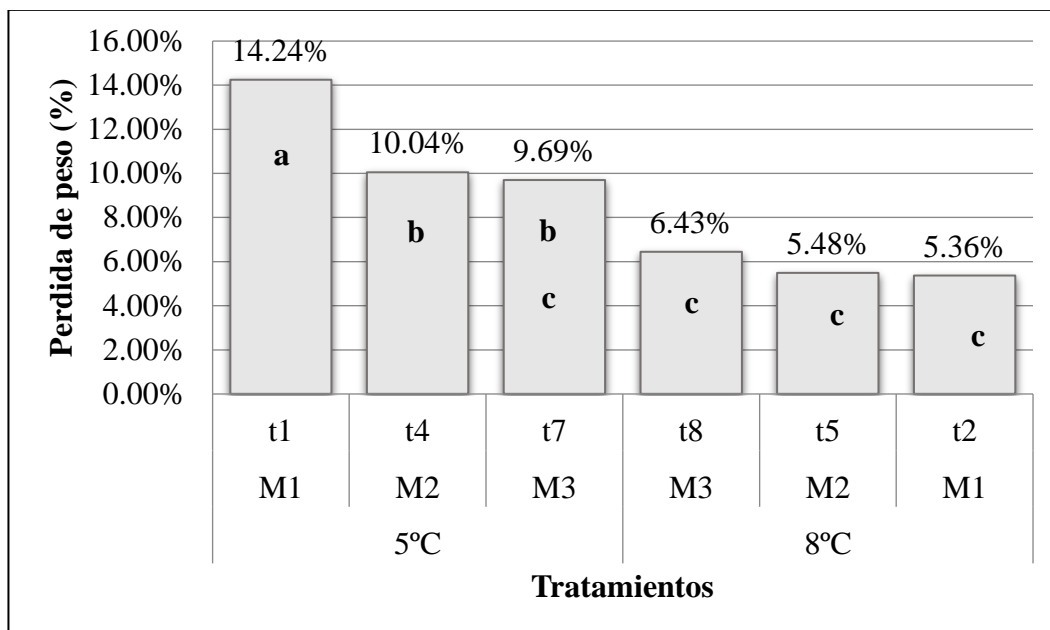
**Cuadro 3.3.** Análisis de variancia para la pérdida de peso de la combinación entre tres estados de madurez de palta Hass y dos temperaturas de almacenamiento (5°C y 8°C), durante 36 días.

<b>F. de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Tratamientos</b>	5	827.18	165.44	37.33	< 0.000 **
<b>Error</b>	12	53.18	4.43		
<b>Total</b>	17	880.35			

C.V. = 11.19 %

El análisis nos revela la existencia de una alta diferencia significativa entre los tratamientos. Para identificar los tratamientos que muestran alta diferencia se elaboró la prueba de Tukey.

El coeficiente de variación es 11.19 %, siendo este coeficiente ligeramente elevado al 10 %, resultado que probablemente se debe a los diferentes ambientes de refrigeración, uno la cámara de frío regulada a 8°C y el otro la cámara convencional a 5°C.



**Grafico 3.2.** Prueba de Tukey ( $p = 0.05$ ) para la pérdida de peso entre tratamientos, durante 36 días de almacenamiento.

De acuerdo al registro, se evidencia que la temperatura más baja ( $5^{\circ}\text{C}$ ), de mayor pérdida de peso en relación a la temperatura  $8^{\circ}\text{C}$ ; existiendo diferencia altamente significativa entre ambas. En cuanto a los estados de madurez, responden de acuerdo a la temperatura de almacenamiento, siendo similar a una temperatura a  $8^{\circ}\text{C}$  de almacenamiento. Al respecto Ron, Barry, Doug y Daryl (1999) indican que la palta registra un tiempo máximo de almacenamiento a la temperatura de  $5^{\circ}\text{C}$  a  $9^{\circ}\text{C}$  de 3 a 5 semanas. Condeña y Palomino (2007) reportan que durante 43 días de almacenamiento a  $5^{\circ}\text{C}$  la pérdida de peso de palta Hass es 12.4% (26.07g) y 11.1 % (24.01g) sin y con enfriamiento respectivamente; siendo próximo a los resultados del presente estudio.

Con la finalidad de un mejor entendimiento de los resultados de la pérdida de peso en cada tratamiento se procedió a la aplicación del análisis de variancia con

arreglo factorial y las respectivas pruebas de contraste de Tukey para los efectos principales de estados de madurez y temperatura de almacenamiento.

**Cuadro 3.4.** Análisis de variancia general para la pérdida de peso de tres estados de madurez de palta Hass almacenada a tres temperaturas (5°C, 8°C y 18°C) durante 15 días.

<b>F. de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; F</b>
E. Madurez (M)	2	32.50	16.25	19.60	**
Temperatura de A. (T)	2	2469.78	1234.89	1489.31	**
Interacción (MxT)	4	16.31	4.08	4.92	**
Error	18	14.93	0.83		
<b>TOTAL</b>	<b>26</b>	<b>2533.51</b>			

C.V. = 6.36

A partir del análisis de varianza se evidencia diferencias altamente significativas entre las pérdidas promedio peso registradas en los tres estados de madurez, prescindiendo de la temperatura; de igual manera, las temperaturas ejercieron influencias altamente significativas en la pérdida de peso. Estas características individuales interactúan de modo muy significativo cuando se analizan las pérdidas dentro de cada temperatura.

**Cuadro 3.5.** Análisis de Variancia para la pérdida de peso durante 15 días para la interacción entre tres estados de madurez de frutos de palta Hass y las temperaturas de refrigeración (5°C, 8°C y 18°C).

<b>F. de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr &gt; F</b>
E. Madurez a 5°C	2	30.48	15.24	18.38	**
E. Madurez a 8°C	2	1.10	0.55	0.66	NS
E. Madurez a 18 $\pm$ 2°C	2	17.23	8.61	10.39	**
Temperaturas a M. inicial	2	876.31	438.16	528.43	**
Temperaturas a M. intermedia	2	739.06	369.53	445.66	**
Temperaturas a M. avanzada	2	870.72	435.36	525.05	**

En el análisis de interacción se determinó que solamente a las temperatura de 5°C y 18 $\pm$ 2°C se establecieron diferencias importantes en términos de pérdida de peso entre los estados de madurez; a los 8°C las pérdidas de peso en frutos en los tres estados de madurez son semejantes, es decir sea cual fuese el estado de madurez, se pierde semejante peso.

En cuanto a las temperaturas de almacenamiento, éstas ejercieron efectos altamente significativos para las pérdidas de peso en los frutos en los tres estados de madurez. Estos resultados evidencian que la variable determinante para la pérdida de peso, es la temperatura de almacenamiento y no los estados de madurez.

**Cuadro 3.6.** Prueba de contraste de Tukey ( $p = 0.05$ ) para la pérdida de peso (g) durante 15 días en la interacción entre estados de madurez y temperatura de almacenamiento.

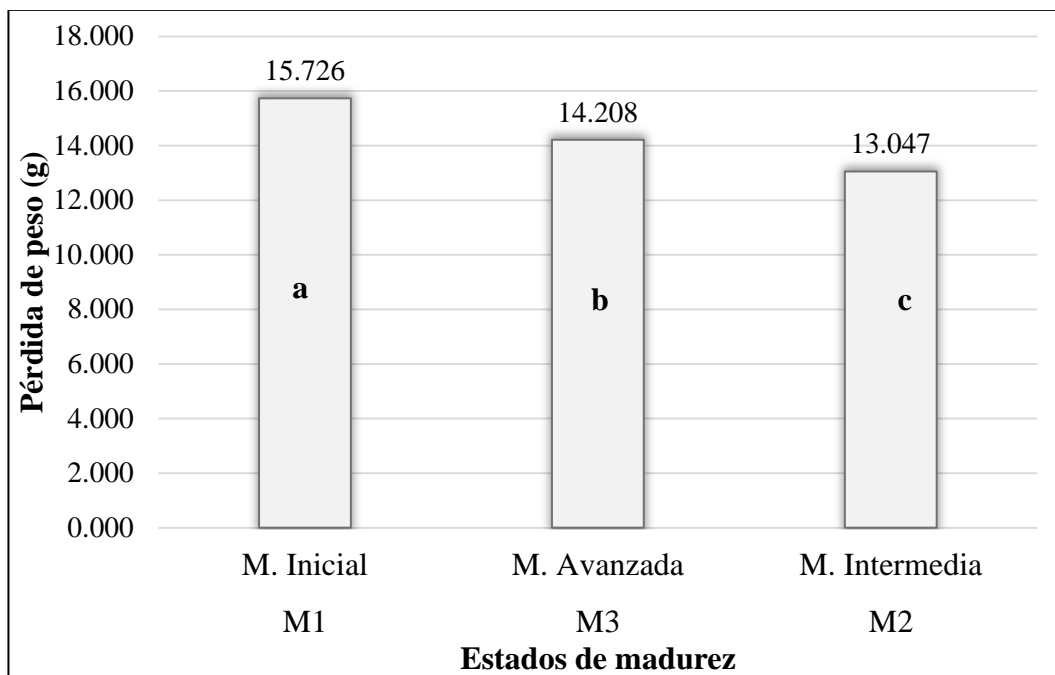
<b>Temperaturas de almacenamiento</b>	<b>Estados de Madurez/ prueba de DSL (Tukey) 0.05</b>		
<b>T1: 5°C</b>	M1: M. Inicial	M3: M. Avanz.	M2: M. Intermedia
	13.244	9.533	9.173
	a	b	b
<b>T3: 18°C</b>	M1: M. Inicial	M3: M. Avanz.	M2: M. Intermedia
	28.860	27.892	25.563
	a	a	b

La prueba informa que a 5°C los frutos con madurez inicial pierden más peso a esta temperatura que los estados avanzado e intermedio, con una diferencia estadística superior. A 18°C es mayor la influencia de la temperatura en la pérdida de peso, registrándose las mayores pérdidas en los estados de madurez inicial y avanzada, con una ligera menor pérdida en el estado intermedio, durante 15 días de almacenamiento.

**Cuadro 3.7.** Prueba de contraste de Tukey (P=0.05) para la pérdida de peso en 15 días, durante la interacción entre temperaturas de almacenamiento y estados de madurez.

Estados de Madurez	Temperaturas de Almacenamiento/ prueba de DSL (Tukey) 0.05		
	T3 (18°C)	T1 (5°C)	T2 (8°C)
<b>M. INICIAL</b>	28.860	13.244	5.075
	a	b	c
	_____	_____	_____
<b>M.INTERMEDIA</b>	25.563	9.173	4.405
	a	b	c
	_____	_____	_____
<b>M. AVANZADA</b>	27.892	9.533	5.200
	a	b	c
	_____	_____	_____

En este análisis se revela que en los tres estados de madurez las temperaturas influyen de modo semejante. A exponerse a 18°C, es mayor la pérdida de peso en los tres estados de madurez de fruto, mientras que la menor pérdida de peso ocurrió a 8°C. Las diferencias de pérdida de peso entre 18°C y las otras dos (5° y 8°C) son muy significativas para los fines de conservación. De igual modo, se ha determinado que la madurez inicial es más sensible a la temperatura de 5°C y que la madurez intermedia tolera mejor la temperatura de 18°C. Según el detalle, hasta los 15 días, los frutos se conservaron mejor a 8°C, de manera importante.



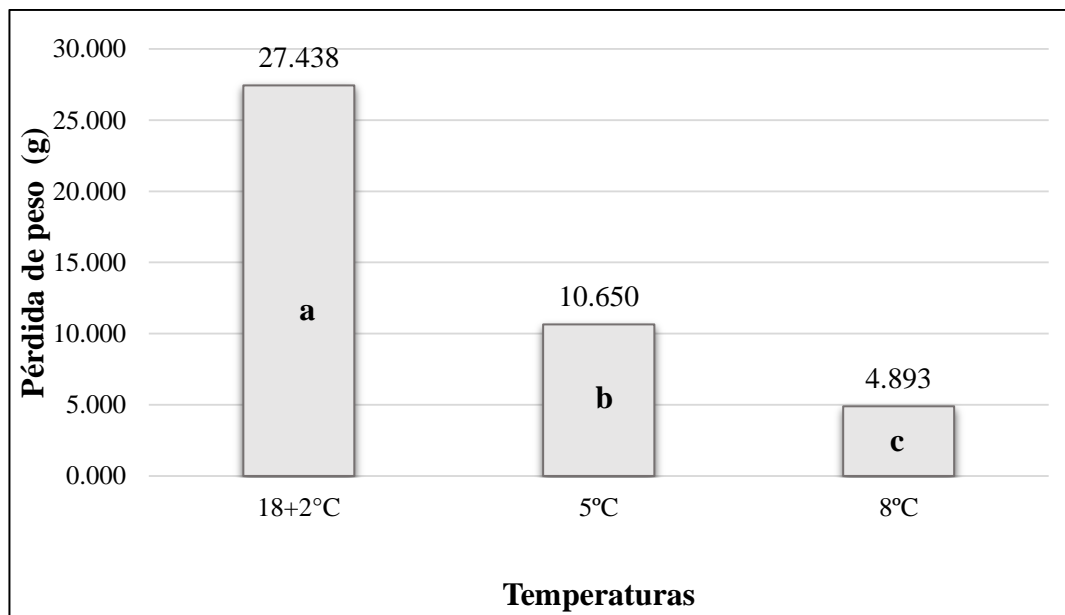
**Grafico 3.3.** Prueba de Tukey ( $p = 0.05$ ) para la pérdida de peso de frutos Hass de tres estados de madurez almacenados durante 15 días.

Cuando se analizan las pérdidas de peso en los estados de madurez, sin considerar la temperatura, la prueba de Tukey informa que en la madurez inicial ocurre la mayor pérdida en gran proporción respecto a los otros estados; es decir existe influencia importante del inicio de madurez, en razón a que en esos momentos el fruto extraído del árbol comienza un acelerado proceso de transpiración por efecto del inicio de la maduración y su desconexión con la planta madre. En las madureces avanzada e intermedia, la velocidad respiratoria se acelera y la transpiración aumenta por el cambio estructural de la pulpa (Barrantes, 2016; información personal).

Al respecto de la transpiración en frutos, Cummings y Schroeder (1942) citado por Zapata et al. (2010) informan que los estomas están presente sólo en la epidermis externa de los frutos jóvenes de palta Hass y son reemplazados por las

lenticelas al ir cambiando de color, adquiriendo tonalidades más oscuras; estas zonas facilitan de manera importante la transpiración en los frutos durante la maduración, especialmente los estomas porque por ellos se pierde agua alrededor del 90% del total de agua perdida (Lallana, 2003).

En relación a la disminución de la pérdida conforme avanza la madurez, Arpaia (2004) indica que la respiración aeróbica utiliza los carbohidratos de reserva del fruto que se combina con el oxígeno y produce CO<sub>2</sub>, agua y calor; por, ello al disminuir la tasa respiratoria disminuye la transpiración de manea temporal. Ron et al. (1999) informan que la actividad respiratoria por unidad de peso es más alta en las fases previas a la maduración organoléptica y declina luego progresivamente con la edad, lo cual puede indicar que las paltas Hass en madurez avanzada pierden más peso que las almacenadas a madurez intermedia.



**Grafico 3.4.** Prueba de Tukey ( $p = 0.05$ ) para la pérdida de peso de frutos Hass almacenados durante 15 días en tres temperaturas (5°C, 8°C y 18±2°C).

Al analizarse el efecto de las temperaturas sobre la pérdida de peso, prescindiendo de la madurez del fruto, la prueba de Tukey revela que a temperatura de  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ , se produce la de mayor pérdida de peso, en relación a las temperaturas de  $8^{\circ}\text{C}$  y  $5^{\circ}\text{C}$ , ente las cuales se estableció diferencias altamente significativas. Se considera que a  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$  frutos pasan por un proceso de mayor transpiración y respiración; a  $5^{\circ}\text{C}$  se reduce la transpiración y se produce alguna muerte celular de tejidos; a  $8^{\circ}\text{C}$  la menor pérdida de peso puede deberse por ser un estado intermedio de temperatura, que le permite al fruto avanzar la madurez sin incrementar de manera importante la transpiración.

Al respecto Toledo (1992) indica que la temperatura tiene un efecto estimulador sobre el ritmo respiratorio del fruto de palto, de manera directamente proporcional, puesto que la temperatura modifica el efecto del etileno aumentando el ritmo respiratorio y provocando una excesiva pérdida de agua por transpiración (Arias y Toledo, 2000). Por ello, las paltas Hass almacenadas a temperatura ambiente ( $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) muestran una mayor pérdida de peso en comparación a las almacenadas a refrigeración ( $8^{\circ}\text{C}$  y  $5^{\circ}\text{C}$ ).

En tanto, Condeña (2015) menciona que la exposición de los productos a temperaturas no favorables ocasiona daños por frío, congelamiento, calor y causando desórdenes fisiológicos y excesiva pérdida de peso en el almacenamiento. Los daños por frío se producen a nivel de la membrana celular afectando su integridad estructural (Zoffoli y Gaudlitz, 2004); por ello, las paltas Hass almacenadas a  $5^{\circ}\text{C}$  perdieron más peso en comparación de las almacenadas a  $8^{\circ}\text{C}$ .

**Cuadro 3.8.** Análisis de variancia general para la pérdida de peso de los frutos de palto en 36 días, almacenados a dos temperaturas de refrigeración (5°C y 8°C).

<b>F. de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>P &gt; F</b>
E. Madurez (M)	2	81.95	40.98	9.25	**
Temperatura de A. (T)	1	629.77	629.77	142.11	**
Inter (M x T)	2	115.45	57.73	13.03	**
Error	12	53.18	4.43		
Total	17	880.35			

C.V. = 11.19%

El análisis de variancia muestra evidencia de que existen diferencias altamente significativas en las pérdidas de peso promedio de los estados de madurez, así como en la las pérdidas registradas en cada temperatura de almacenamiento durante los 36 días. El análisis también revela que la interacción entre ambas variables es altamente significativa, es decir que la influencia de la temperatura varía significativamente en cada estado de madurez.

**Cuadro 3.9.** Análisis de Variancia para la pérdida de peso de frutos de palto en 36 días de almacenamiento durante la interacción entre estados de madurez y temperaturas de refrigeración (5°C y 8°C).

<b>F. de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>Pr &gt; F</b>
E. Madurez a 5°C	2	195.31	97.66	22.04	**
E. Madurez a 8°C	2	2.09	1.05	0.24	NS
Temperaturas en M. inicial	1	538.69	538.69	121.56	**
Temperaturas en M. intermedia	1	120.05	120.05	27.09	**
Temperaturas a M. avanzada	1	86.49	86.49	19.52	**

El análisis de interacción se determinó que solamente a la temperatura de 5°C se establecieron diferencias importantes en términos de pérdida de peso entre los estados de madurez a 36 días de almacenamiento, semejante a lo ocurrido con 15 días; a los 8°C las pérdidas de peso en frutos, en los tres estados de madurez son semejantes, es decir no existe interacción significativa entre estados de madurez y la temperatura de 8°C.

En cuanto a las temperaturas de almacenamiento, durante 36 días, éstas ejercieron efectos altamente significativos para las pérdidas de peso en los frutos en los tres estados de madurez. Estos resultados evidencian que la variable determinante para la pérdida de peso, es la temperatura de almacenamiento y no los estados de madurez.

**Cuadro 3.10.** Prueba de contraste de Tukey ( $p = 0.05$ ) para la pérdida de peso de frutos (g) en tres estados de madurez, almacenados a 5°C durante 36 días.

Temperaturas de almacenamiento	Estados de Madurez/ prueba de DSL (Tukey) 0.05		
	M1: M. Inicial	M2: M. Intermedia	M3: M. Avanzada
	31.309	21.762	21.123
T1: 5°C	a	b	B

Se evidencia que a 36 días de almacenamiento de los frutos a 5°C, con madurez inicial, sus pérdidas de peso tienen mayor importancia o son de mayor proporción que en madurez intermedia y avanzada. Este resultado es una comprobación más de que los frutos que se encuentran iniciando la madurez pasan por estados de

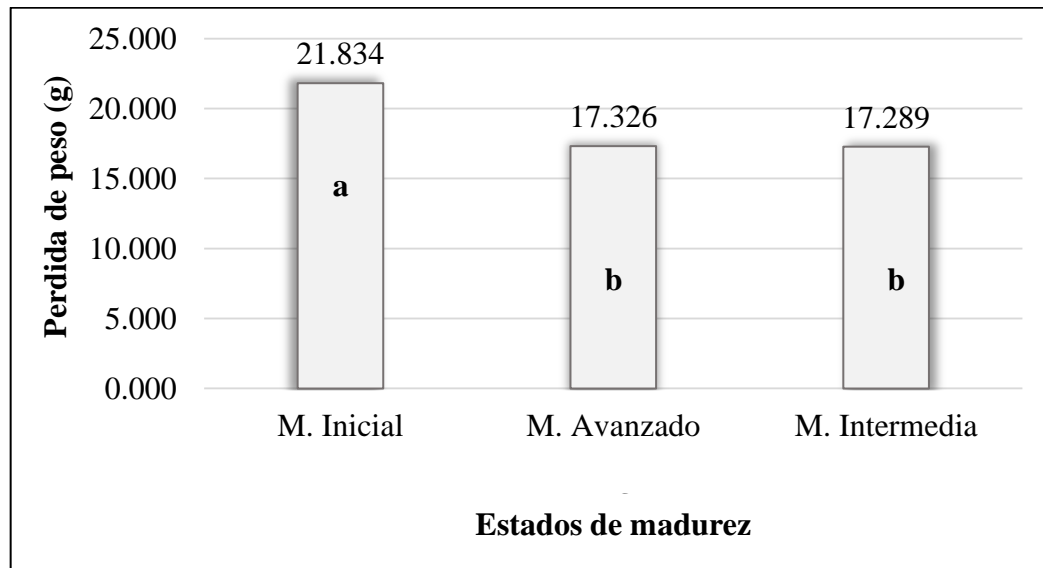
mayor transpiración que los frutos en madurez intermedia y avanzada, de manera altamente significativa.

**Cuadro 3.11.** Prueba de contraste de Tukey ( $p = 0.05$ ) para la pérdida de peso de frutos (g) en 36 días, durante la interacción entre temperatura de almacenamiento y estados de madurez.

Estados de Madurez	Temperaturas de Almacenamiento/ prueba de DSL (Tukey) 0.05	
	T1 (5°C)	T2 (8°C)
M. INICIAL	31.309 a	12.358 B
M. INTERMEDIA	21.762 a	12.816 b
M. AVANZADA	21.123 a	13.529 b

La prueba de Tukey indicó que la temperatura de 5°C, influyó de manera altamente significativa en la pérdida de peso en los tres estados de madurez, lo cual es un indicador que la temperatura baja de almacenamiento tiene efecto desfavorable en la conservación de peso de los frutos, a cualquier estado de madurez, y que esta respuesta de los frutos a 5°C difiere con alta significación de la pérdida de peso producida a 8°C en los tres estados de madurez.

Respecto a estos resultados podemos indicar que la variable determinante en términos de pérdida de peso, son las temperaturas de almacenamiento a diferencia de los estados de madurez.

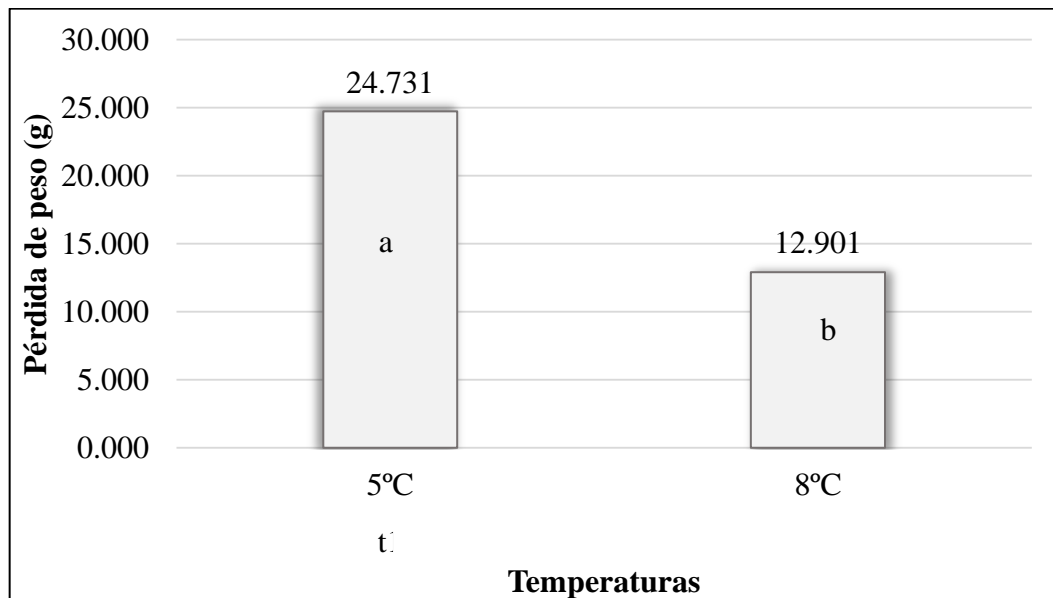


**Grafico 3.5.** Prueba de Tukey ( $p = 0.05$ ) para la pérdida de peso de frutos Hass de tres estados de madurez almacenados durante 36 días.

La prueba de Tukey informa que la madurez inicial es la de mayor pérdida de peso en relación a los otros estados de madurez (avanzada e intermedia), existiendo diferencia altamente significativa entre la madurez inicial con respecto a los otros estados de madurez; la madurez avanzada e intermedia tienen pérdidas semejantes. En la madurez inicial existe mayor transpiración por las células y tejidos más activos debido a ser un fruto insipiente, ocasiona una mayor pérdida de agua a través de los estomas, por donde se pierde fácilmente el vapor de agua; la madurez avanzada e intermedia se conserva mejor, obteniendo las menores pérdidas.

Al respecto Ron et al. (1999) indican que la actividad respiratoria por unidad de peso es más alta en las fases previas a la maduración organoléptica y declina

luego progresivamente con la edad. A los 36 días de almacenamiento las paltas Hass almacenadas a madurez intermedia y avanzada, en refrigeración, presentan un estado de madurez similar; razón por la cual sus pérdidas de peso son estadísticamente iguales.



**Gráfico 3.6.** Prueba de Tukey ( $p = 0.05$ ) para la pérdida de peso de frutos Hass de temperaturas de refrigeración (5°C y 8°C) almacenados durante 36 días.

La prueba de Tukey indica que; a 5°C hay mayor pérdida debido a los daños generados al frío; como indica (Zoffoli y Gaudlitz, 2004) que almacenar el fruto con temperaturas bajo los 6° C, especialmente cuando se prolonga el tiempo de almacenaje en frío, el daño se produce a nivel de la membrana celular afectando su integridad estructural; de esta manera, se demuestra una pérdida de peso a consecuencia del daño producido por frío. A 8°C la pérdida de peso es menor, al respecto Ron et al. (1999) señalan que al descender la temperatura disminuye el ritmo de deterioro, es decir en este caso disminuye la pérdida de peso. Se evidencia que a temperaturas de 5°C y 8°C existe alta diferencia significativa en terminos de pérdida de peso.

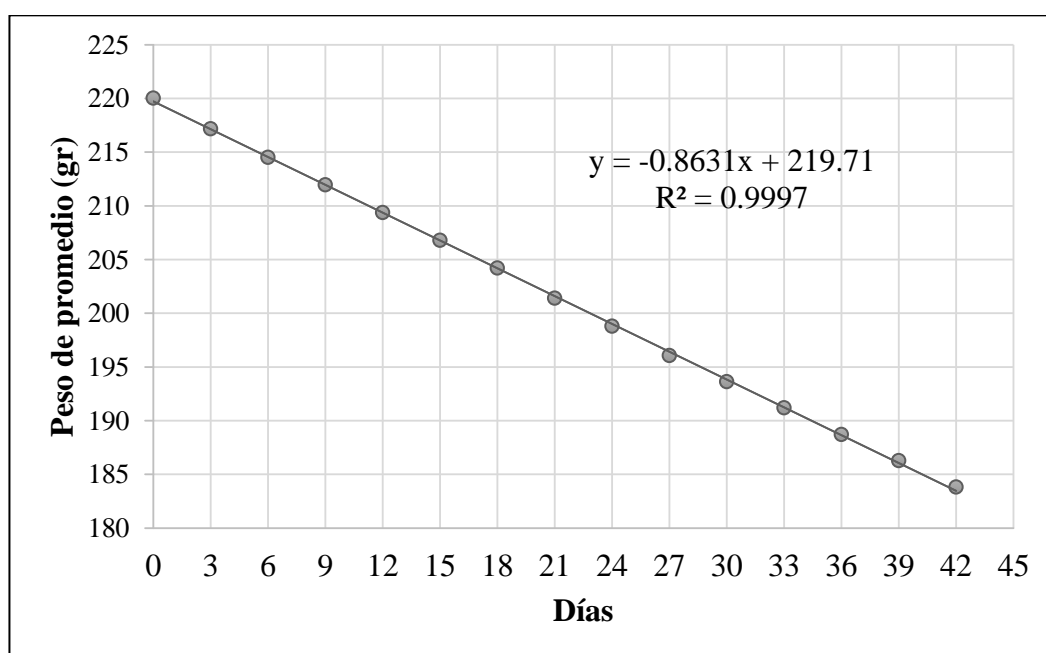
### 3.3. TENDENCIA DE PÉRDIDA DE PESO

**Cuadro 3.12.** Análisis de Variancia de la regresión lineal de pérdida de peso del “t1” (madurez inicial a 5°C) durante 42 días de almacenamiento.

F. de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
<b>Regresión lineal</b>	1	1877.10	1877.10	46497.72	**
<b>Error</b>	13	0.52	0.04		
<b>Total</b>	14	1877.62			

Coefficiente Determinación ( $R^2$ ) = 0.99

A partir de estos cálculos podemos señalar que la regresión lineal es altamente significativa, con un coeficiente de determinación de 0.99 próximo a 1; es decir, la pérdida de peso presenta una tendencia lineal.



**Gráfico 3.7.** Tendencia de pérdida de peso de palta Hass del “t1” (madurez inicial a 5°C), durante 42 días de almacenamiento.

De acuerdo al gráfico y a los resultados de regresión se puede evidenciar que el descenso de peso es constante y no existe variación. Se evidencia una regresión lineal, significa que la evaporación no se detiene a 5°C, esta temperatura permite

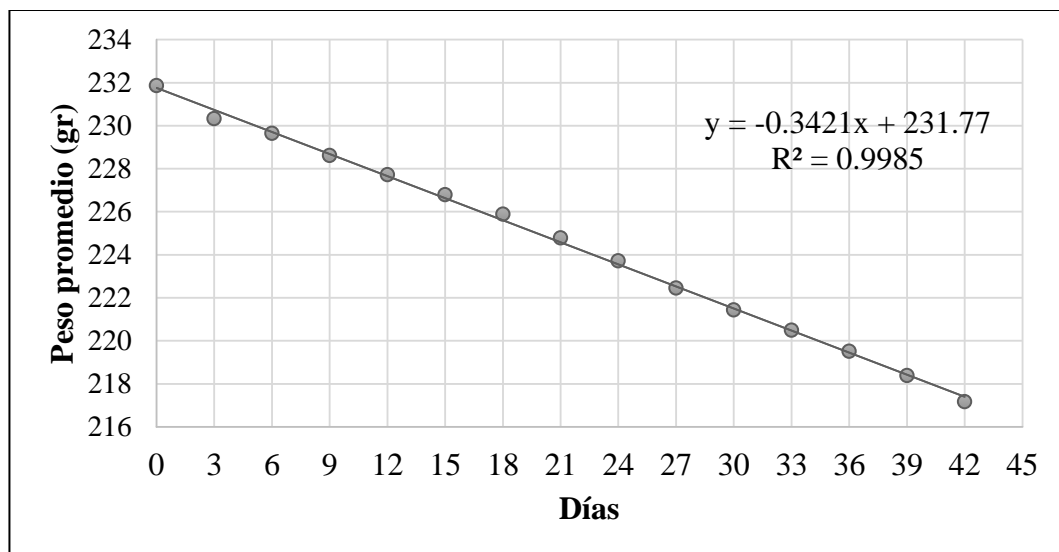
que la pérdida sea lenta, observándose una pérdida de peso de 0.86 gramos por día.

**Cuadro 3.13.** Análisis de Variancia de la regresión lineal de pérdida de peso del “t2” (madurez inicial a 8°C) durante 42 días de almacenamiento.

<b>F. de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Regresión lineal</b>	1	294.96	294.96	8721.30	**
<b>Error</b>	13	0.44	0.03		
<b>TOTAL</b>	14	295.40			

$$R^2 = 0.9985$$

De acuerdo al registro podemos evidenciar que la regresión lineal es altamente significativa, con un coeficiente de determinación de 0.99 próximo a 1; es decir, la pérdida de peso presenta una tendencia lineal.



**Gráfico 3.8.** Tendencia de pérdida de peso de palta Hass del “t2” (madurez inicial a 8°C) durante 42 días de almacenamiento.

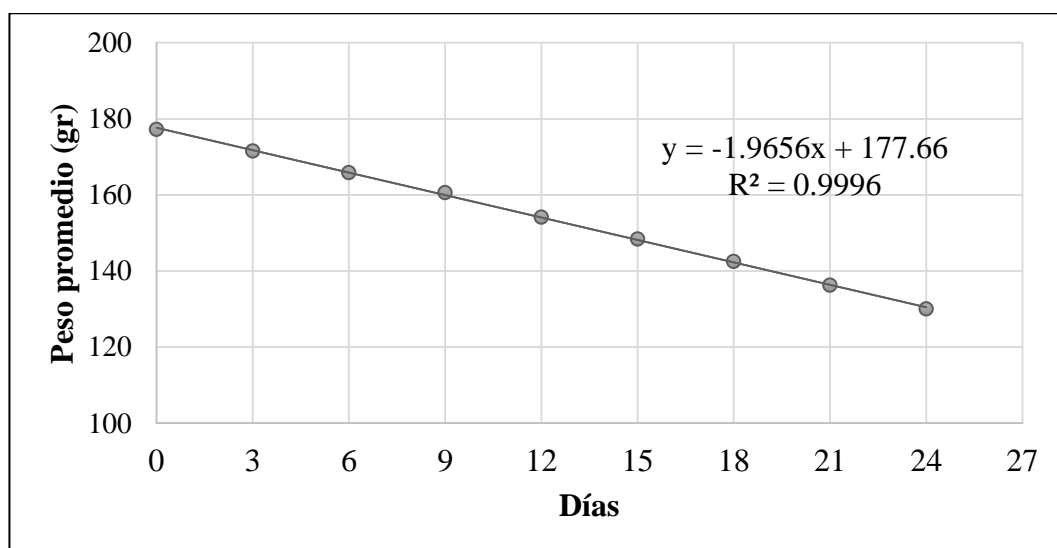
A partir del gráfico y a los resultados de regresión se puede evidenciar que la pérdida de peso es directamente proporcional a los días de almacenamiento.

Observándose una pérdida de peso de 0.34 gramos por día, a 8°C la temperatura baja y la transpiración es mucho más lenta y hay menor pérdida de peso.

**Cuadro 3.14.** Análisis de Variancia de la regresión lineal de pérdida de peso del “t3” (madurez inicial a 18±2°C) durante 24 días de almacenamiento.

F. de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
<b>Regresión lineal</b>	1	2086.40	2086.40	15721.07	**
<b>Error</b>	7	0.93	0.13		
<b>TOTAL</b>	8	2087.33			

Del registro observado podemos evidenciar que la regresión lineal es altamente significativa, con un coeficiente de determinación de 0.99 próximo a 1; es decir, la pérdida de peso presenta una tendencia lineal.



**Gráfico 3.9.** Tendencia de pérdida de peso de palta Hass del “t3” (madurez inicial a 18±2°C) durante 24 días de almacenamiento.

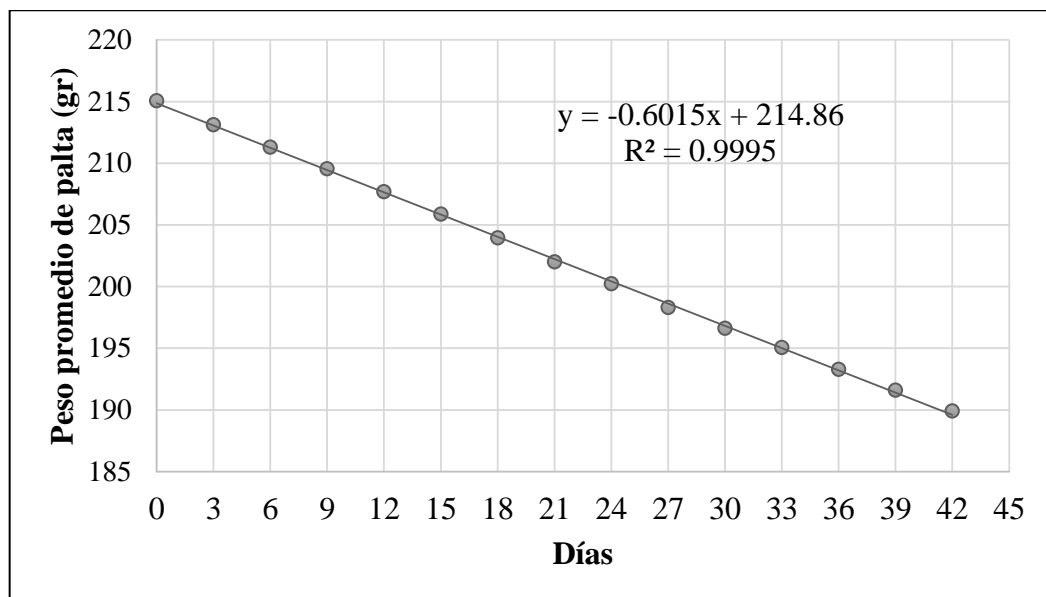
De acuerdo con el gráfico y los resultados de regresión se puede evidenciar que la pérdida de peso es de 1.96 gramos por día, el descenso de peso es constante y no

existe variación. A una alta temperatura la transpiración es más rápida y existe mayor pérdida de peso.

**Cuadro 3.15.** Análisis de Variancia de la regresión lineal de pérdida de peso del “t4” (madurez intermedia a 5°C) durante 42 días de almacenamiento.

F. de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr >F
Regresión	1	911.68	911.68	26754.94	**
Error	13	0.44	0.03		
TOTAL	14	912.13			

A partir de los datos podemos indicar que la regresión lineal es altamente significativa, con un coeficiente de determinación de 0.99 próximo a 1; es decir, la pérdida de peso presenta una tendencia lineal.



**Gráfico 3.10.** Tendencia de pérdida de peso de palta Hass del “t4” (madurez intermedia a 5°C) durante 42 días de almacenamiento.

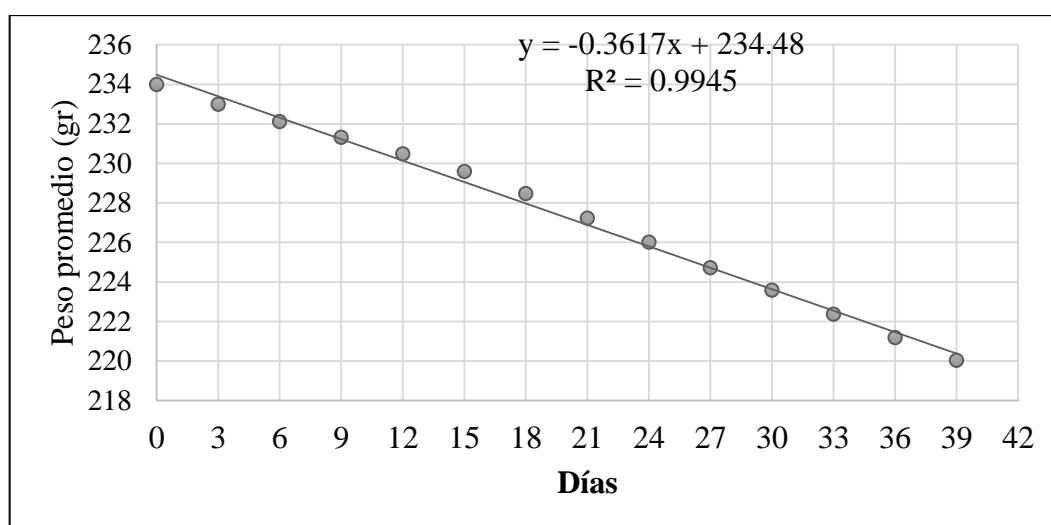
El gráfico y los resultados de regresión revelaron que la pérdida de peso es directamente proporcional a los días de almacenamiento, observándose una

pérdida de peso de 0.60 gramos por día, significa que la evaporación no se detiene.

**Cuadro 3.16.** Análisis de Variancia de la regresión lineal de pérdida de peso del “t5” (madurez intermedia a 8°C) durante 36 días de almacenamiento.

<b>F. de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Regresión lineal</b>	1	267.90	267.90	2155.67	**
<b>Error</b>	12	1.49	0.12		
<b>TOTAL</b>	13	269.39			

De acuerdo al registro de evidencia que la regresión lineal es altamente significativa, con un coeficiente de determinación de 0.99 próximo a 1; es decir, la pérdida de peso presenta una tendencia lineal.



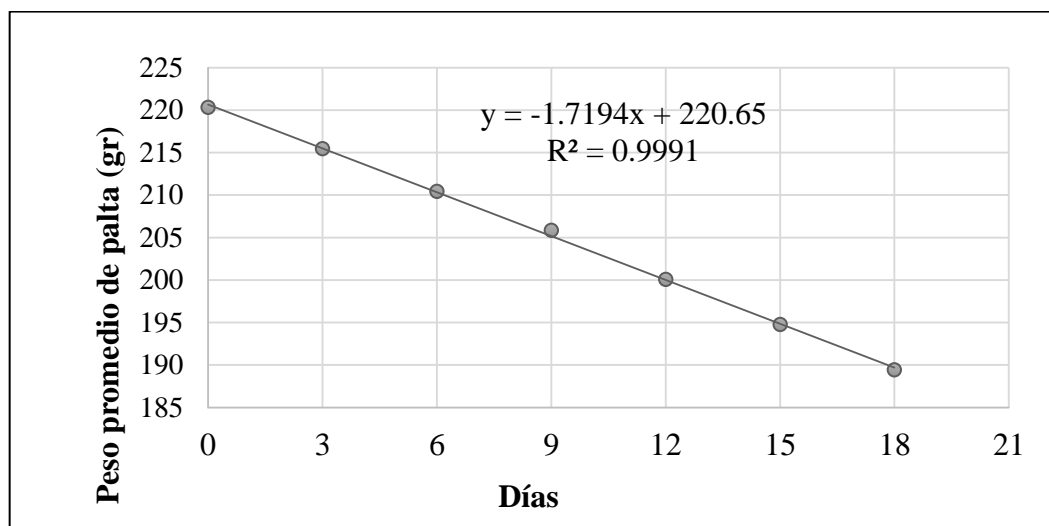
**Gráfico 3.11.** Tendencia de pérdida de peso de palta Hass del “t5” (madurez intermedia a 8°C) durante 36 días de almacenamiento.

A partir del gráfico y los resultados de regresión revelaron que la pérdida de peso es directamente proporcional a los días de almacenamiento, observándose una pérdida de peso de 0.36 gramos por día.

**Cuadro 3.17.** Análisis de Variancia de la regresión lineal de pérdida de peso del “t6” (madurez intermedia a  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) durante 18 días de almacenamiento.

F. de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
<b>Regresión lineal</b>	1	744.97	744.97	5578.28	**
<b>ERROR</b>	5	0.67	0.13		
<b>TOTAL</b>	6	745.63			

Al observar los cálculos se evidencia que la regresión lineal es altamente significativa, con un coeficiente de determinación de 0.99 próximo a 1; es decir, la pérdida de peso presenta una tendencia lineal.



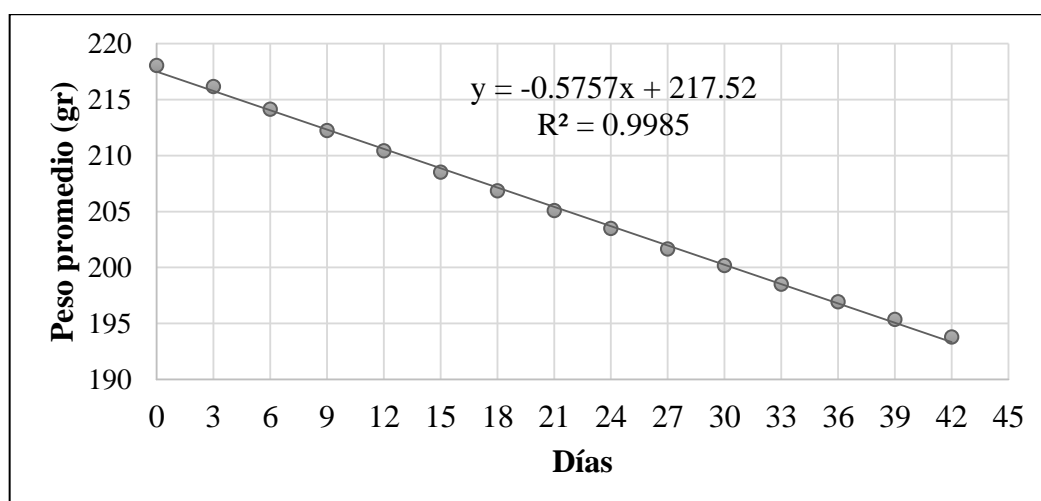
**Gráfico 3.18.** Tendencia de pérdida de peso de palta Hass del “t6” (madurez intermedia a  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) durante 18 días de almacenamiento.

Al evidenciar el gráfico y los resultados de regresión revelaron que la pérdida de peso es de 1.72 gramos por día, este descenso en el peso es constante. A esta temperatura alta existe una rápida transpiración que permite una mayor pérdida de peso que directamente proporcional a los días de almacenamiento.

**Cuadro 3.18.** Análisis de Variancia de la regresión lineal de pérdida de peso del “t7” (madurez avanzada a 5°C) durante 42 días de almacenamiento.

F. de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
<b>Regresión lineal</b>	1	835.32	835.32	8422.03	**
<b>Error</b>	13	1.29	0.10		
<b>TOTAL</b>	14	836.61			

De acuerdo los cálculos se observa que la regresión lineal es altamente significativa, con un coeficiente de determinación de 0.99 próximo a 1; es decir, la pérdida de peso presenta una tendencia lineal.



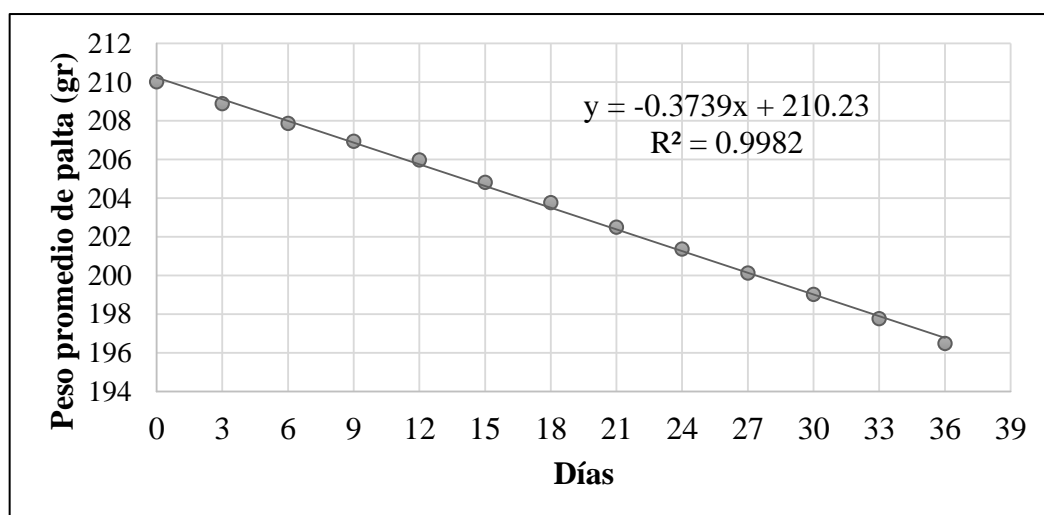
**Gráfico 3.13.** Tendencia de pérdida de peso de palta Hass del “t7” (madurez avanzada a 5°C), durante 42 días de almacenamiento.

A partir del gráfico y los resultados de regresión reportaron que la pérdida de peso es directamente proporcional a los días de almacenamiento, observándose una pérdida de peso de 0.58 gramos por día. La influencia de esta baja temperatura es permanente y constante, significa que la evaporación no se detiene a 5°C hay transpiración lenta que permite la pérdida de peso.

**Cuadro 3.19.** Análisis de Variancia de la regresión lineal de pérdida de peso del “t8” (madurez avanzada a 8°C) durante 36 días de almacenamiento.

<b>F. de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>Regresión lineal</b>	1	228.97	228.97	6187.97	**
<b>ERROR</b>	11	0.41	0.04		
<b>TOTAL</b>	12	229.38			

A partir de los cálculos podemos indicar que la regresión lineal es altamente significativa, con un coeficiente de determinación de 0.99 próximo a 1; es decir, la pérdida de peso presenta una tendencia lineal.



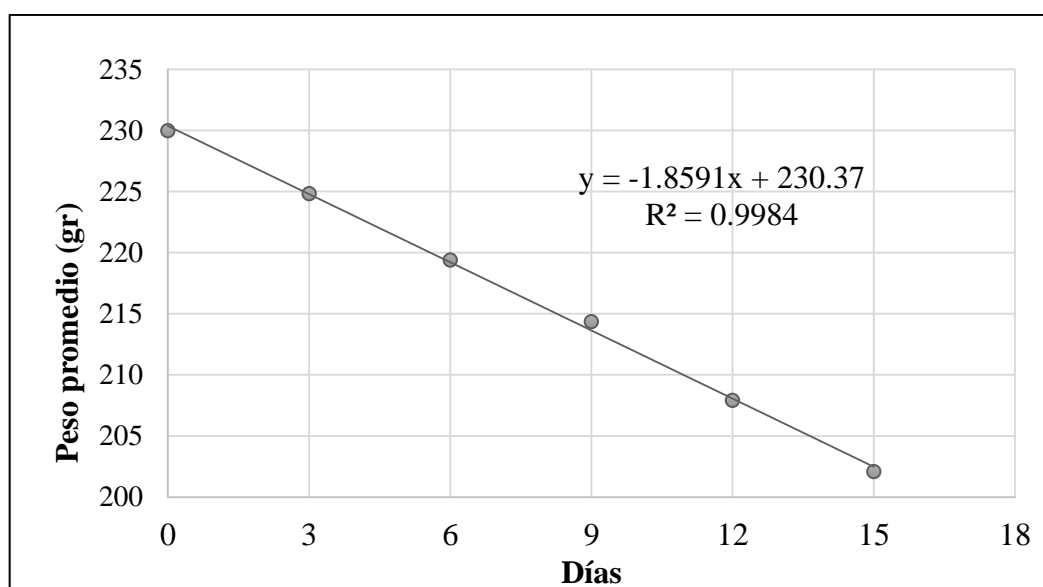
**Gráfico 3.14.** Tendencia de pérdida de peso de palta Hass del “t8” (madurez avanzada a 8°C) durante 36 días de almacenamiento.

Al evidenciar el gráfico y los resultados de regresión podemos indicar que la pérdida de peso de 0.37 gramos por día que es directamente proporcional a los días de almacenamiento. Esta temperatura permite menores pérdidas de peso, debido a una transpiración más lenta.

**Cuadro 3.20.** Análisis de variancia de la regresión lineal de pérdida de peso del t9 (madurez avanzada a  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) durante 15 días de almacenamiento.

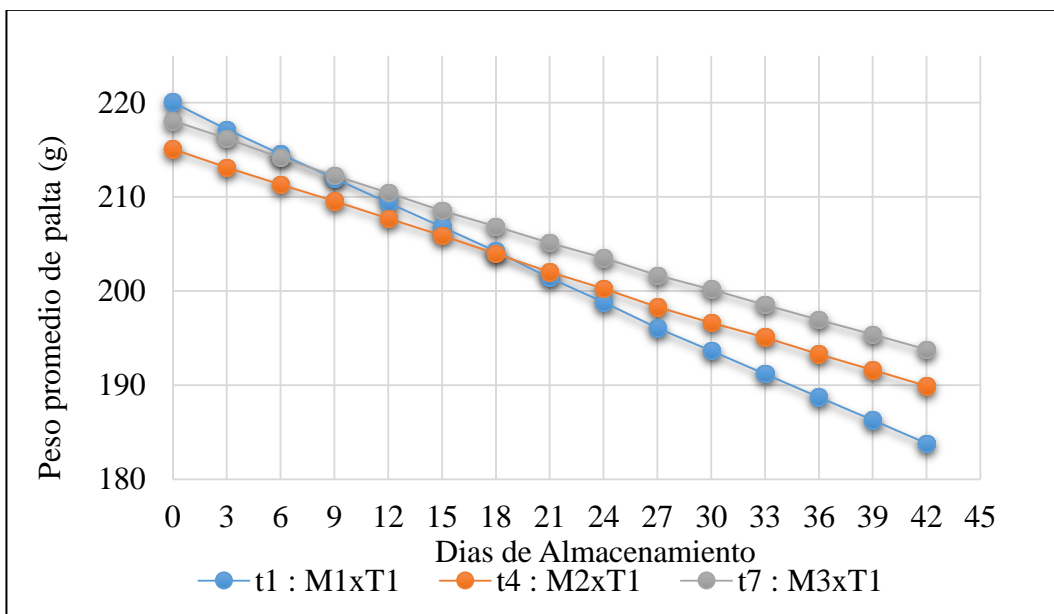
F. de Variación	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
<b>Regresión lineal</b>	1	544.36	544.36	2515.63	**
<b>Error</b>	4	0.87	0.22		
<b>TOTAL</b>	5	545.22			

De acuerdo con los cálculos podemos indicar que la regresión lineal es altamente significativa, con un coeficiente de determinación de 0.99 próximo a 1; es decir, la pérdida de peso presenta una tendencia lineal.

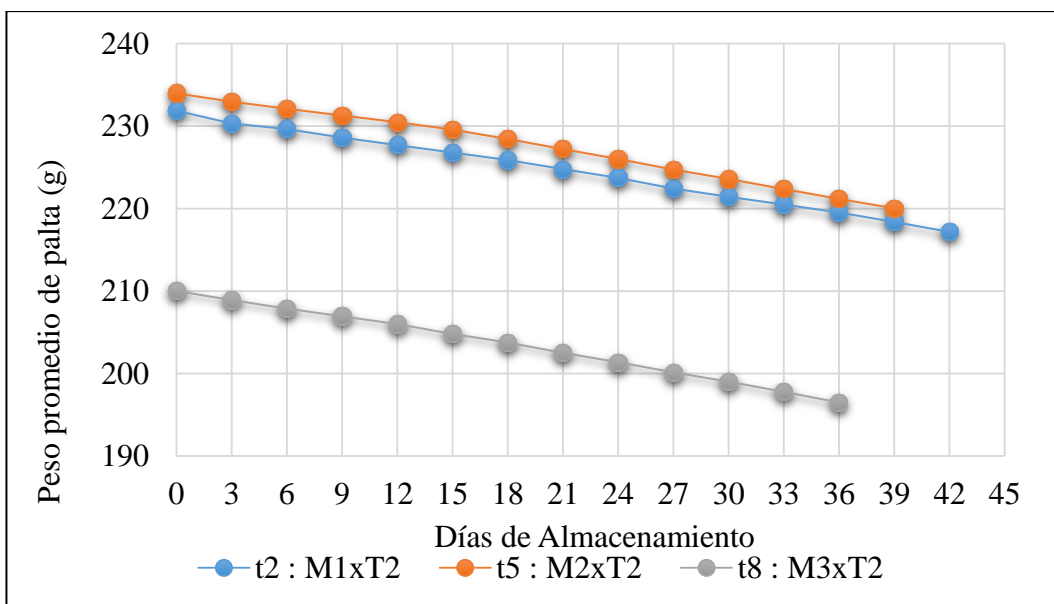


**Gráfico 3.15.** Tendencia de pérdida de peso de palta Hass del t9 (madurez avanzada a  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) durante 15 días de almacenamiento.

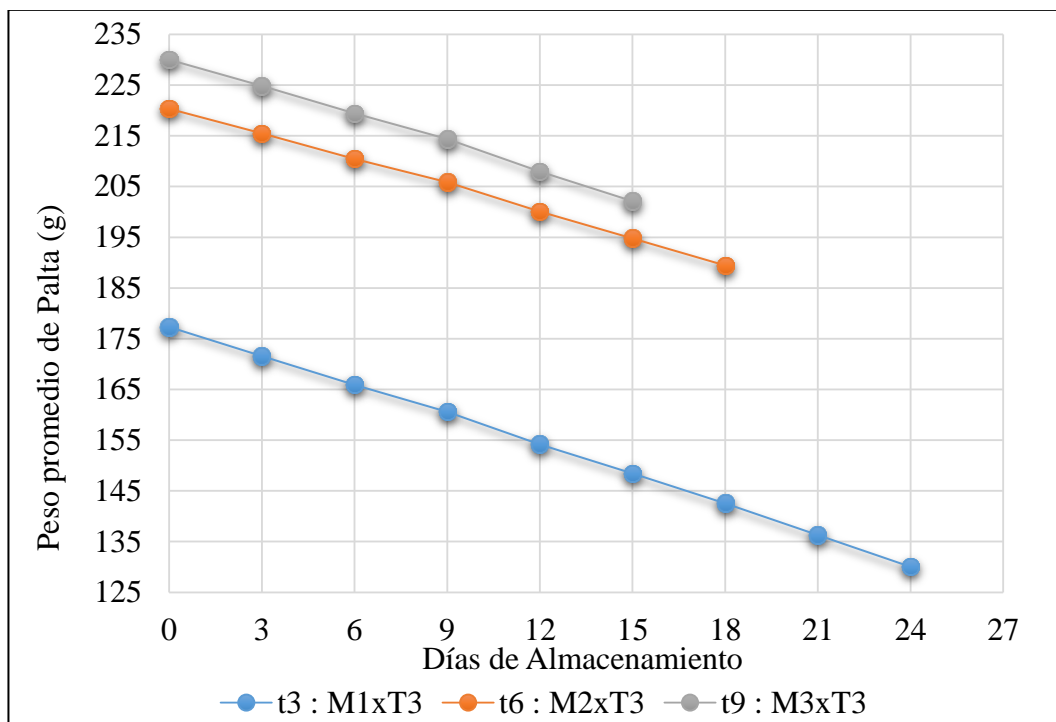
A partir del gráfico y los resultados de regresión podemos señalar que la pérdida de peso en el t9 es directamente proporcional a los días de almacenamiento, observándose una pérdida de peso de 1.86 gramos por día.



**Grafico 3.16.** Pérdida de peso de tres estados de madurez de palta Hass almacenados a 5°C durante 42 días.



**Grafico 3.17.** Pérdida de peso de tres estados de madurez de palta Hass almacenados a 8°C.



**Grafico 3.18.** Pérdida de peso de tres estados de madurez de palta Hass almacenada a 18°C.

A partir de estos gráficos podemos indicar que los tratamientos en estudio presentaron diferentes pérdidas de peso, observándose la diferencia a los 3 días de almacenamiento por efecto de las condiciones de almacenamiento, manteniendo la misma tendencia durante el tiempo de almacenamiento hasta la madurez de consumo. También se puede observar que existe una marcada tendencia en las pérdidas de peso entre los tratamientos expuestos a temperatura ambiente, 8°C y 5°C; siendo las mayores pérdidas de peso en los tratamientos almacenados a temperatura ambiente, y las menores pérdidas de peso en los tratamientos almacenados a 8°C.

### 3.4. CAMBIO DE COLOR EXTERNO (ESCALA)

Se estableció una escala paramétrica de 1 a 7 con el objeto de evaluar progresivamente el cambio de color de la cáscara durante el proceso de maduración, hasta la madurez de consumo de paltas que se muestran en el cuadro 3.21.

**Cuadro 3.21.** Cambios de color de cáscara de tres estados de madurez de palta Hass almacenada con tres temperaturas (5°C, 8°C y 18°C).

Trat.	DÍAS DE ALMACENAMIENTO																
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
t1: M1xT1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-/-	-/-
t2: M1xT2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	5	5	5	7
t3: M1xT3	1	1	1	1	1	1	3	5	7	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
t4: M2xT1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	5	5	-/-	-/-
t5: M2xT2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	5	7	7	-/-	-/-	-/-
t6: M2xT3	3	3	3	3	5	5	7	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
t7: M3xT1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7	7	7	7	-/-	-/-
t8: M3xT2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7	7	7	7	-/-	-/-	-/-	-/-
t9: M3xT3	5	5	5	5	7	7	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

El cuadro 3.21., de cambio de color de cáscara, reporta los cambios de coloración progresiva durante el tiempo de evaluación del producto, ocurriendo los cambios de color de cáscara en todos los tratamientos; a partir de estos datos podemos indicar que la temperatura de 5°C, no es favorable ya que retarda la coloración de la cáscara y con el paso de los días se presenciándose daños y desarrollándose una coloración atípica; la temperatura a 8°C permite un cambio de color uniforme en

la superficie de la cascara en 36 y 48 días; y la temperatura de  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$  permite que los frutos lleguen a su coloración típica en menor tiempo en 15 y 18 días.

En cuanto a los estados de madurez podemos evidenciar que cuanto más incipiente este el fruto, mas días demora en presentar su coloración típica; y cuanto más pintón este el fruto demora menos días en adquirir el color característico de la Hass; teniendo en cuenta la temperatura de almacenamiento, ya que este factor determina la tasa de respiración de los frutos que induce a la mayor o menor producción de etileno, acelerando o retardando el proceso de coloración del fruto.

Estos cambios de color están influenciado por los factores ambientales como la temperatura alta, baja humedad relativa y la composición atmosférica (Toledo, 1992), así como el acorchamiento de lenticelas a medida que transcurre el tiempo lo que nos indica el grado de desarrollo y maduración del fruto (Protade, 1993).

A medida que el fruto madura se va generando una decoloración parcial (degradación de clorofila), por lo que el color verde brillante se va perdiendo paulatinamente y el fruto comienza a verse más opaco, no siendo un índice de madurez muy confiable (Zapata et al. 2010).

En relación a estos resultados, las referencias de otras investigacions informan que; en 12 días al medio ambiente, la cáscara toma el color característico (morado negro) y en 43 días a  $5^{\circ}\text{C}$  el fruto de palta Hass termina de cambiar (Condeña y Palomino 2007).

### 3.5. CAMBIOS DE TEXTURA

El cambio de textura de paltas se observa en el cuadro 3.18, habiéndose elaborado la escala paramétrica de grado 1 a 7 con la finalidad de evaluar los cambios durante el tiempo de conservación y maduración hasta el estado de madurez óptimo de consumo de palta Hass.

**Cuadro 3.22.** Cambios de textura de tres estados de madurez de palta Hass almacenada a tres temperaturas (5°C, 8°C y 18°C).

TRAT.	DÍAS DE ALMACENAMIENTO																
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
<b>t1: M1xT1</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	-/-	-/-
<b>t2: M1xT2</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	5	7
<b>t3: M1xT3</b>	1	1	1	3	3	3	3	5	7	/-	/-	/-	/-	/-	/-	/-	/-
<b>t4: M2xT1</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	-/-	-/-
<b>t5: M2xT2</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	5	5	7	-/-	-/-	-/-
<b>t6: M2xT3</b>	1	1	1	3	5	5	7	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
<b>t7: M3xT1</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	5	-/-	-/-
<b>t8: M3xT2</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	7	7	-/-	-/-	-/-	-/-
<b>t9: M3xT3</b>	1	1	1	3	5	7	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

A partir de estos datos se puede indicar que; los frutos almacenados a 5°C no lograron alcanzar un apropiado cambio de textura, esto debido a una muy baja temperatura no permitió el desarrollo adecuado de este proceso; a los 8°C permitió el adecuado desarrollo de cambio de textura, esta temperatura fue la apropiada para que el cambio de textura se desarrolle paulatinamente en 36 a 42 días; y a los 18±2°C se logró el adecuado desarrollo de cambio de textura en menor tiempo que las otras temperaturas en 15 a 24 días. Esta respuesta general de los frutos, ante dos bajas temperaturas propuestas, se deduciría que ambas

prolongan el cambio de textura sin embargo no es así, a 5°C hay dificultades en el desarrollo de este índice de madurez debido a que esta temperatura baja retarda el cambio de textura, mientras que a 8°C se desarrolla de manera adecuada y logra tener el índice de madurez adecuada que indique que ha llegado a la madurez de consumo.

La maduración lenta y tardía de las paltas, se debe a la temperatura baja con que se almacenó en condiciones de refrigeración, bajando la tasa de respiración y transpiración del producto que retarda los cambios de textura o ablandamiento, siendo uno de los factores más rápidamente detectados en el proceso de maduración (Parodi, 1996).

### **3.6. CAMBIOS DE COLOR INTERNO**

El cuadro 3.23., reporta cambios de color de pulpa en las paltas, habiéndose fijado la escala paramétrica según el índice de madurez de la pulpa de grado 1 a 7, con la cual se evaluó durante el tiempo de almacenamiento a tres temperaturas (5 ° C, 8 ° C y 18 ° C).

**Cuadro 3.23.** Cambios de color de pulpa de tres estados de madurez de palta Hass almacenada a tres temperaturas (5°C, 8°C y 18°C).

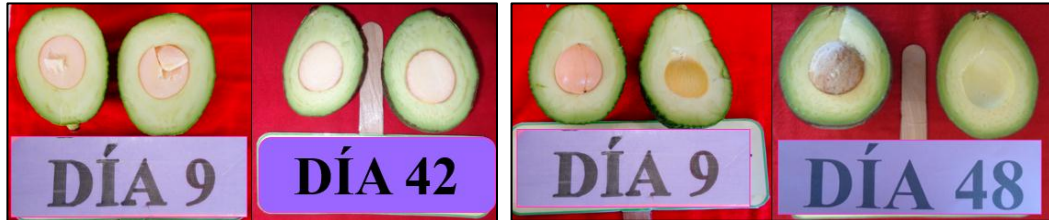
TRATAMIENTO	DÍAS DE ALMACENAMIENTO					
	9	18	27	36	42	48
t1: M1T1	1	1	3	3	3	
t2: M1T2	1	3	3	3	3	5 (*)
t3: M1T3	1	3				
t4: M2T1	3	3	5	5	5	
t5: M2T2	3	5	5	7		
t6: M2T3	3	7				
t7: M3T1	5	5	5	5	5	
t8: M3T2	5	5	7	7		
t9: M3T3	7					

(\*): Siguió en la cámara de frío 8°C

A partir de estos datos se puede indicar que; a 5°C el fruto para llegar al color interno característico se prolonga por un tiempo de 42 días; a 8°C cercano a 5°C, también resulta favorable, ya que el color interno se prolonga de 36 a 42 días; y a 18±2°C el color interno característico se apreció en menos días de 9 a 18 días. Los cambios de color de pulpa al medio ambiente fue más rápida, debido a la alta tasa de respiración con producción de CO<sub>2</sub> y etileno, acelerando la maduración y por ende el cambio de color de pulpa; mientras que los frutos almacenados a refrigeración fueron más lenta, debido a que los frutos bajan su ritmo respiratorio cuando se almacena a bajas temperaturas, reportando menor producción de CO<sub>2</sub> y etileno, retardando así la maduración y el color de pulpa (Téliz, 2000).

A medida que la fruta alcanza la madurez fisiológica, el color de pulpa pasa de ser pálida a ser amarillenta-verdosa y de textura cremosa, la fruta que está madura fisiológicamente posee estas últimas características. El color de la pulpa es notorio

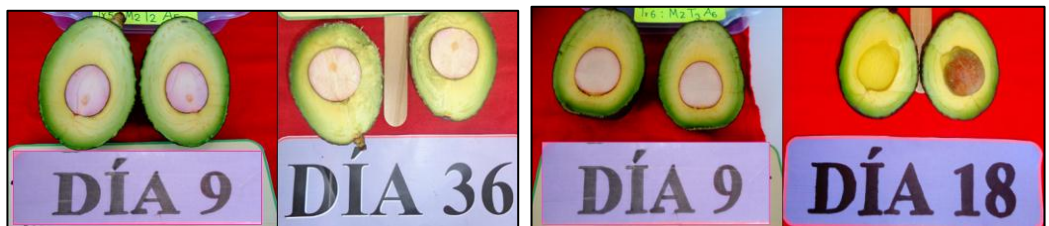
en la zona en contacto con la semilla; esta medida a pesar de ser verídica no es confiable (Zapata et al. 2010).



Fotografía 3.5. Cambio del color de la pulpa en los tratamientos 1 y 2.



Fotografía 3.6. Cambio del color de la pulpa en los tratamientos 3 y 4.



Fotografía 3.7. Cambio del color de la pulpa en los tratamientos 5 y 6.



Fotografía 3.8. Cambio del color de la pulpa en los tratamientos 7, 8 y 9.

### 3.7. DAÑOS POR CALOR Y FRÍO

El cuadro 3.24., reporta los daños por calor y frío observados, habiéndose fijado la escala paramétrica según la incidencia de daño, de grado 1 a 7, con que se evaluó durante el tiempo de almacenamiento a tres temperaturas (5°C, 8°C y 18°C).

**Cuadro 3.24.** Daño por calor y frío de tres estados de madurez de palta Hass almacenada a tres temperaturas (5°C, 8°C y 18°C).

TRAT.	DÍAS DE ALMACENAMIENTO																
	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
t1: M1T1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	5	5	7	7	7	-/-	-/-
t2: M1T2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
t3: M1T3	1	1	1	1	1	3	3	3	5	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
t4: M2T1	1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	5	5	5	-/-	-/-
t5: M2T2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-/-	-/-	-/-
t6: M2T3	1	1	1	1	1	1	1	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-
t7: M3T1	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	5	5	5	5	5	-/-	-/-
t8: M3T2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-/-	-/-	-/-	-/-
t9: M3T3	1	1	1	1	1	1	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

A partir de estos datos se puede indicar que; a 5°C se observaron daños por frío muy severos, siendo observables a simple vista en la cáscara, puntos necróticos que expresa muerte celular; a 8°C no presentaron problemas de deterioro; y a 18±2°C los tratamientos de madurez intermedia y avanzada no presentaron daño alguno, mientras la madurez inicial presento leve deshidratación y arrugamiento de cáscara.

En cuanto a los estados de madurez, podemos indicar; que la madurez inicial fue la que más daños presentó debido a su estado incipiente y a una baja temperatura

se produjo una condición de estrés y muerte celular; y en los otros dos estados de madurez no presentaron deterioro.

En relación a estos resultados Condeña (2015) afirma que los desórdenes fisiológicos son degradaciones de los tejidos en respuesta a los desequilibrios nutricionales, atmósfera inadecuada y sobre todo a las temperaturas adversas, que causan daños por enfriamiento, congelación y calor cuando los productos no son almacenados a temperaturas permisibles de conservación. Y Corpoica (2014) señala que la palta por ser un fruto climatérico es susceptible al daño por frío, en consecuencia está expuesto al deterioro en sus características organolépticas. Asimismo, el daño por frío ocurre una modificación física de la membrana celular, la cual pierde su fluidez y se torna rígida, solidificada, gelatinosa y existe un aumento del gasto de energía Hernández et al. (2012).



**Fotografía 3.9.** Se observa los daños presentados el último día de almacenamiento.



**Fotografía 3.10.** Se observa los daños presentados el último día de almacenamiento.



Fotografía 3.11. Se observa los daños presentados el último día de almacenamiento.

### 3.8. CONTENIDO DE GRASA (%)

**Cuadro 3.25.** Determinación del contenido de ácidos grasos de los frutos de palta Hass antes del almacenamiento y después del almacenamiento a tres temperaturas (5°C, 8°C y 18±2°C).

TRAT.	DÍAS DE ALMACENAMIENTO	% HUMEDAD	% MATERIA SECA	% ÁCIDOS GRASOS
t1: M1xT1	42	83.0	17.0	4.3
t2: M1xT2	48	75.7	24.3	17.4
t3: M1xT3	24	83.9	16.1	9.0
t4: M2xT1	42	67.4	32.6	23.1
t5: M2xT2	39	63.6	36.4	26.5
t6: M2xT3	18	59.1	40.9	29.8
t7: M3xT1	42	63.0	36.0	23.7
t8: M3xT2	36	66.3	33.7	26.9
t9: M3xT3	15	68.6	31.4	25.6
M1 (*)	0	74.5	25.5	13.6
M2 (*)	0	68.3	31.8	19.0
M3 (*)	0	61.4	38.6	22.1

(\*): Recién cosechados.

De estos resultados indicamos: que los tratamientos donde se determinó disminución de ácidos grasos ocurrió la degradación de estos, ya que la célula en su proceso de respiración demandó de fuentes de energía, usando sus reservas

(ácidos grasos) para poder remediar los daños causados por frío; debido a que el daño por frío modifica la estructura física de la membrana celular, existe un aumento del gasto de energía Hernández et al. (2012).

Y en los tratamientos donde se determinó aumento del contenido de ácidos grasos ocurrió la síntesis de estos, a partir de las reservas del fruto; debido a que en estos tratamientos no se observan daños, en consecuencia la célula no demanda grandes fuentes de energía, generándose una condición óptima para la maduración organoléptica. Ya que mediante la respiración la fruta obtiene la energía necesaria para desarrollar una serie de procesos biológicos indispensables como la síntesis de ácidos grasos Arias y Toledo (2007).

En relación a estos resultados, las referencias de otras investigaciones, Teliz (2000) indica que los frutos de palta cosechado al principio de la temporada con menos de 14% de aceite son mas susceptibles al frío; y frutos con un índice de madurez del 14 a 20% tienden a tener menor daño y frutos al final de la temporada (20% de aceite) son menos sencibles al frío.

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1. CONCLUSIONES**

En las condiciones en las que se realizó el ensayo y de acuerdo a los resultados obtenidos, se arribó a las siguientes conclusiones:

1. La temperatura de refrigeración permite prolongar la vida útil del producto; a 5°C con madurez inicial, intermedia y avanzada se conservó durante 42 días; a 8°C con madurez inicial, intermedia y avanzada se conservó durante 48, 39 y 36 días respectivamente. Mientras que a temperatura ambiental la vida útil del producto es menor; reportando a madurez inicial, intermedia y avanzada un tiempo de conservación durante 24, 18 y 15 días respectivamente.
2. Las paltas Hass almacenadas en madurez inicial, intermedia y avanzada almacenadas durante 15 días, muestran diferencia estadística altamente significativa; a los 36 días de almacenamiento no existe una diferencia estadística entre la madurez avanzada e intermedia; reportando la madurez intermedia menor pérdida de peso a los 15 y 36 días.

3. Las paltas Hass almacenadas a 5°C, 8°C y a 18±2°C durante 15 días, muestran diferencia estadística altamente significativa, así como a los 36 días de almacenamiento entre 5°C y 8°C; reportando a 8°C la menor pérdida de peso a los 15 y 36 días.
4. Los frutos de palta Hass cosechados a madurez inicial presenta 13.6 % de ácidos grasos; almacenados a 5°C disminuye hasta 4.3% de ácidos grasos, almacenados a 8°C aumenta hasta 17.4 % de ácidos grasos, y almacenados a 18±2°C presenta 9.0 % de ácidos grasos.
5. Los frutos de palta Hass cosechados a madurez intermedia presenta 19.0 % de ácidos grasos; almacenados a 5°C presenta 23.1 % de ácidos grasos, almacenados a 8°C presenta 26.5 % de ácidos grasos y almacenados a 18±2°C presenta 29.8 % de ácidos grasos.
6. Los frutos de palta Hass cosechados a madurez avanzada presenta 22.1 % de ácidos grasos; almacenados a 5°C presenta 23.7 % de ácidos grasos, almacenados a 8°C presenta 26.9 % de ácidos grasos y almacenados a 18±2°C presenta 25.6 % de ácidos grasos.
7. Al término del tiempo de conservación se observa el color de cáscara de frutos, en el tratamiento t1 con grado 1, tratamiento t4 con grado 5; y los tratamientos t2, t3, t5, t6, t7, t8 y t9 con grado 7.
8. Al término del tiempo conservación se observa el color de pulpa del tratamiento t1 y t3 con grado 3, tratamiento t2 y t4 con grado 5; y los tratamientos t5, t6, t8 y t9 grado con 7.

9. Al término del tiempo conservación se observa la textura de la pulpa en los tratamientos t1 y t4 con grado 3, tratamiento t7 con grado 5, y los tratamientos t2, t3, t5, t6, t8 y t9, de grado 7.

#### **4.2. RECOMENDACIONES**

De acuerdo a las conclusiones, se plantea las siguientes recomendaciones:

1. Se recomienda la cosecha de paltas Hass a una madurez intermedia 50% verde y 50% morado; y el almacenamiento a una temperatura de 8°C.
2. Repetir el ensayo con factores de estados de madurez y temperaturas de almacenamiento con paltas Hass procedente de diferentes pisos altitudinales, para observar la influencia en el comportamiento poscosecha.
3. Realizar ensayos con la misma variedad Hass en atmosfera controlada, refrigeración y ambiente para observar su influencia en la conservación y maduración poscosecha.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Arias, C. y Toledo, J. (2000). Manejo poscosecha de frutas tropicales. Disponible desde: <[www.fao.org: http://www.fao.org/3/a-ac304s.pdf](http://www.fao.org/3/a-ac304s.pdf)> Acceso el 18 de Setiembre de 2016.
- Arpaia, M. L. (2004). Fisiología poscosecha de la palta. Disponible desde: <[http://www.avocadosource.com/journals/civdmchile\\_1990/civdmchile\\_1990\\_pg\\_16.pdf](http://www.avocadosource.com/journals/civdmchile_1990/civdmchile_1990_pg_16.pdf)> Acceso el 17 de setiembre de 2016.
- Asenjo, J., Morales, L., Sainz, R., y Tapia Hernandez, L. (2007). Producción de alcoholes volátiles durante maduración de los frutos. Disponible desde: <[http://pendientedemigracion.ucm.es/info/cvicente/seminarios/maduracion\\_frutos.pdf](http://pendientedemigracion.ucm.es/info/cvicente/seminarios/maduracion_frutos.pdf)> Acceso el 02 de Diciembre de 2016.
- Ataucusi, S. (2015). Manual Técnico del cultivo de Palta. *Compañía de Minas Buenaventura*, 33.
- Ayala, Y. (2005). *Efecto de la temperatura en la maduración y conservación poscosecha de palta "Persea American Mill" en condiciones de laboratorio*. Tesis de Biología. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga. Ayacucho.
- Barrientos, A., García, E., y Avitia, E. (1996). Anatomía del fruto de aguacate ¿Drupa o baya? . *Revista Chapingo*, 189-198.
- Bernal, J., y Díaz, C. (2008). Tecnología para el cultivo de Aguacate . Colombia: Corpoica.

Cerdas, M., Montero, M., y Somarribas, O. (2013). Verificación del contenido de materia seca como indicador de cosecha para aguacate (*Persea Americana*) cultivar hass en zona intermedia de producción de los Santos , Costa Rica. *Redalyc*.

Chavez, V. (2002). Efecto de la cobertura de cera en la maduración y conservación postcosecha de frutos de palto variedad fuerte en Ayacucho. Ayacucho, Peru.

Condeña, F. (2015). *Manejo Postcosecha de productos Agrícolas*. Trabajo de investigación. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga. Ayacucho: Imprenta Unsch.

Condeña, F., y Palomino, R. (2007). *Hidroenfriamiento y refrigeración en la conservación y maduración postcosecha de palta Hass en Ayacucho*. Trabajo de investigación. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga. Ayacucho, Perú: Unsch.

Corpoica. (2014). Revista Corpoica. Disponible desde <[www.corpoica.org.com](http://www.corpoica.org.com)> Acceso el 12 de Setiembre de 2016.

FAO. (s.f.). Frutas y hortalizas frescas como productos perecibles. Disponible desde <[www.fao.org](http://www.fao.org): <http://www.fao.org/docrep/x5055s/x5055S03.htm>> Acceso el 03 de Octubre de 2016.

Hernández, M., Barrera, J., y Melgarejo, L. (2012). Fisiología poscosecha. Disponible desde

<[http://www.bdigital.unal.edu.co/8545/24/11\\_Cap09.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/8545/24/11_Cap09.pdf)> Acceso el 10 de Octubre de 2016.

Herrera, M., y Narrea, M. (2016). Guía técnica de palto. *Agrobanco*. Disponible desde

<[http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/Palto/Guia\\_Tecnica\\_de\\_Palto.pdf](http://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/Palto/Guia_Tecnica_de_Palto.pdf)> Acceso el 12 de Octubre de 2016.

Lallana V.H. (2003). Manual de Prácticas de Fisiología Vegetal. Disponible desde: <[http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/fisiologiaveg/m\\_didactico/manual\\_practicas/EstomasTED.pdf](http://www.fca.uner.edu.ar/files/academica/deptos/catedras/fisiologiaveg/m_didactico/manual_practicas/EstomasTED.pdf)> Acceso el 19 de setiembre de 2016.

León, J. C. (2014). Agencia agraria de noticias. Disponible desde: <<http://agraria.pe/noticias/hoy-presentan-nueva-norma-tecnica-de-palta-7587>> Acceso el 16 de setiembre de 2016.

Lira, R. H. (1994). Fisiología Vegetal. México: Trillas.

Londoño, M. (2008). Tecnología para el cultivo de Aguacate. Colombia: Corpoica.

López, L., y Cajuste, J. (1999). Comportamiento postcosecha de fruta de aguacate cv. Hass con base en la altitud de producción y tipo de floración. *Revista Chapingo*, 11-12. Acceso el 19 de Setiembre de 2016

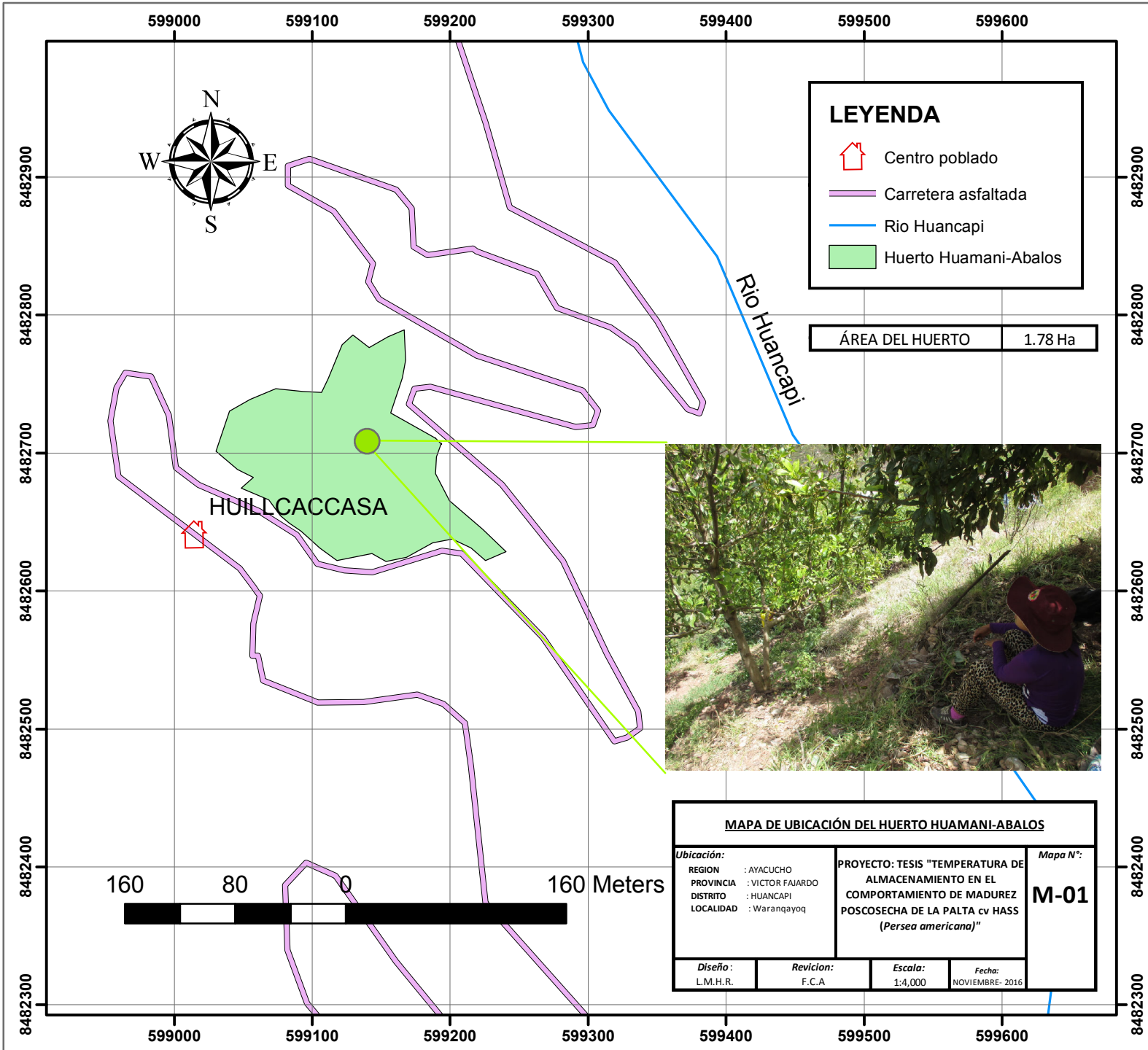
Parodi, G. (1996). Aspectos sobre manejo de cosecha y postcosecha de palto. Lima, Perú: UNA La Molina. Lima, Perú.

- Parra Coronado, A. (2007). Técnicas de almacenamiento y conservación de frutas y hortalizas frescas. Bogota, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Protade. (1993). Manual de exportacion frutas tropicales y hortalizas. *GTZ*, 7.
- Proyecto TTA. (1992). Manual El cultivo del palto en el Perú. Lima-Perú: FundeAgro.
- Retamales, J., Manríquez, D., y Defilippi, B. (2004). Control específico de la acción de etileno. (R. Agrícola, Editor). Disponible desde: <[http://platina.inia.cl/postcosecha/docs/extension/Retamales\\_etileno\\_2004REDAGRICOLA.pdf](http://platina.inia.cl/postcosecha/docs/extension/Retamales_etileno_2004REDAGRICOLA.pdf)> Acceso el 23 de Octubre de 2016.
- Rodríguez, F. (1982). El Aguacate. Mexico: La impresora Azteca.
- Ron, W., Barry, M., Doug, G., y Daryl, J. (1999). Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. España, Zaragoza: Acribia,S.A.
- Sandoval, A., Forero, F., y García, J. (2010). Poscosecha y transformación de aguacate: Agroindustria rural innovadora. Espinal-Tolima, Colombia: Corpoica.
- Silva, C. (s.f.). Guía de estudio en Transpiración. Disponible desde: <<http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Guiadeestudio-Transpiracion.pdf>> Acceso el 19 Noviembre del 2016.
- Téliz, D. (2000). El aguacate y su manejo integrado. Mexico: Mundi Prensa.





- Toledo, J. (1992). Concepto de Postcosecha. Lima, Perú: Sociedad Peruana de Horticultura.
- Yabar, M. (2015). Poscosecha de palta Hass (*Persea americana Mill*). Disponible desde: <<http://190.116.38.24:8090/xmlui/handle/123456789/320>> Acceso el 16 de setiembre de 2016.
- Yupanqui, W. (2009). Determinación de la extracción de macronutrientes en el Palto variedades Hass y Fuerte, mediante el análisis foliar en el valle de San Miguel, La Mar Ayacucho. Ayacucho, Peru: Unsch.
- Zapata, E., Ochoa, S., Ceja, J., Gómez, A., y Ríos, F. (2010). Manual Técnico Poscosecha Aguacate Hass (*Persea Americana Mill*). Colombia.
- Zoffoli, J., y Gaudlitz R., N. (2004). Desordenes fisiológicos de poscosecha en frutos. Disponible desde: <[http://www7.uc.cl/sw\\_educ/agronomia/desorden\\_fruta/html/fichas/palta/fo\\_palta.html](http://www7.uc.cl/sw_educ/agronomia/desorden_fruta/html/fichas/palta/fo_palta.html)> Acceso el 02 de Diciembre de 2016.

# **ANEXOS**

## **ANEXO 1: MAPA DE UBICACIÓN**



**LEYENDA**

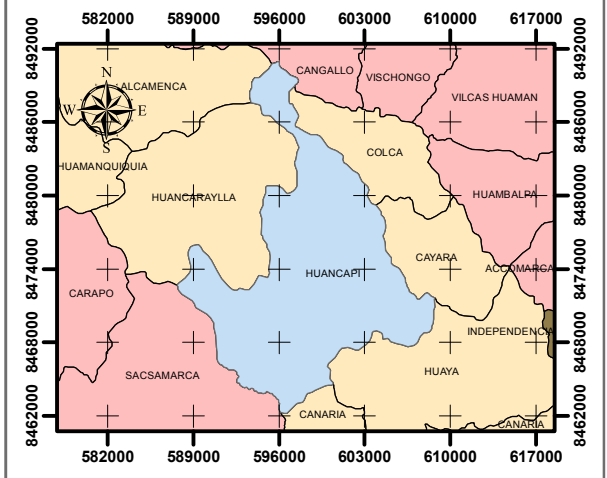
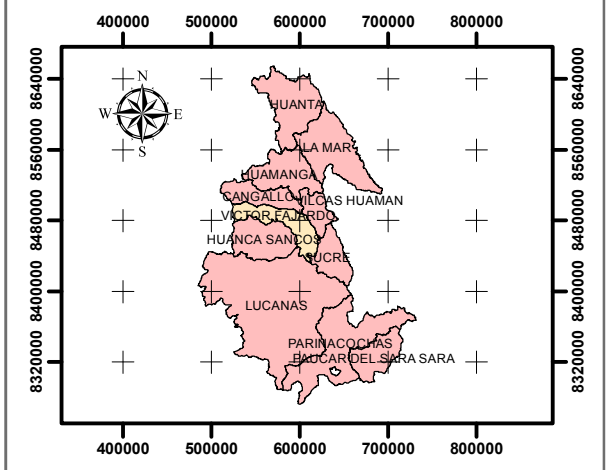
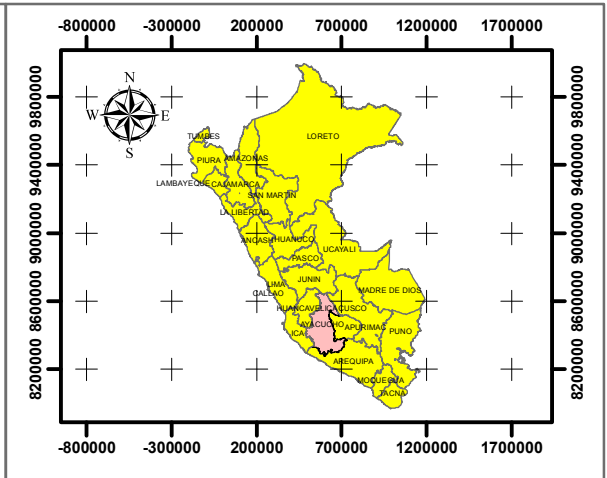
-  Centro poblado
-  Carretera asfaltada
-  Rio Huancapi
-  Huerto Huamani-Abalos

ÁREA DEL HUERTO	1.78 Ha
-----------------	---------



**MAPA DE UBICACIÓN DEL HUERTO HUAMANI-ABALOS**

<b>Ubicación:</b> REGION : AYACUCHO PROVINCIA : VICTOR FAJARDO DISTRITO : HUANCAPI LOCALIDAD : Waranqayayq	<b>PROYECTO:</b> TESIS "TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO EN EL COMPORTAMIENTO DE MADUREZ POSCOSECHA DE LA PALTA cv HASS ( <i>Persea americana</i> )"	<b>Mapa N°:</b>  <b>M-01</b>				
			<b>Diseño:</b> L.M.H.R.	<b>Revisión:</b> F.C.A	<b>Escala:</b> 1:4,000	<b>Fecha:</b> NOVIEMBRE- 2016



## ANEXO 2. PROCESO DE INSTALACIÓN DEL ENSAYO



**Fotografía 1.** Transporte de frutos a la ciudad Universitaria.



**Fotografía 2.** Selección de frutos cosechados en Waranqayoc.



**Fotografía 3.** Selección de frutos por estados de madurez.



**Fotografía 4.** Estados de madurez inicial, intermedia y avanzada.



**Fotografía 5.** Preparación del medio de enfriamiento con agua y hielo.



**Fotografía 6.** Control de temperatura del medio de enfriamiento a 5°C.



**Fotografía 7.** Enfriado de frutos en estado de madurez inicial.



**Fotografía 8.** Enfriado de frutos en estado de madurez intermedia.



**Fotografía 9.** Enfriado de frutos en estado de madurez avanzada.



**Fotografía 10.** Control del medio de enfriamiento a 5°C.



**Fotografía 11.** Secado y oreado de frutos.



**Fotografía 12.** Etiquetado de frutos.



**Fotografía 13.** Pesaje de frutos de cada tratamiento.



**Fotografía 14.** Formación de muestras con 6 frutos por recipiente.



**Fotografía 15.** Frutos en estado de madurez inicial para almacenaje a 5°, 8°C y 18°C.



**Fotografía 16.** Frutos en estado de madurez intermedia para almacenaje a 5°, 8° y 18°C.



**Fotografía 17.** Frutos en estado de madurez avanzada para almacenaje a 5°C, 8°C y 18°C.



**Fotografía 18.** Almacenaje de frutos en refrigeración a 5°C.



**Fotografía 19.** Almacenaje de frutos en refrigeración a 8°C.



**Fotografía 20.** Almacenaje de frutos a medio ambiente a  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

### ANEXO 3: PROCESO DE ANÁLISIS DE GRASA



**Fotografía 21.** Corte de pulpa para el análisis de ácido graso.



**Fotografía 22.** Muestra de 50 gr de pulpa en cada tratamiento.



**Fotografía 23.** Pesaje de 50 gr de pulpa.



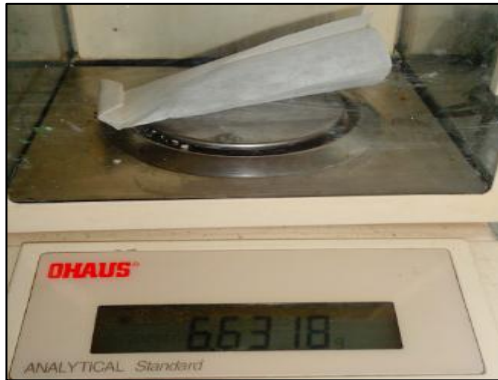
**Fotografía 24.** Secado de 50 gr de pulpa en estufa.



**Fotografía 25.** Pesaje de 50 gr de materia seca.



**Fotografía 26.** Molienda de materia seca.



**Fotografía 27.** Pesaje del papel filtro con la materia seca molida.



**Fotografía 28.** Colocación de materia seca en el sifón.



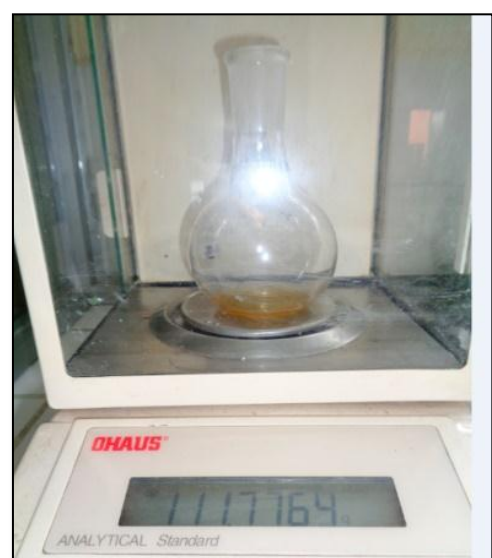
**Fotografía 29.** Colocación, papel filtro con la muestra en el equipo soxhlet.



**Fotografía 30.** Colocación del sifón en el equipo soxhlet.



**Fotografía 31.** Enfriado de la muestra con ácido graso.



**Fotografía 32.** Pesaje de la muestra en balanza digital.

#### ANEXO N°4: FICHAS DE EVALUACIÓN

**Cuadro A.1.** Ficha de evaluación de pérdida de peso fisiológico del tratamiento 1 (Madurez inicial a temperatura de 5°C).

Repetición	Muestra (m)	0 días	3 días	6 días	9 días	12 días	15 días	18 días
		07/03/2016	10/03/2016	13/03/2016	16/03/2016	19/03/2016	22/03/2016	25/03/2016
		Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)
<b>R1</b>	m1	205.93	203.2	200.99	198.6	196.36	193.79	191.39
	m2	196.21	193.69	191.32	188.87	186.69	184.1	181.48
	m3	236.36	233.55	231.07	228.33	225.68	222.89	220.41
	m4	192.24	189.68	187.5	185.27	183.14	180.85	178.73
	m5	203.39	199.97	197.1	194.52	191.71	188.75	185.87
	m6	218.74	215.75	213.22	210.64	208.25	205.73	203.33
	<b>Prom.</b>	208.81	205.97	203.53	201.04	198.64	196.02	193.54
<b>R2</b>	m1	249.79	247.09	244.43	241.96	239.44	237.15	234.9
	m2	238.58	235.7	233.05	230.56	228.01	225.48	223.09
	m3	200.42	197.08	193.75	190.7	187.62	185.15	182.43
	m4	176.92	174.58	172.37	170.39	168.17	165.8	163.72
	m5	242.31	238.71	235.37	232.15	228.77	225.85	222.63
	m6	208.36	205.43	202.92	200.47	198.02	195.8	193.4
	<b>Prom.</b>	219.40	216.43	213.65	211.04	208.34	205.87	203.36
<b>R3</b>	m1	233.26	230.46	227.89	225.43	222.82	220.25	217.47
	m2	273.58	270.29	267.19	264.29	261.47	258.46	255.26
	m3	222.37	219.67	216.98	214.41	211.63	208.94	206.24
	m4	211.17	208.41	205.66	203.05	200.39	197.78	195.13
	m5	244.15	241.73	239.39	237.12	234.61	232.3	229.87
	m6	206.75	203.8	201.12	198.37	195.68	193.06	190.43
	<b>Prom.</b>	231.88	229.06	226.37	223.78	221.10	218.47	215.73

Repetición	Muestra (m)	21 días	24 días	27 días	30 días	33 días	36 días	39 días	42 días
		28/03/2016	31/03/2016	03/04/2016	06/04/2016	09/04/2016	12/04/2016	15/04/2016	18/04/2016
		Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)
<b>R1</b>	m1	188.93	186.54	183.8	181.62	179.27	176.99	174.75	172.61
	m2	178.93	176.63	174.12	171.92	169.6	167.37	165.11	162.8
	m3	217.7	215.03	212.24	209.74	207.24	204.69	202.26	199.78
	m4	176.38	174.2	171.87	169.75	167.69	165.65	163.54	161.53
	m5	182.87	180.1	176.97	174.42	171.85	169.11	166.28	163.4
	m6	200.6	197.95	195.06	192.58	190.06	187.65	185.14	182.59
	<b>Prom.</b>	190.90	188.41	185.68	183.34	180.95	178.58	176.18	173.79
<b>R2</b>	m1	232.24	229.91	227.44	225.38	223.3	221.01	218.82	216.73
	m2	220.17	217.48	214.7	212.46	210.05	207.42	204.95	202.43
	m3	179.32	176.6	173.4	170.95	168.7	165.91	163.46	160.96
	m4	161.23	159.08	156.94	155.02	153.05	150.86	148.94	147.02
	m5	219.01	215.68	212.05	209.04	206.1	202.81	200	197.29
	m6	190.82	188.58	185.96	183.78	181.57	179.13	176.88	174.63
	<b>Prom.</b>	200.47	197.89	195.08	192.77	190.46	187.86	185.51	183.18
<b>R3</b>	m1	214.69	211.92	209.44	206.81	204.23	201.86	199.22	196.53
	m2	251.81	248.49	245.21	241.99	238.94	235.84	232.65	229.16
	m3	203.31	200.61	198.15	195.58	193.09	191.02	188.57	186.22
	m4	192.16	189.55	187.05	184.61	182.09	179.73	177.24	174.78
	m5	227.33	224.86	222.43	220.13	217.73	215.65	213.22	210.8
	m6	187.51	184.91	182.15	179.54	176.88	174.27	171.75	169.33
	<b>Prom.</b>	212.80	210.06	207.41	204.78	202.16	199.73	197.11	194.47

**Cuadro A.2.** Ficha de evaluación de pérdida de peso fisiológico del tratamiento 2 (Madurez inicial a temperatura de 8°C).

REPETICIÓN	Muestra (m)	0 días	3 días	6 días	9 días	12 días	15 días	18 días
		07/03/2016	10/03/2016	13/03/2016	16/03/2016	19/03/2016	22/03/2016	25/03/2016
		Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)
<b>M1 x T2 x R1</b>	m1	295.32	294.1	292.42	290.98	289.92	288.74	287.7
	m2	205.67	204.92	203.79	203.01	202.4	201.57	200.97
	m3	191.01	189.94	188.65	187.48	186.68	185.72	184.85
	m4	199.07	198.07	196.65	195.73	195.07	194.12	193.29
	m5	206.04	205.04	203.71	202.62	201.93	201.02	200.14
	m6	196.54	195.64	194.31	193.51	192.96	192.12	191.44
	<b>Prom.</b>	215.61	214.62	213.26	212.22	211.49	210.55	209.73
<b>M1 x T2 x R2</b>	m1	310.8	308.9	307.05	305.22	304.36	303.39	302.38
	m2	296.42	295.19	293.8	292.33	291.48	290.72	289.93
	m3	258.49	257.59	256.69	255.74	255.21	254.63	254.05
	m4	240.94	239.95	238.78	237.74	237.07	236.48	235.86
	m5	200.88	190.54	198.33	196.99	196.35	195.65	194.92
	m6	211.8	210.86	209.82	208.86	208.31	207.82	207.28
	<b>Prom.</b>	253.22	250.51	250.75	249.48	248.80	248.12	247.40
<b>M1 x T2 x R3</b>	m1	218.7	217.69	216.67	215.79	214.46	213.23	211.91
	m2	246.14	245.08	243.99	243.04	241.66	240.27	238.96
	m3	276.44	275.31	274.22	273.22	271.67	270.38	268.94
	m4	198.2	197.43	196.78	196.17	195.29	194.46	193.58
	m5	222.76	221.96	221.21	220.46	219.26	218.27	217.23
	m6	198.36	197.48	196.73	195.99	194.75	193.64	192.49
	<b>Prom.</b>	226.77	225.83	224.93	224.11	222.85	221.71	220.52

Continúa...

REPETICIÓN	Muestra (m)	21 días	24 días	27 días	30 días	33 días	36 días	39 días	42 días
		28/03/2016	31/03/2016	03/04/2016	06/04/2016	09/04/2016	12/04/2016	15/04/2016	18/04/2016
		Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)
<b>M1 x T2 x R1</b>	m1	286.27	284.82	283.11	281.96	280.62	279.44	277.85	276.11
	m2	200.15	199.34	198.22	197.46	196.73	195.95	194.92	193.94
	m3	183.77	182.72	181.34	180.35	179.39	178.42	177.2	175.93
	m4	192.15	190.93	189.6	188.6	187.81	186.9	185.81	184.47
	m5	199.04	197.96	196.7	195.73	194.86	193.91	192.8	191.69
	m6	190.49	189.53	188.56	187.69	187.07	186.21	185.31	184.227
	<b>Prom.</b>	208.65	207.55	206.26	205.30	204.41	203.47	202.32	201.06
<b>M1 x T2 x R2</b>	m1	301.12	299.83	298.37	297.19	295.6	294.53	292.96	291.24
	m2	288.97	288.03	286.7	285.75	284.53	283.7	282.49	281.23
	m3	253.26	252.51	251.58	250.93	250.02	249.38	248.6	247.92
	m4	235.06	234.26	233.14	232.29	231.31	230.61	229.59	228.33
	m5	193.98	192.99	191.61	190.78	189.68	188.83	187.67	186.45
	m6	206.63	206	205.05	204.4	203.56	202.97	202.06	200.95
	<b>Prom.</b>	246.50	245.60	244.41	243.56	242.45	241.67	240.56	239.35
<b>M1 x T2 x R3</b>	m1	210.47	209.27	208.07	206.72	205.85	204.46	203.34	202.23
	m2	237.29	235.87	234.14	232.65	231.68	230.29	229.19	228.19
	m3	267.38	265.89	264.35	262.97	262.05	260.65	259.31	257.77
	m4	192.67	191.75	190.79	189.9	189.22	188.23	187.29	186.24
	m5	216.14	215.09	213.94	212.84	212.09	211.04	210.02	209
	m6	191.22	189.98	188.74	187.59	186.8	185.61	184.36	183.05
	<b>Prom.</b>	219.20	217.98	216.67	215.45	214.615	213.38	212.25	211.08

**Cuadro A.3.** Ficha de evaluación de pérdida de peso fisiológico del tratamiento 3 (Madurez inicial a temperatura de  $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ ).

REP.	Muestra (m)	0 días	3 días	6 días	9 días	12 días	15 días	18 días	21 días	24 días
		07/03/16	10/03/16	13/03/16	16/03/16	19/03/16	22/03/16	25/03/16	28/03/16	31/03/16
		Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)
M1 x T3 x R1	m1	166.99	160.56	154.03	147.28	139.8	133.17	126.36	118.45	110.48
	m2	167.26	161.99	156.74	152.2	146.85	141.67	136.58	130.95	125.38
	m3	188.36	182.41	176.4	170.67	163.76	157.77	151.29	144.72	138.25
	m4	168.44	162.41	156.9	152.67	146.13	140.59	134.55	128.06	121.47
	m5	206.43	200.58	194.85	189.5	182.74	176.76	170.58	164.64	158.75
	m6	164.99	159.83	154.86	150.21	144.59	139.32	134.16	128.89	123.59
	<b>Prom.</b>	177.08	171.30	165.63	160.42	153.98	148.21	142.25	135.95	129.65
M1 x T3 x R2	m1	206.50	200.47	194.47	188.32	181.63	175.39	169.41	162.44	155.57
	m2	172.83	167.02	161.20	155.78	149.25	143.89	138.45	132.20	125.85
	m3	171.92	166.85	161.93	157.39	152.05	146.41	141.04	135.52	130.06
	m4	165.31	159.75	154.43	149.60	143.58	138.73	133.41	127.86	122.25
	m5	189.04	182.97	177.45	172.28	165.83	159.77	153.71	147.41	141.13
	m6	166.92	161.61	155.82	150.55	144.00	137.83	131.58	125.16	118.72
	<b>Prom.</b>	178.75	173.11	167.55	162.32	156.06	150.34	144.60	138.43	132.26
M1 x T3 x R3	m1	194.57	187.76	180.48	173.81	166.13	159.78	152.54	145.10	137.65
	m2	182.08	175.78	169.48	163.50	156.86	150.61	144.24	137.13	130.03
	m3	157.37	152.09	146.02	140.52	134.21	128.65	122.56	116.59	110.66
	m4	177.38	171.93	166.93	161.96	155.66	150.11	144.73	138.80	132.83
	m5	175.97	171.57	166.88	162.34	156.82	151.74	146.58	141.32	136.04
	m6	168.50	162.74	156.82	151.87	145.09	139.19	133.79	127.59	121.44
	<b>Prom.</b>	175.98	170.31	164.44	159.00	152.46	146.68	140.74	134.42	128.11

**Cuadro A.4.** Ficha de evaluación de pérdida de peso fisiológico del tratamiento 4 (Madurez intermedia a temperatura de 5°C).

TRATAMIENTO	Muestra (m)	0 días	3 días	6 días	9 días	12 días	15 días	18 días
		07/03/2016	10/03/2016	13/03/2016	16/03/2016	19/03/2016	22/03/2016	25/03/2016
		Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)
<b>M2 x T1 x R1</b>	m1	171.2	170.12	168.97	167.82	166.65	165.51	164.25
	m2	240.51	238.25	236.04	233.66	231.38	229.11	226.52
	m3	216	213.97	211.91	209.84	207.73	205.65	203.38
	m4	220.38	219.03	217.8	216.33	214.87	213.39	211.75
	m5	213.93	211.82	209.81	207.61	205.44	203.39	200.93
	m6	279.03	276.11	273.8	270.77	266.83	264.96	261.33
	<b>PROM.</b>	223.51	221.55	219.72	217.67	215.48	213.67	211.36
<b>M2 x T1 x R2</b>	m1	189.77	188.27	186.1	185.81	184.67	183.55	182.46
	m2	190.1	187.86	185.98	184.01	182.16	180.23	178.33
	m3	181.38	180.28	179.27	178.36	177.49	176.59	175.59
	m4	206.32	204.57	203.18	201.56	199.99	198.43	196.84
	m5	203.05	201.1	199.27	197.53	195.81	194.23	192.39
	m6	152.89	151.71	150.71	149.59	148.48	147.39	146.2
	<b>PROM.</b>	187.25	185.63	184.09	182.81	181.43	180.07	178.635
<b>M2 x T1 x R3</b>	m1	280.53	278.53	276.69	275.07	273.36	271.38	269.66
	m2	206.36	204.61	203.03	201.5	199.97	198.3	196.78
	m3	221.23	218.97	216.95	214.92	212.95	210.66	208.79
	m4	253.06	250.31	247.71	245.34	242.9	240.11	237.32
	m5	244.81	242.8	240.89	239.05	237.08	235	233.11
	m6	200.29	197.72	195.21	192.97	190.56	187.85	185.34
	<b>PROM.</b>	234.38	232.16	230.08	228.14	226.14	223.88	221.83

Continúa...

TRATAMIENTO	Muestra (m)	21 días	24 días	27 días	30 días	33 días	36 días	39 días	42 días
		28/03/16	31/03/16	03/04/2016	06/04/2016	09/04/2016	12/04/2016	15/04/2016	18/04/2016
		Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)
<b>M2 x T1 x R1</b>	m1	162.77	161.72	160.53	159.51	158.68	157.71	156.66	155.65
	m2	223.75	221.45	218.97	216.87	215.05	213.07	210.88	208.65
	m3	200.81	198.9	196.63	194.8	193.22	191.31	189.41	187.57
	m4	209.99	208.57	207.01	205.61	204.46	203.09	201.68	200.21
	m5	198.47	196.6	194.51	192.71	191.2	189.01	187.24	185.43
	m6	258.05	255.28	252.11	249.51	247.28	244.73	242.14	239.58
	<b>Prom.</b>	208.97	207.09	204.96	203.17	201.65	199.82	198	196.18
<b>M2 x T1 x R2</b>	m1	181.31	180.28	179.24	178.24	177.07	175.55	174.52	173.44
	m2	176.64	174.86	172.98	171.31	169.4	167.28	165.6	163.97
	m3	174.6	173.76	172.83	172.05	171.08	169.89	169.09	168.22
	m4	195.48	194.05	192.53	191.23	189.65	187.97	186.6	185.3
	m5	190.71	189.33	187.79	186.43	184.88	183.17	181.79	180.45
	m6	145.18	144.25	143.17	142.25	141.12	139.87	138.93	137.98
	<b>Prom.</b>	177.32	176.09	174.76	173.59	172.2	170.62	169.42	168.23
<b>M2 x T1 x R3</b>	m1	267.63	265.84	263.84	262.13	260.74	259.09	257.32	255.53
	m2	195.23	193.58	191.78	190.27	188.94	187.4	185.78	184.18
	m3	206.53	204.41	202.08	199.95	198.25	196.4	194.35	192.37
	m4	234.64	231.8	228.75	226.1	223.91	221.51	218.94	216.3
	m5	231.13	229.07	226.73	224.5	222.7	220.82	218.82	216.84
	m6	182.96	180.38	177.7	175.48	173.45	171.26	168.89	166.54
	<b>Prom.</b>	219.69	217.51	215.15	213.07	211.33	209.41	207.35	205.29

**Cuadro A.5.** Ficha de evaluación de pérdida de peso fisiológico del tratamiento 5 (Madurez intermedia a temperatura de 8°C).

REPETICIÓN	Muestra (m)	0 días	3 días	6 días	9 días	12 días	15 días	18 días
		07/03/2016	10/03/2016	13/03/2016	16/03/2016	19/03/2016	22/03/2016	25/03/2016
		Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)
<b>M2 x T2 x R1</b>	m1	256.88	255.95	255.11	254.33	253.33	252.33	251.01
	m2	255.93	254.75	253.76	252.93	251.76	250.61	249.36
	m3	228.13	227.4	226.63	225.99	225.26	224.43	223.3
	m4	204.36	203.54	202.75	202.21	201.39	200.62	199.8
	m5	275.98	274.83	273.62	272.63	271.46	270.27	268.7
	m6	191.88	191.05	190.2	189.56	188.7	187.94	187.13
	<b>Prom.</b>	235.53	234.59	233.68	232.94	231.98	231.03	229.88
<b>M2 x T2 x R2</b>	m1	208.4	207.75	207.09	206.35	205.55	204.93	203.63
	m2	281.47	280.55	279.56	278.49	277.4	276.44	274.45
	m3	226.86	226.23	225.46	224.72	223.95	223.37	222.13
	m4	240.28	239.71	239.07	238.42	237.8	237.29	236.29
	m5	160.88	160.26	159.57	158.87	158.18	157.7	156.57
	m6	215.85	215.17	214.3	213.47	212.68	212.04	210.85
	<b>Prom.</b>	222.29	221.61	220.84	220.05	219.26	218.63	217.32
<b>M2 x T2 x R3</b>	m1	274.02	272.63	271.65	270.81	270.16	269.08	268.21
	m2	312	310.2	309.05	308.01	307.2	306.2	305.13
	m3	221.15	219.85	218.87	218.01	217.4	216.28	215.4
	m4	211.89	210.7	209.99	209.39	208.35	206.97	206.21
	m5	241.24	239.98	238.96	238.04	237.48	236.43	235.62
	m6	204.55	203.11	202.18	201.26	200.52	199.53	198.54
	<b>Prom.</b>	244.14	242.75	241.78	240.92	240.19	239.08	238.19

Continúa...

REPETICIÓN	Muestra (m)	21 días	24 días	27 días	30 días	33 días	36 días	39 días
		28/03/2016	31/03/2016	03/04/2016	06/04/2016	09/04/2016	12/04/2016	15/04/2016
		Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)
<b>M2 x T2 x R1</b>	m1	249.77	248.4	246.86	245.48	244.65	243.2	242.54
	m2	247.9	246.55	245.1	243.71	242.69	240.7	239.68
	m3	222.41	221.22	220.02	218.78	218.07	216.78	216.2
	m4	198.89	197.93	196.89	195.94	195.15	193.91	193.21
	m5	267.31	265.48	263.65	262.03	260.95	259.07	258.19
	m6	186.22	185.17	184.16	182.91	182.19	181.1	180.43
	<b>Prom.</b>	228.75	227.46	226.11	224.81	223.95	222.46	221.71
<b>M2 x T2 x R2</b>	m1	202.31	201.04	199.67	198.34	197.25	196.61	195.52
	m2	272.6	270.76	268.79	266.97	265.42	264.16	262.53
	m3	220.77	219.49	218.12	216.85	215.67	214.98	213.79
	m4	235.29	234.31	233.22	232.36	231.5	230.86	230.06
	m5	155.31	154.06	152.71	151.51	150.5	149.79	148.81
	m6	209.52	208.15	206.72	205.46	204.31	203.54	202.55
	<b>Prom.</b>	215.97	214.64	213.21	211.92	210.78	209.99	208.88
<b>M2 x T2 x R3</b>	m1	266.96	266	264.96	264.18	262.55	261.19	259.69
	m2	303.85	302.62	301.35	300.46	298.58	297.14	295.35
	m3	214.03	212.99	211.94	211.15	209.43	207.99	206.46
	m4	205.33	204.56	203.54	202.74	201.38	200.33	198.86
	m5	234.26	233.3	232.26	231.54	229.91	228.57	227.1
	m6	197.29	196.14	194.91	194.04	192.42	191.15	189.61
	<b>Prom.</b>	236.95	235.94	234.83	234.02	232.38	231.06	229.51

**Cuadro A.6.** Ficha de evaluación de pérdida de peso fisiológico del tratamiento 6 (Madurez intermedia a temperatura de 18±2°C).

REPETICIÓN	Muestra (m)	0 días	3 días	6 días	9 días	12 días	15 días	18 días
		07/03/2016	10/03/2016	13/03/2016	16/03/2016	19/03/2016	22/03/2016	25/03/2016
		Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)
<b>M2 x T3 x R1</b>	m1	244.58	239	233.02	227.54	220.65	213.89	206.99
	m2	236.94	230.13	223.14	216.68	208.6	201.47	194.65
	m3	153.44	149.98	146.49	143.52	139.8	136.18	132.62
	m4	227.26	222.75	218.2	214.21	208.91	203.83	198.94
	m5	200.44	196.84	193.35	190.25	186.26	182.35	178.49
	m6	209.01	204.81	200.57	196.8	191.71	187.03	182.49
	Prom.	211.95	207.25	202.46	198.17	192.66	187.46	182.36
<b>M2 x T3 x R2</b>	m1	211.86	207.58	203.15	199.1	193.79	189.36	184.78
	m2	188.88	183.89	178.83	174.06	167.6	161.91	156.27
	m3	255.08	248.42	241.52	235.34	227.36	219.89	212.38
	m4	265.8	260.07	254.24	248.71	242.07	236.11	230.18
	m5	171.14	166.9	162.61	158.69	153.31	148.97	144.39
	m6	197.33	193.02	188.32	184.14	179.22	174.63	170.11
	Prom.	215.02	209.98	204.78	200.01	193.89	188.48	183.02
<b>M2 x T3 x R3</b>	m1	270.97	264.73	257.95	251.6	243.8	236.95	229.9
	m2	229.75	225.58	220.92	216.68	211.51	206.71	201.77
	m3	202.38	196.8	191.19	185.88	179.2	173.42	167.56
	m4	217.08	212.94	208.64	204.76	199.86	195.52	191.13
	m5	215.17	211.25	207.37	203.86	199.6	195.43	191.2
	m6	268.5	263.4	258.06	253.48	247.7	241.82	235.82
	Prom.	233.98	229.12	224.02	219.38	213.61	208.31	202.90

**Cuadro A.7.** Ficha de evaluación de pérdida de peso fisiológico del tratamiento 7 (Madurez avanzada a temperatura de 5°C).

REPETICIÓN	Muestra (m)	0 días	3 días	6 días	9 días	12 días	15 días	18 días
		07/03/2016	10/03/2016	13/03/2016	16/03/2016	19/03/2016	22/03/2016	25/03/2016
		Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)
<b>M3 x T1 x R1</b>	m1	198.34	196.7	195.27	193.79	192.13	190.75	189.52
	m2	185.68	183.89	182.44	180.7	178.91	177.32	175.93
	m3	224.79	223.02	220.99	219.02	216.98	215.25	213.71
	m4	182.62	181.13	179.72	178.12	176.44	174.97	173.73
	m5	230.8	228.85	225.34	222.55	219.66	217.35	215.23
	m6	232.85	231.2	229.43	227.51	225.57	223.8	222.28
	Prom.	209.18	207.47	205.53	203.62	201.62	199.91	198.40
<b>M3 x T1 x R2</b>	m1	252.82	250.29	247.69	245.22	242.92	240.53	238.42
	m2	256.88	254.9	253.03	251.05	249.22	247.28	245.63
	m3	225.9	223.75	221.56	219.36	217.41	215.33	213.49
	m4	227.9	225.98	224.08	222.13	220.41	218.59	216.98
	m5	205.73	203.56	201.44	199.24	197.31	195.3	193.49
	m6	260.88	258.61	256.54	254.23	252.18	249.93	247.8
	Prom.	238.35	236.18	234.06	231.87	229.91	227.83	225.97
<b>M3 x T1 x R3</b>	m1	216.8	214.7	212.48	210.43	208.76	206.55	204.53
	m2	197.93	196.41	194.75	193.34	192.12	190.63	189.23
	m3	249.55	247.56	245.19	243.35	241.63	239.53	237.61
	m4	202.06	200.47	198.53	197.16	195.83	194.16	192.63
	m5	187.63	186.39	184.7	183.49	182.19	180.68	179.36
	m6	185.94	183.8	181.27	179.64	177.81	175.55	173.53
	Prom.	206.65	204.89	202.82	201.24	199.72	197.85	196.15

REP.	(m)	21 días	24 días	27 días	30 días	33 días	36 días	39 días	42 días
		28/03/2016	31/03/2016	03/04/2016	06/04/2016	09/04/2016	12/04/2016	15/04/2016	18/04/2016
		Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)
<b>M3 x T1 x R1</b>	m1	188.07	186.82	185.38	184.08	182.97	181.79	180.63	179.49
	m2	174.25	172.82	171.13	169.66	168.26	166.92	165.57	164.27
	m3	211.86	210.25	208.39	206.86	205.33	203.88	202.38	200.81
	m4	172.17	170.83	169.26	167.89	166.67	165.48	164.3	163.15
	m5	212.75	210.67	208.43	206.55	204.65	202.78	201.01	199.27
	m6	220.52	218.92	217.18	215.66	214.32	212.86	211.52	210.19
	Prom.	196.60	195.05	193.30	191.78	190.37	188.95	187.57	186.20
<b>M3 x T1 x R2</b>	m1	236.59	234.46	232.01	230.36	228.36	226.43	224.5	222.56
	m2	244.1	242.35	240.35	238.92	237.34	235.76	234.2	232.68
	m3	211.87	210	207.85	206.41	204.64	202.85	201.07	199.21
	m4	215.52	213.86	211.97	210.75	209.22	207.72	206.2	204.69
	m5	191.92	190.17	188.19	186.84	185.27	183.59	182.09	180.58
	m6	245.94	243.89	241.5	239.94	237.95	236.02	234.14	232.25
	Prom.	224.32	222.46	220.31	218.87	217.13	215.40	213.70	212.00
<b>M3 x T1 x R3</b>	m1	202.52	200.98	199.09	197.3	195.26	193.38	191.51	189.63
	m2	187.76	186.61	185.34	184.14	182.68	181.41	180.07	178.76
	m3	235.68	234.09	232.3	230.59	228.65	226.94	225.07	223.21
	m4	191.03	189.82	188.48	187.14	185.55	184.18	182.72	181.2
	m5	177.85	176.76	175.51	174.22	172.71	171.4	169.94	168.49
	m6	171.18	169.48	167.51	165.72	163.45	161.5	159.54	157.55
	Prom.	194.34	192.96	191.37	189.85	188.05	186.47	184.81	183.14

**Cuadro A.8.** Ficha de evaluación de pérdida de peso fisiológico del tratamiento 8 (Madurez avanzada a temperatura de 8°C).

REPETICIÓN	Muestra (m)	0 días	3 días	6 días	9 días	12 días	15 días	18 días
		07/03/2016	10/03/2016	13/03/2016	16/03/2016	19/03/2016	22/03/2016	25/03/2016
		Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)
<b>M3 x T2 x R1</b>	m1	206.84	205.78	204.95	204.18	203.42	202	201.12
	m2	243.25	242	241.08	240.11	239.19	237.72	236.6
	m3	192.06	191.04	190.22	189.5	188.79	187.53	186.74
	m4	241.16	240.09	239.18	238.24	237.33	235.96	235.01
	m5	166.01	165.23	164.63	164.12	163.59	162.65	162.14
	m6	175.14	174.42	173.74	173.16	172.61	171.78	171.24
	Prom.	204.08	203.09	202.30	201.55	200.82	199.61	198.81
<b>M3 x T2 x R2</b>	m1	188.11	186.98	185.83	184.75	183.62	182.25	181
	m2	214.44	213.32	212.34	211.07	209.61	208.17	206.74
	m3	282.56	280.19	278.61	277.28	276.08	274.25	272.89
	m4	211.42	210.62	209.76	208.85	207.99	206.91	205.9
	m5	202.95	202.13	201.1	200.35	199.61	198.4	197.61
	m6	221.41	220.52	219.47	218.49	217.45	216.03	214.94
	Prom.	220.15	218.96	217.85	216.80	215.73	214.34	213.18
<b>M3 x T2 x R3</b>	m1	191.84	190.59	189.38	188.4	187.28	186.48	185.12
	m2	193.49	192.24	190.96	189.83	188.61	187.7	186.45
	m3	185.56	184.38	183.3	182.45	181.49	180.6	179.5
	m4	237.06	235.95	234.72	233.73	232.51	231.5	230.37
	m5	247.58	246.12	244.72	243.64	242.46	241.31	239.87
	m6	179.35	178.43	177.48	176.84	176.01	175.39	174.66
	Prom.	205.81	204.62	203.43	202.48	201.39	200.50	199.33

Continúa...

REPETICIÓN	(m)	21 días	24 días	27 días	30 días	33 días	36 días
		28/03/2016	31/03/2016	03/04/2016	06/04/2016	09/04/2016	12/04/2016
		Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)
<b>M3 x T2 x R1</b>	m1	199.63	198.26	197.23	196.09	194.92	193.62
	m2	234.93	233.24	232.03	230.89	229.36	227.65
	m3	185.4	184.27	183.24	182.31	181.3	179.97
	m4	233.43	231.91	230.71	229.74	228.28	226.74
	m5	161.25	160.39	159.66	159.03	158.33	157.22
	m6	170.19	169.23	168.54	167.93	167.06	166.04
	Prom.	197.47	196.22	195.24	194.33	193.21	191.87
<b>M3 x T2 x R2</b>	m1	179.82	178.65	177.38	176.13	174.26	172.47
	m2	205.47	204.31	202.67	201.06	199.29	197.58
	m3	271.4	270.16	268.43	266.55	264.48	262.68
	m4	204.85	204.18	203.03	202.11	200.73	199.57
	m5	196.72	195.9	194.92	194.05	192.6	191.46
	m6	213.82	213	211.68	210.53	208.9	207.52
	Prom.	212.01	211.03	209.69	208.41	206.71	205.21
<b>M3 x T2 x R3</b>	m1	183.74	182.59	181.26	179.98	178.96	177.99
	m2	184.99	183.71	182.47	181.24	180.27	179.15
	m3	178.24	177.13	175.83	174.75	173.91	172.95
	m4	229.04	227.93	226.63	225.82	224.82	223.7
	m5	238.28	236.71	234.77	233.2	232.13	230.93
	m6	173.77	173	171.82	170.92	170.26	169.46
	Prom.	198.01	196.85	195.46	194.32	193.39	192.36

**Cuadro A.9.** Ficha de evaluación de pérdida de peso fisiológico del tratamiento 9 (Madurez avanzada a temperatura de 18±2°C).

TRATAMIENTO	Muestra (m)	0 días	3 días	6 días	9 días	12 días	15 días
		07/03/2016	10/03/2016	13/03/2016	16/03/2016	19/03/2016	22/03/2016
		Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)	Peso (gr)
<b>M3 x T3 x R1</b>	m1	239.08	234.37	229.26	224.6	218.71	213.29
	m2	258.92	253.76	248.37	243.5	236.98	231.09
	m3	232.24	226.69	220.88	215.36	208.15	201.63
	m4	250.82	244.13	237.29	230.61	221.59	213.99
	m5	229.5	224.71	219.69	214.95	209.23	203.63
	m6	174.41	169.54	164.52	159.77	153.47	147.67
	<b>PROM.</b>	230.83	225.53	220.00	214.80	208.02	201.88
<b>M3 x T3 x R2</b>	m1	182.45	178.45	174.44	170.77	166.15	161.92
	m2	201.76	196.8	191.49	186.8	180.33	174.68
	m3	218.9	214.5	210.38	206.58	201.49	197.12
	m4	270.42	264.42	258.23	252.19	245.23	238.6
	m5	232.62	226.91	221.29	216.63	209.96	203.82
	m6	226.13	219.1	211.94	204.69	196.18	188.2
	<b>PROM.</b>	222.05	216.70	211.30	206.28	199.89	194.06
<b>M3 x T3 x R3</b>	m1	227.97	223.02	217.27	211.85	205.46	200
	m2	230.66	226.87	222.7	219.03	214.09	209.75
	m3	277.82	272.58	266.85	261.65	254.58	248.35
	m4	238.87	233.16	226.99	221.14	213.84	207.04
	m5	223.7	219.27	214.23	209.64	204.13	199.1
	m6	223.37	218.52	213.27	208.52	203.02	197.71
	<b>PROM.</b>	237.07	232.24	226.89	221.97	215.85	210.33