

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL AGRONOMÍA



CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS DE LOS FRUTOS DE PALTA
(*Persea americana* Mill., Vars. HASS Y FUERTE) PROCEDENTES DEL VALLE
CONDEBAMBA, AL MOMENTO DE SU RECOLECCIÓN

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGRONOMO

PRESENTADO POR

BACHILLER: Sixto Bartolomé Carranza Aguilar

ASESOR: Dr. Segundo Berardo Escalante Zumaeta

CAJAMARCA – PERÚ

2016

DEDICATORIA

A Dios:

Por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo siempre, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi madre:

Nélida Aguilar Bringas, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.

A mi padre:

Macario Carranza Quiroz, por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante y por su amor.

A mis hermanos:

Orlando, Silvio, Luis, Nélida y Yenny; mis motivos para seguir adelante y a quienes espero aliente con este logro a seguir cosechando éxitos en sus vidas.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor:

Dr. Segundo Berardo Escalante Zumaeta, por su apoyo, tiempo, dedicación y paciencia, en la ejecución de este trabajo.

A aquellas personas:

Quienes brindaron su apoyo en la ejecución del trabajo de investigación y a la Escuela Académico Profesional de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias, por haberme formado profesionalmente y a mis amigos y amigas, los que se quedaron en el camino y los que aún conservo: en especial a aquellos con quienes he compartido no solo las aulas sino además cariño y apoyo.

A mis familiares:

Por su afecto, amor, por sus consejos y apoyo incondicional en los momentos más difíciles de mi vida junto a mi familia.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE GENERAL	iv
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
CAPÍTULO	PÁGINA
I. INTRODUCCIÓN	9
1.1 Problema de investigación	9
1.2 Formulación del problema	10
1.3 Objetivo de la investigación.....	10
1.4 Hipótesis de la investigación.....	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA	12
2.1 GENERALIDADES DE LA PALTA	12
2.2 BASES TEÓRICAS	13
2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA (Persea americana Mill) .	13
2.2.1.1 Descripción botánica	13
2.2.1.2 Fenología del palto	13
2.2.2 Morfología, crecimiento y desarrollo del fruto	16
2.2.3 Aspectos nutricionales	17
2.2.4 Principales variedades.....	21
2.2.4.1 Variedad Hass	21
2.2.4.2 Variedad Fuerte.....	22
2.2.5 Proceso de maduración.	22
2.2.6 Efecto del etileno	25
2.2.6.1 Biosíntesis del etileno.....	26

2.2.7 Índices de madurez en frutas.....	27
2.8. Cosecha	29
2.2.8.1 Época de cosecha	29
2.2.8.2 Métodos de cosecha.....	30
2.2.9 Fisiología post cosecha	31
2.2.9.1 Respiración	31
2.2.9.2 Transpiración	31
2.2.10 Índices de cosecha más utilizados	32
2.2.10.1 Contenido de aceite.	32
2.2.10.2 Materia seca.	32
2.2.10.3 Diámetro y peso de los frutos	32
2.2.11 Las nuevas alternativas de índices de cosecha	33
2.2.11.1 Medición de la velocidad ultrasónica.	33
2.2.11.2 Métodos de resonancia nuclear magnética (RNM).....	33
2.2.11.3 Espectroscopia de fluorescencia de la clorofila.	33
2.2.11.4 Medición de productos fluorescentes de la peroxidación de lípidos.....	33
2.2.12 Calidad de las frutas	34
2.2.12.1 Calidad organoléptica o sensorial	34
2.2.12.2 Calidad nutritiva.....	35
2.2.12.3 Estandarización..	36
3.0 Indicadores de calidad.....	36
3.1 Efectos de los parámetros climáticos en la calidad.....	37
3.2 Relación de los parámetros físicos con la calidad.	37
3.2.1 Color.....	37
3.2.2 Firmeza	38
3.2.3 Calibre	38
3.2.4 Peso	39

3.2.5 Diámetro del fruto	39
3.2.6 Gravedad específica	40
3.3 Relación parámetros químicos vs. Calidad	40
3.3.1 Materia seca	40
3.3.2 Porcentaje de humedad.....	40
3.3.3 Ácidos grasos.....	41
III. MATERIALES Y MÉTODO	42
3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	42
3.1.1. Fase campo.	42
3.1.2. Fase laboratorio.....	42
3.2.MATERIALES	42
3.2.1. Fase campo	42
3.2.2. Fase laboratorio	43
3.3.METODOLOGÍA.....	44
3.3.1 Fase de campo.....	44
3.3.2 Fase de laboratorio	44
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	54
4.1 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICA.....	54
4.1.1 Variedades fuerte y Hass	54
4.2 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICA.....	61
4.2.1 Variedades fuerte y Hass	61
4.3 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE MINERALES	74
4.3.1 Variedades fuerte y Hass	74
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	79
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80
VII. ANEXOS.....	85

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar las características físico - químicas de los frutos de la palta (*Persea americana* Mill., Variedades Hass y Fuerte), procedentes del valle Condebamba, al momento de su recolección. Para tal propósito se evaluó el color, firmeza, peso fresco, diámetro del fruto y la gravedad específica y determinó la materia seca, porcentaje de humedad, porcentaje de grasas, proteínas, sólidos totales, contenido de vitaminas A y E, así como también el contenido de minerales (potasio, fósforo y calcio). Se determinó que, al momento de su recolección, frutos de las variedades Hass y Fuerte, registraron un color verde claro y marrón oscuro, respectivamente. Los frutos de la var. Hass de Primera y Segunda categoría tuvieron una firmeza y un peso fresco de 78,3 y 80,0 Newtons, y de 222 y 189.3 g, respectivamente. Para estas mismas categorías, el diámetro del fruto y la gravedad específica variaron entre 4.5 y 6.03 cm, y entre 0.86 y 0.85 g.cm⁻³. En ambas categorías, por cada cien gramos de parte comestible, la materia seca, la humedad, el porcentaje de grasa, el contenido de proteína, y el contenido de sólidos totales fue de 27.1%, 72.9%, 2.13%, 2.1% y 16.09 °Brix, respectivamente y el contenido de vitaminas A y E fue de 81%, 77.,67 y 2.51%, 2.18, respectivamente. Asimismo, el contenido de Potasio en 100 g de parte comestible de los frutos de primera y segunda categoría fue de 442 y 430.3 mg, el de Fósforo de 39 y 34 mg, y el de Calcio 9.8 y 7.77 mg, respectivamente. A su vez, los frutos de la var. Fuerte de Primera y Segunda categoría tuvieron una firmeza y un peso fresco de 75 y 76.33 Newtons, y de 278,3 y 246 g, respectivamente. Para estas mismas categorías, el diámetro del fruto y la gravedad específica variaron entre 6.5 y 4.2 cm, y entre 0.86 y 0.71 g.cm⁻³. En ambas categorías, por cada cien gramos de parte comestible, la materia seca, la humedad, el porcentaje de grasa, el contenido de proteína, y el contenido de sólidos totales fue de 28.80%, 26.67%, 71.20%, 73.87% y 16.37 °Brix, respectivamente y el contenido de vitaminas A y E fue de 79 y 76.33 mg, 2.23 y 2.03 mg, respectivamente. Asimismo, el contenido de Potasio en 100 g de parte comestible de los frutos de primera y segunda categoría fue de 434 y 423 mg, el de Fósforo de 38.33 y 33.33 mg, y el de Calcio 9.367 y 7.367 mg, respectivamente.

Palabras clave: Parámetros de calidad, caracterización fisicoquímica, *Persea americana* Mill, variedades, Hass y Fuerte, palta.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the physical - chemical characteristics of the avocado fruits (*Persea americana* Mill, varieties Hass and Fuerte.), cultivated in the Condebamba's valley, at the time of their collection. For this purpose, color, firmness, fresh weight, fruit diameter and specific gravity was evaluated and determined dry matter, moisture, percentage of fat, protein, total solids content of vitamins A and E, as well as the content of minerals (potassium, phosphorus and calcium). It was found that, at the time of harvesting, fruits of the Hass and Fuerte varieties, registered a light green and dark brown color, respectively. Hass fruits of the First and Second categories had a firmness and a fresh weight of 78.3 and 80.0 Newtons, and 222 and 189 g, respectively. For the same categories, fruit diameter and specific gravity varied between 9.5 and 6.03 cm, and between 0.86 and 0.85 g.cm⁻³. In both categories, per hundred grams of edible portion, the dry matter, moisture, fat percentage, protein content, and the total solids content was 27.1%, 72.9%, 2.13%, 2.1% and 16.09 °Brix, respectively and the content of A and E vitamins was 81%, 77.67% and 2.51, 2.18, respectively. Also the potassium content in 100 g of edible portion of the fruits of first and second category was 442 and 430.3 mg, the phosphorus 39 and 34 mg, and 9.8 Calcium and 7.77 mg, respectively. In turn, fruits First and Second categories of the Fuerte var. had a firmness and a fresh weight of 75 and 76 Newtons, and 278.3 and 246 g, respectively. For the same categories, fruit diameter and specific gravity varied between 12 and 9 cm, and between 0.86 and 0.71 g.cm⁻³. In both categories, per hundred grams of edible portion, the dry matter, moisture, fat percentage, protein content, and the total solid content was 28.80%, 26.67%, 71.20%, 73.87% and 16.37 °Brix, respectively and the content of A and E vitamins was 79 mg and 76.33, 2.23 and 2.03mg, respectively. Also the potassium content in 100 g of edible portion of the fruits of first and second category was 434 and 423 mg, the phosphorus of 38.33 and 33.33 mg calcium and 9,367 and 7,367 mg, respectively.

Keywords: quality parameters, physicochemical characterization, *Persea americana* Mill vars. Hass and Fuerte avocado.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La palta (*Persea americana* Mill) originaria de América Central y del sur de México, en la actualidad se cultiva desde Chile hasta los Estados Unidos de América. Pertenece a la familia de las Lauraceae, es un árbol de tipo perenne, que prospera desde el nivel del mar hasta los 3 000 m de altitud, en un amplio rango de climas y suelos, puede alcanzar alturas de hasta 10 m. Tiene un follaje verde y el fruto es una drupa que se caracteriza por tener un mesocarpio carnoso y oleaginoso (Amórtegui 2001; Cerdas et al. 2006).

A diferencia de la mayoría de frutales, la palta no alcanza la madurez de consumo en el árbol sino fuera de él, este fenómeno parece estar explicado por la presencia de una sustancia que actúa como regulador de la maduración, proceso que está basado en el metabolismo de lípidos y una rápida acumulación de aceite y de materia seca. Estos cambios bioquímicos se dan cuando se observa un ablandamiento del fruto a nivel celular, lo cual se debe al incremento de la actividad de las enzimas sujetas a un fuerte control por el etileno (Cabezas *et al.* 2008; Cervantes 2006).

Por lo tanto es necesario cosechar los frutos bajo los mejores índices de calidad, especialmente el contenido de grasa, que en lugares como California en USA, el valor mínimo de grasa es del 8% y materia seca de 19 a 25%, debido a que estos parámetros determinan la aceptabilidad que exige la industria. Entre otros índices se menciona el contenido de proteínas, vitaminas y minerales (Hernández 2008).

Esta información ayudará a los agricultores a disminuir las limitaciones durante la cosecha de este cultivo y obtener frutos que satisfagan las demandas del mercado, de forma sencilla y económica.

1.1 Problema de la investigación

El cultivo de palto (*Persea americana* Mill), en el valle de Condebamba es una de las principales actividades económicas a la que se dedican la mayoría de productores lo cual ubica a este valle como una de las principales zonas productoras de palta en el país.

El fruto de palta posee características importantes, las cuales influyen directamente en la demanda de esta especie. Dentro de ellas se encuentran su agradable sabor y alto valor nutritivo, pues contiene elementos nutritivos tales como: hidratos de carbono, proteínas, vitaminas, minerales y lípidos. Asimismo, su importancia económica y nutricional establece las necesidades de investigación básica relacionadas con el estudio de las características fisicoquímicas del fruto al momento de su recolección como factor determinante de su calidad organoléptica, lo que en el futuro ha de permitir estandarizar los parámetros de cosecha y estimar uniformidad en la calidad de los frutos (Oleata 2003).

En este contexto, el estudio de la caracterización fisicoquímica del fruto de palta es importante como medida para la generación de información de base para futuros proyectos en el campo de la nutrición.

1.2 Formulación del problema

¿Cuáles son las características físico - químicas de los frutos de palta (*Persea americana* Mill) de las variedades Hass y Fuerte del valle de Condebamba al momento de su recolección?

1.3 Objetivo de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar las características físico - químicas de los frutos de palta (*Persea americana* Mill) de las variedades Hass y Fuerte del valle de Condebamba al momento de su recolección.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar el color, firmeza, peso, diámetro y gravedad específica de los frutos de palta de las variedades Hass y Fuerte.

- Determinar los porcentajes de materia seca, humedad, grasa, proteínas, sólidos totales, ácidos grasos y el contenido de vitamina A y E de los frutos de palta de las variedades Hass y Fuerte.
- Determinar el contenido de calcio, fósforo y potasio de los frutos de palta de las variedades Hass y Fuerte.

1.4 Hipótesis de la investigación

Las características físico - químicas de los frutos de palta (*Persea americana* Mill) de las variedades Hass y Fuerte del valle de Condebamba, determinan su calidad organoléptica.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES DE LA PALTA

El fruto es una baya de formas entre periforme y redonda, y de color verde oscuro y en ocasiones morado oscuro casi negro dependiendo de la variedad y grado de madurez. Tiene una pulpa consistente de diversos colores entre amarillos y verdes claros; con un contenido variable de fibra de acuerdo con la variedad a la que pertenece. Además, es rico en calorías, minerales y vitaminas. Su tamaño, aunque dependiente de la variedad es de cerca de 10 cm de largo y su diámetro máximo de unos 6 cm (Oleata 2003).

En la industria, se le utiliza para la fabricación de puré y en la extracción de su aceite. Como puré sirve para acompañar pequeños, panecillos y galletas. El aceite obtenido es empleado en la fabricación de cosméticos, jabones, cremas de belleza y aceites para masajes. Se consume de diversas formas, como parte de ensaladas frescas en las comidas o se puede acompañar con el pan ya que tiene un sabor delicioso (García 2003).

Posee un alto contenido de aceites vegetales, por lo que se le considera un excelente alimento en cuanto a nutrición, además se ha descubierto que el aceite de aguacate tiene propiedades antioxidantes. Es rico en grasa vegetal que aporta beneficios al organismo (Risco 2007).

La palta es una fruta muy apreciada por sus cualidades sensoriales y nutritivas por lo que requiere de un manejo adecuado de frío para su conservación post cosecha (FAO 1990). El procesamiento de esta fruta presenta ciertos obstáculos como el pardeamiento enzimático, el deterioro microbiológico y generación de olores y sabores extraños como el resultado de la aplicación de tratamientos térmicos factores que limitan la conservación de la palta mediante la aplicación de métodos tradicionales que se ha aplicado a otras frutas (Cornejo 2010).

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA (*Persea americana* Mill)

2.2.1.1 Descripción botánica

El fruto del aguacate es una baya que deriva de un gineceo unicarpelar y que contiene una sola semilla. El pericarpio consiste de tres capas: el exocarpio que comprende la cáscara, el mesocarpio pulposo que es la porción comestible de la fruta, y una capa interna delgada junto a la cubierta de la semilla que corresponde al endocarpio (Cummings y Schroeder 1995).

2.2.1.2 Fenología del palto

(Bárceñas 2002), divide a la fenología del palto en tres fases: vegetativa, floración y fructificación, cada una de las cuales se divide en cinco etapas que a continuación se describen.

a. Fase vegetativa:

Etapa 1. Comprende a una rama que ha terminado su crecimiento y posee una yema terminal cerrada y puntiaguda.

Etapa 2. La yema terminal esta hinchada, de coloración amarillenta y las escamas que la cubren empiezan a separarse.

Etapa 3. En el extremo del brote aparecen cuatro o cinco hojas.

Etapa 4. Se trata de un brote juvenil más avanzado, cuyas hojas presentan una coloración rojo oscuro.

Etapa 5. Finaliza la maduración de las hojas, las que toman un color verde.



Figura 1. Fase vegetativa del palto

b. Fase de floración

Etapa 1. La yema apical amarilla e hinchada con separación de escamas superiores, mientras que las yemas axilares se hinchan y se tornan de color verde claro.

Etapa 2. Las brácteas se abren y la inflorescencia empieza a emerger, se distinguen claramente los botones florales.

Etapa 3. Los ejes florales secundarios se alargan.

Etapa 4. Elongación de ejes terciarios: las flores están completamente diferenciadas pero cerradas.

Etapa 5. Los pedúnculos florales se separan y se abren los sépalos (apertura de la flor o antesis).



Figura 2. Ilustración de las cinco fases de floración

c. Fase de fructificación

Etapa 1. Frutos de 1 a 15 mm de diámetro. De amarre (sépalos secos recubren el ovario, estilo visible).

Etapa 2. Frutos de 16 a 39 mm de diámetro.

Etapa 3. Frutos de 40 a 50 mm de diámetro.

Etapa 4. Frutos mayores de 51 mm de diámetro, que aún conservan el color verde claro.

Etapa 5. Frutos mayores de 51 mm de diámetro, pero de color verde oscuro, listo para corte.

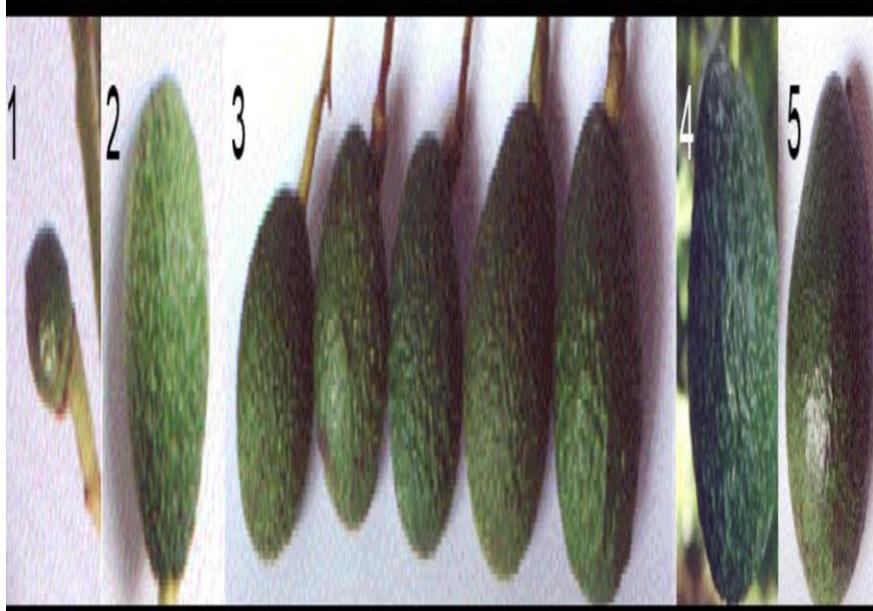


Figura 3. Cinco fases que presenta el palto en proceso de fructificación

2.2.2 Morfología, crecimiento y desarrollo del fruto

Es una planta perenne, de gran crecimiento vegetativo, llegando en su hábitat natural a una altura de 10 a 12 m. Con raíces superficiales, que absorben agua y nutrientes principalmente en los ápices a través de los tejidos primarios; esto determina la susceptibilidad del árbol al exceso de humedad que induce a ataques de hongos y pudriciones vasculares. Las ramas son abundantes, delgadas y frágiles, sensibles a las quemaduras de sol y a las heladas, se rompen con facilidad al cargar muchos frutos o por acción del viento, las flores son hermafroditas, simétricas, de color verde amarillento y miden aproximadamente un centímetro de diámetro. Están agrupadas en inflorescencias llamadas panículas. Las hojas son simples y enteras, presentan un color rojizo y al llegar a la madurez se tornan lisas, coriáceas y de un verde intenso. El fruto es oval piriforme de epidermis gruesa y rugosa color verde oscureciéndose en la madurez tomando un color marrón oscuro al madurar (Bárcenas 2000).

Una vez que las flores son polinizadas y fertilizadas con éxito, se inicia el proceso de cuajado, el ovario engrosa en el centro de las flores, los restos de pétalos y androceo se desprenden y el pedúnculo engruesa (Cabezas *et al.* 2003). En la mayoría de frutos existen dos centros de crecimiento: el óvulo y el pericarpio. El crecimiento desde el pericarpio usualmente direcciona el aumento del tamaño, mientras el alargamiento posterior está relacionado con el desarrollo de la semilla (Cowan *et al.* 2001).

El pericarpio consta de tres capas: el exocarpio o cáscara, el mesocarpio comestible y una capa interna delgada junto a la cubierta de la semilla que corresponde al endocarpio (Scora *et al.* 2002).

La semilla de palta juega un papel importante en el desarrollo del fruto. Al presentar mayor dominancia sobre el mesocarpio como vertedero de agua y solutos, actúa como un reservorio potencial durante el crecimiento del fruto. La cubierta seminal es el punto de unión en el transporte de solutos entre la semilla y mesocarpio a través de los plasmodesmos. Estas funciones le atribuyen el papel de órgano regulador de procesos fisiológicos y bioquímicos en el fruto durante el desarrollo y maduración. El no desarrollo de la cubierta seminal es sugerido como un inhibidor de la actividad meristemática y, por tanto, puede disminuir la fuerza del vertedero, existiendo una marcada relación entre el tamaño de la semilla y el tamaño final del fruto (Cowan *et al.* 2001), el cual es la consecuencia de un complejo de eventos metabólicos que ocurren durante el cuajado del fruto y hasta la maduración (Kalala *et al.* 2005).

Considerando la acumulación de materia seca, el fruto presenta un crecimiento sigmoide, en donde se distinguen claramente las tres fases de crecimiento: lineal, de crecimiento lento, hasta 61 días después de anthesis (dda), exponencial, de crecimiento acelerado (hasta 116 dda) y de maduración (hasta 143 dda). Por tratarse de un fruto climatérico, la fase de maduración se reduce solo a 27 días (Cossio *et al.* 2009). En un estudio realizado por (Rosales *et al.* 2003) se determinó la curva de crecimiento del fruto de palta Hass encontrando frutos desde 0,2 cm de diámetro 79 días después de la brotación, presentando a partir de este momento una mayor tasa de cuajado con un máximo a los 95 días que desciende desde los 98 días hasta los 137 días. Este descenso rápido del cuajado, probablemente sería generado por la coincidencia de la brotación y el crecimiento vegetativo, reproductivo y radical.

2.2.3 Aspectos nutricionales

El Programa Nacional Integrado de Intervención para las Enfermedades no Transmisibles (CINDI) en Europa o su equivalente a la Red CARMEN en América Latina y el Caribe, ha identificado la política de alimentación y nutrición como elemento fundamental para la prevención y el control de enfermedades no transmisibles, para ello han preparado una

guía alimentaria que promueve la adopción de pautas de consumo de alimentos saludables y compatibles con la cultura y las condiciones locales de cada país (OMS 2000).

Entre los alimentos mencionados en la guía, se recomiendan aquellos que aparte de que aportan nutrientes, tengan combinaciones de otras sustancias que en su mayoría abundan en vegetales y frutas. Estudios epidemiológicos publicados durante los años ochenta y noventa confirman que la prevalencia de enfermedades cardiovasculares, ciertos cánceres y la mayoría de las carencias de micronutrientes, es menor en casos en que la ingesta de frutas y hortalizas supera los 400 g. Oligoelementos y minerales como el potasio, magnesio, calcio, ayudan a reducir el riesgo de hipertensión, además de prevenir carencias micronutricionales; las vitaminas B, vitamina E, ácido fólico ayudan a disminuir el riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares al reducir los niveles de homocisteína en el torrente sanguíneo (Esteban 1993).

Para (Quiles 2003) los aminoácidos esenciales: arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptófano y valina, así como también los minerales como son calcio, cobre, fósforo, magnesio, hierro, manganeso, potasio, selenio, sodio y zinc son necesarios para la síntesis de proteínas y para el metabolismo celular.

La OMS recomienda que la energía proveniente de las grasas en un régimen alimentario sano no exceda el 30 %. Los tres tipos principales de grasas son: saturadas, monoinsaturadas y no saturadas. Las grasas saturadas deben incorporar menos de 10 % del aporte energético total. Las grasas no saturadas deben constituir alrededor de 7 % de la energía total y el resto de las grasas en la alimentación deben ser monoinsaturadas. Los alimentos grasos contienen normalmente una mezcla de todas, pero en distintas proporciones, de modo que alrededor de la mitad de la energía proveniente de las grasas en un régimen alimentario sano debe provenir de las grasas monoinsaturadas y el resto de una mezcla de grasas saturadas y no saturadas. Las grasas monoinsaturadas se encuentran principalmente en el aceite de oliva, el aceite de semilla de canola, el aceite de maní y el de palta. Los aceites monoinsaturados ayudan a mantener el nivel del colesterol protector lipoproteico de alta densidad (HDL) (OMS 2000). Por razones como esta, la palta ha sido investigada detalladamente y hoy en día se considera como uno de los frutos de mayor aporte nutricional por los elementos que lo componen. En la Tabla 1 se muestra la composición química, siendo los principales componentes los siguientes:

Vitaminas: Sobresale la vitamina E, el ácido fólico y el glutaniol. Tienen propiedades antioxidantes, protegen contra cáncer y previenen la prostatitis. El glutaniol actúa en la protección de células frente a los radicales libres (Quiles 2003).

Ácidos grasos: Varios de los cuales son monoinsaturados y poliinsaturados. Ayudan a la protección contra el cáncer. El beta-sitosterol junto con otros fitoesteroles, ayuda a prevenir la acumulación del colesterol porque impide la absorción del mismo en el intestino (Quiles y Col 2003).

Aminoácidos esenciales: Arginina, fenilalanina, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, treonina, triptófano y valina, necesarios para la síntesis de proteínas y para el metabolismo celular (Quiles y Col 2003).

Minerales: Calcio, cobre, fósforo, magnesio, hierro, manganeso, potasio, selenio, sodio y zinc, esenciales para el buen funcionamiento del metabolismo celular (Quiles y Col 2003).

Todos estos componentes vitalizan el sistema inmunológico, fortalecen los huesos, evitan la formación de gases intestinales, mejoran la visión, protegen a las células de daños causados por estrés y previenen enfermedades cancerígenas y del hígado, por esto la palta representa una fuente de alimento completa, sana e inigualable (Quiles y Col 2003).

Tabla 1. Composición bioquímica de 100 g de palta variedad Hass

Componentes	Cantidades
Agua	75 g
Fibra	1,6 g
Proteínas	1,7 g
Hidratos de carbono	5,9 g
Grasas	15,4 g
Aceites saturados	2,2 g
Aceites monoinsaturados	8,9 g (96 % ácido oleico)
	1,7 g (98 % ácido linoleico)
Aceites poliinsaturados	85 µg
Vitamina A	10 µg
Vitamina D	3 mg
Vitamina E	14 mg
Vitamina C	8 µg
Vitamina K	0,11 mg
Vitamina B1	0,20 mg
Vitamina B2	0,45 mg
Vitamina B6	1,6 mg
Niacina	1 mg
Ácido pantoténico	10 µg
Biotina	32 µg
Ácido fólico	10 mg
Calcio	1,06 mg
Hierro	40 mg
Fósforo	4 mg
Sodio	463 mg
Potasio	41 mg
Magnesio	2,3 mg
Manganeso	0,35 mg
Cobre	25 mg
Azufre	160 kcal
Energía	

Fuente: Salunkhe *et al.* 1995. Handbook of fruits science and technology

2.2.4 Principales variedades

En el Perú existen numerosas variedades de palta, entre las más significativas están la Fuerte, Hall, Hass y Nabal. Las variedades de mayor importancia para los mercados en el Perú son la Hass y la fuerte.

2.2.4.1 Variedad Hass

Origen: Obtenida por semilla de una planta guatemalteca en la Habra Heights, California, Estados Unidos, por Rudolph Hass y patentado en 1935. Según, (Teliz *et al* 2000), es la principal variedad comercial en el mundo, muy desarrollada comercialmente en EE.UU. y difundida a Israel, Islas Canarias, Sur de España, México y América del Sur. Posee el 95 % de las características de la raza guatemalteca y solamente el 5 % de la raza mexicana. El fruto de la palta Hass es auto fértil, pero obtiene mejores resultados polinizándolo con las variedades fuerte y Ettinger. El árbol tiene mediano vigor, aunque alcanza altas producciones bajo condiciones ecológicas apropiadas (Bartoli 2008).

No presenta alternancia anual en sus cosechas: En el Perú, la época de cosecha se concentra principalmente entre los meses de octubre a enero, aunque a veces suele adelantarse un poco (Joseph 2002).

Producción: La palta Hass es altamente productiva y, con riego localizado puede alcanzar alrededor de 16 t/ha pero en plantaciones manejadas sin riego, alcanzan hasta 6 t/ha. En general, se estima que, en esta variedad, el período de flor a fruto oscila entre 9 y 14 meses, aumentando con la altura sobre el nivel del mar (Albiña 1986 y Bartoli 2008).

Características: Esta variedad es sensible al frío, especialmente en el momento de la floración la misma que es de tipo tardía (300-360 días), es además muy sensible a la humedad del ambiente, debiéndose evitar regiones de fuerte vientos descendientes, pues se deshidratan tanto las flores como los brotes jóvenes, perdiendo el área foliar necesaria para la alimentación fotosintética del fruto. Produce gran cantidad de flores que dará lugar luego a una gran producción de frutos (Rodríguez 1982).

Una vez que el fruto ha llegado a su madurez fisiológica y comercial, puede permanecer en la planta un tiempo sin desmejorarse su calidad, esta característica permite una mejor recolección. El fruto es de forma oval-piriforme, epidermis gruesa (la da resistencia al transporte) y rugosa, es de color verde oscureciéndose a la madurez y tomando un tono

violáceo. El peso varía entre 200-300 g su mesocarpo es de excelente calidad y el contenido de aceite es de un 20 %, la semilla es pequeña y se adhiere al mesocarpio. La variedad Hass se clasificada como Tipo A debido a que sus flores se abren por la mañana mostrando el órgano femenino (estigma) receptivo y el órgano masculino (estambres) está inmaduro (no emite polen), al día siguiente en la tarde abre la flor mostrando el órgano femenino ya no receptivo y la antera del estambre libera polen, con respecto al tipo de flor (Maldonado 2006).

2.2.4.2 Variedad fuerte

Origen: La variedad fuerte resultó de una cruce de la raza guatemalteca con la mexicana, se originó en Atlixco, Puebla, famosa desde la antigüedad por la producción de la palta. Se introdujo en Estados Unidos en 1911, convirtiéndose en una de las primeras variedades cultivadas en huertas de producción intensiva (Barragán 1999).

Características: Puede producir de 1 000 – 1 500 frutos cada diez años, es la de mayor producción después de la Hass. La drupa es piriforme, tiene un peso de 180 a 300 g, la epidermis es flexible y elástica, de color verde sin brillo, su calidad y resistencia al transporte la ubica como una de las más difundidas en América y Europa (Bartoli 2008 y Maldonado 2006).

Esta variedad tiene la tendencia a la formación de frutos no polinizados y sin semilla los cuales son más alargados y pequeños y reciben el nombre de pepinillos. Es muy exigente en la floración y en el momento del cuajado es sensible al frío y a las temperaturas elevadas, situación que afecta a los órganos de la flor y la viabilidad del polen. La variedad fuerte es clasificada como Tipo B debido a que sus flores se abren por las tardes como órgano femenino receptivo y por las mañanas el órgano masculino es receptivo, con respecto al tipo de flor (Maldonado 2006).

2.2.5 Proceso de maduración

Conjunto de cambios en el color, sabor y textura que un fruto experimenta cuando completa su crecimiento. En la mayoría de los frutos carnosos, estos cambios se asocian con la pérdida de firmeza de la pulpa, un cambio de color de la piel, el incremento del contenido de azúcares solubles, la disminución de los ácidos orgánicos, formación de sustancias volátiles responsables del aroma, y otros como la acumulación de vitaminas,

taninos, etc. Después de la maduración, el fruto inicia su senescencia que se caracteriza, por la pérdida de turgencia, el aumento de la sensibilidad a las condiciones del medio, la pérdida del control metabólico y posterior abscisión del fruto (Agustí 2000).

La maduración tiene lugar al final del crecimiento del fruto, y en la literatura inglesa se distingue entre ‘maturation’ y ‘ripening’ (fig. 4). Para (Westwood 1993) ‘maturation’ es el tiempo entre el final del crecimiento del fruto y el comienzo de la maduración (‘ripening’) y el fruto pasa de un estado inmaduro a la madurez (maturity/fruit mature) y adquiere la capacidad para madurar. La maduración (‘ripening’) es el conjunto de cambios que conducen al fruto a alcanzar sus características gustativas específicas, cuando finaliza el fruto está listo para su consumo (fruit ripe); se inicia después de que la semilla ha completado su madurez (Gillaspy et al. 1993) y es anterior a la senescencia del fruto (Agustí 2000).

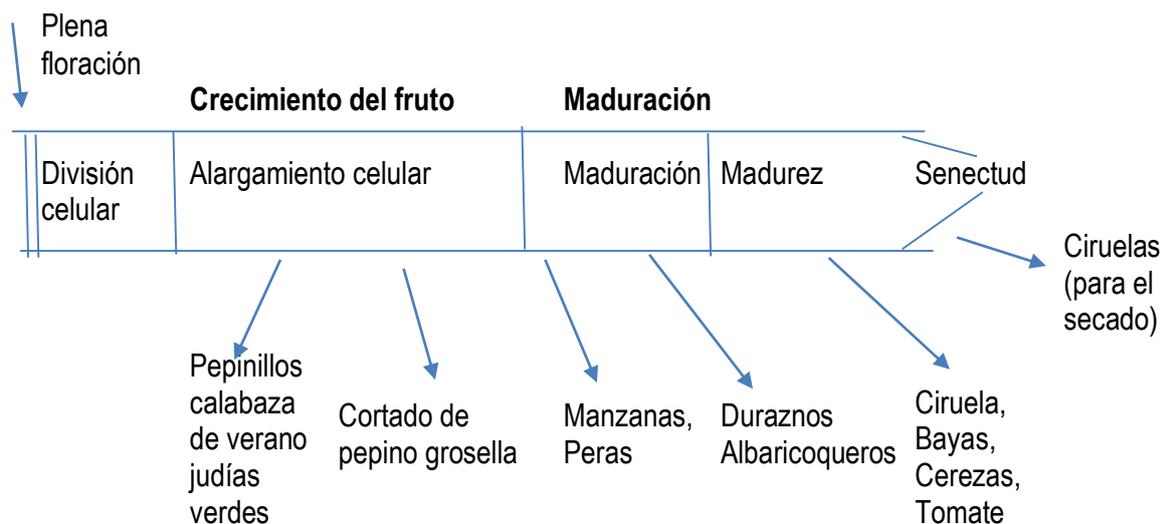


Figura 4. Relación de la madurez hortícola con el desarrollo fisiológico y la maduración de distintos frutos. (Adaptado de Westwood 1993)

Para Albert (1996), desde el punto de vista técnico interesa distinguir la Madurez de consumo o gustativa o momento óptimo de consumo del fruto. Es cuando el fruto alcanza sus mejores características organolépticas y está apto para el consumo en fresco, la madurez hortícola, comercial o de recolección es el momento óptimo de recolección de la fruta para que llegue al consumidor con sus mejores características organolépticas (madurez de consumo). Depende del destino posterior del fruto: consumo fresco, industria conservera o secado Fig. 4 De otro lado, la madurez fisiológica, corresponde al

momento en el que las semillas están suficientemente desarrolladas para ser viables, germinar y auto perpetuar la especie.

El proceso de la maduración varía con los frutos, en base a la cual es posible agruparlos en dos grandes grupos según su comportamiento fisiológico, y diferente mecanismo de maduración (Agustí 2000; Alexander y Grierson 2002).

Frutos climatéricos: son las que pueden seguir madurando una vez recolectadas, caso de las manzanas, peras, plátanos, durante su maduración se produce un incremento significativo del etileno y de la respiración. Estos frutos, pueden ser recolectados en el estado de madurez y madurar separados de la planta (Kader 1999). Los frutos climatéricos acumulan almidón durante su crecimiento y, en la maduración, lo hidrolizan a monosacáridos; proceso muy exigente en energía y por eso la maduración se caracteriza por un aumento de la respiración (Agustí 2000). Son frutos climatéricos: el melocotón, albaricoque, ciruela, manzana, pera, plátano, paltas, chirimoya, mango, higo, caqui, melón, tomate, etc.

Los frutos no climatéricos: producen pequeñas cantidades de etileno durante la maduración, y acumulan directamente monosacáridos durante su crecimiento y, por tanto, durante la maduración no experimentan incrementos significativos de su tasa respiratoria (Agustí 2000). Estos frutos no son capaces de continuar su maduración, una vez que son separados de la planta (Kader 2001). Son frutos no climatéricos: los cítricos, cereza, aceituna, uva, fresa, piña, etc.

Todos los frutos climatéricos y no climatéricos, responden a la presencia endógena o a la aplicación exógena de etileno (Agustí 2000). Se puede afirmar, por lo tanto, que este gas es la hormona de la maduración, pero como veremos más adelante, los mecanismos de regulación y de acción son diferentes entre frutos climatéricos y no climatéricos.

El fruto pasa a lo largo de su vida por una serie de etapas caracterizadas por una secuencia de continuos cambios metabólicos. La etapa más importante y compleja en el desarrollo de la fruta es el proceso de maduración, que puede dividirse, a su vez, en dos fases: la fase de maduración fisiológica y la de maduración organoléptica (HersHKovitz *et al.* 2011).

La madurez fisiológica o de consumo, es aquella en la que la fruta presenta sus mejores condiciones de consumo, y la madurez comercial, organoléptica o de cosecha (mature), es el estado de desarrollo del fruto que asegura la continuación del proceso de madurez, una vez separado del árbol, para obtener las óptimas condiciones de palatabilidad en la época de consumo. La maduración organoléptica hace referencia al proceso por el cual las frutas adquieren las características sensoriales que las definen como comestibles. Por lo tanto, se trata de un proceso que transforma un tejido fisiológicamente maduro, pero no comestible en otro visual, olfatoria y gustativamente atractivo (Leopold y Kriedemann 1975).

El grado de madurez de la fruta al momento de la cosecha es un factor de primera importancia, debido a que de él depende principalmente la palatabilidad y aceptación del producto por el consumidor, además de la duración de almacenamiento (Agustí 2000).

2.2.6 Efecto del etileno

El etileno es una hormona vegetal, de estructura química muy simple (C_2H_4) con actividad en forma gaseosa. El hecho de ser un gas incoloro a temperatura y presión ambiente, le confiere unas características peculiares: la capacidad de difundir libremente por los espacios intercelulares y de coordinar una respuesta rápida y uniforme en los tejidos (Zacarías y Lafuente 2000).

En determinado estado del proceso, el etileno se liga a su receptor en la célula, el complejo proteínico-enzimático y desencadena una serie de eventos que culminan con la maduración o senescencia del fruto. Por su carácter climatérico, la palta presenta una elevada tasa de producción de etileno al inicio del proceso de maduración que se asocia con una pronta madurez del fruto, la que puede ser alcanzada de 5 a 7 días después de su cosecha. Los niveles de etileno se pueden acumular durante este proceso hasta alcanzar 70 partes por millón (ppm). Niveles altos de etileno en frutos de palta durante el almacenamiento en frío o en el tránsito a mercados internacionales pueden disparar una reacción en cadena, causando una maduración prematura de toda la carga, ocasionando severos deterioros de la calidad, predisponiendo a los frutos a desordenes fisiológicos y a la presencia de patógenos en post cosecha (Hartill y Everett 2002).

En los frutos climatéricos el etileno provoca la síntesis de nuevo etileno, es decir hay una producción autocatalítica de etileno que no ocurre en los frutos no climatéricos (Zacarías y Lafuente 2000). El etileno formado dispara la maduración del fruto, se une a los receptores celulares y se produce la señal de transducción que altera la expresión de los genes implicados en la maduración (Fig. 5) (Alexander y Grierson 2002).

2.2.6.1 Biosíntesis del etileno

El etileno se sintetiza a partir de la metionina Fig. 5 y las enzimas implicadas en su síntesis son ácido 1-amino-ciclopropano-1-carboxílico (ACC), 1-amino-ciclopropano-1-carboxílico sintetasa (ACS) y la amino - ciclopropano oxidasa (ACO) originalmente definida como EFE (enzima formadora de etileno) (Yang y Hoffman, 1984). En los frutos climatéricos el etileno provoca la síntesis de nuevo etileno, es decir hay una producción autocatalítica de etileno que no ocurre en los frutos no climatéricos (Zacarías y Lafuente, 2000). El etileno formado dispara la maduración del fruto, se une a los receptores celulares y se produce la señal de transducción que altera la expresión de los genes implicados en la maduración Fig.5 (Alexander y Grierson 2002).

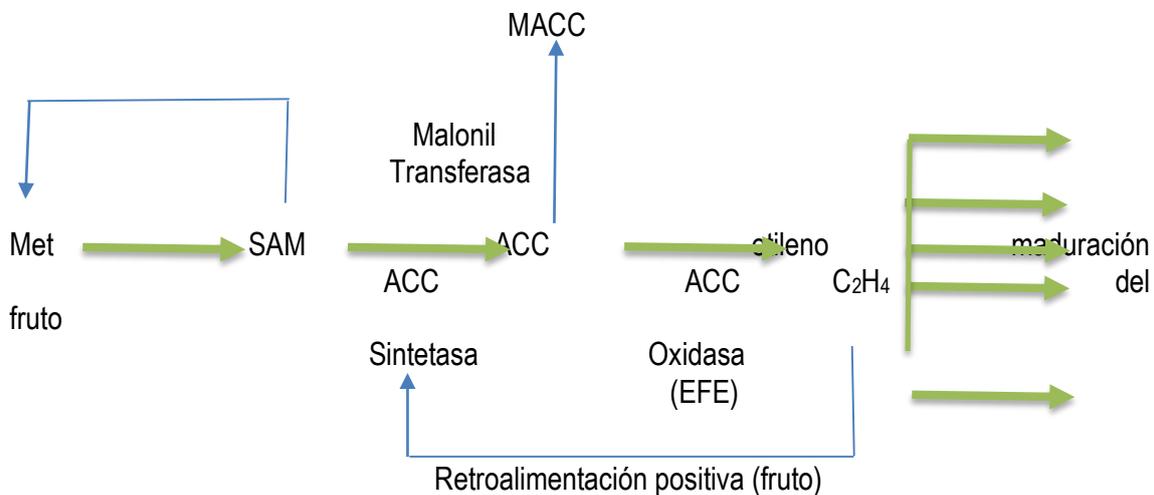


Figura 5. Biosíntesis del etileno. SAM = S – adenosil metionina; ACC = ácido 1 – aminociclopropano 1 - carboxílico; MACC = malonil ACC; EFE = enzima formador de etileno (Yang 1985).

2.2.7. Índices de madurez en frutas

Determinar el momento adecuado para comenzar a cosechar la fruta, es uno de los aspectos más importante en su producción, ya que de él depende la calidad de la fruta que obtengamos y el comportamiento que tendrá después de ser cosechada y almacenada. En gran parte, en función de lo acertado que sea el momento de cosecha, mejores serán los rendimientos en calidad que se obtengan y, por consiguiente, en sus posteriores utilidades (Yommi *et al.* 2002).

En los últimos años los esfuerzos en cuanto al manejo postcosecha se han orientado a mejorar las condiciones de conservación después de la recolección, habiendo tenido muy en cuenta un momento óptimo para la misma. En este aspecto, dependiendo de la especie frutícola de que se trate (Kader *et al.* 1989), los atributos de forma, tamaño, color, textura, contenido de agua, cantidad de fibra y brillantez, son indicadores del grado de madurez y/o calidad organoléptica de los frutos (Floros 1993).

Un índice de madurez, para ser de valor y cumplir con su objetivo, debe experimentar cambios notorios al aproximarse la misma, para así determinar el comienzo del periodo de cosecha y asegurar la obtención de fruta con óptima calidad en cuanto a sabor y comportamiento en almacenaje. Los índices de madurez deben ser consistentes a través de los años y representar una madurez producida en diversas situaciones, su determinación debe ser hecha por métodos simples y de fácil realización en el campo (Hershkovitz *et al.* 2011).

Los índices de maduración son distintos para las distintas frutas como se muestra en la Tabla 2, por ejemplo, (Yommi *et al.* 2002), sugieren que para cerezas el índice de madurez adecuado es el contenido en sólidos solubles totales, adicionalmente también indican que para limones es el rendimiento en zumo, para naranja y mandarina, el contenido en jugo y la relación sólidos solubles/ácidos; para la manzana y pera la presión máxima y mínima de la pulpa y para la palta el contenido de aceite.

En general, se pueden englobar en dos tipos los métodos para determinar la época más adecuada de cosecha:

Tabla .2 Distintos índices de madurez para frutas

Índice de madurez	Frutas
Días transcurridos desde la floración hasta la cosecha	Manzanas, peras
Desarrollo de la capa de abscisión	Algunos melones, manzanas
Morfología y estructura de la superficie	Formación de la cutícula en uvas Malla en algunos melones.
Tamaño	Brillo de algunos frutos (desarrollo de cera)
Gravedad específica	Todas las frutas
Propiedades de textura: Firmeza	Cerezas, sandias
Color externo	Manzanas, peras, frutos de hueso
Color y estructuras internas	Todas las frutas
Factores composicionales	Color de la pulpa en frutas
Contenido de azúcares	Manzanas y peras
Contenido de ácidos grasos, proporción azúcar / ácido	Manzanas, peras, frutos de hueso, uvas Granda, cítricos, papaya, melones, kiwi
Contenido en zumo (jugo)	Cítricos
Contenido de aceites	Palta
Concentración interna de etileno	Manzanas, peras

Fuente: Yommi et al. 2002

2.2.8. Cosecha

La cosecha es la fase de la explotación comercial del cultivo de la palta, en la cual el productor planea, organiza, ejecuta y supervisa todas 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 (Arpaia 2004).

La cosecha de palta se realiza basada en la experiencia de los productores, quienes generalmente utilizan como indicadores de madurez: el color y el tamaño de la fruta. Sin embargo, para algunos autores, estos indicadores no son confiables (Cajuste *et al.* 1994). Esto provoca una amplia variabilidad en la calidad de la fruta, perjudicando de manera directa su valor comercial y a los consumidores finales, al tiempo que debilita el sistema de comercialización del mismo (Gallo 1996).

La cosecha debe realizarse en las horas más frescas del día, iniciando cerca de las 6:00 am, cuando la luminosidad permite valorar bien la madurez de la fruta. La palta cosechada se debe colocar dentro de cajas plásticas limpias en varias capas (3 ó 4), pero sin sobrellenar los empaques, porque esto lleva a daños por compresión al estibar las cajas durante el transporte (Cajuste *et al.* 1994).

2.2.8.1. Época de cosecha

Se refiere al momento preciso en que se debe cosechar de acuerdo a las exigencias del mercado.

Cuando la cosecha se hace en forma temprana o tardía, se presentan problemas con la calidad de los productos colectados, así:

a) Recolección temprana

- ◆ Madurez incompleta.
- ◆ Problema con el sabor, olor, aroma.
- ◆ Pérdida de peso y marchitamiento.
- ◆ Bajos rendimientos en el procesamiento.
- ◆ Engaño al consumidor.

b) Recolección tardía

- ◆ La vida útil del producto es corta.
- ◆ Propenso a enfermedades.
- ◆ Textura blanda.

- ◆ Pérdida del producto en la planta.
- ◆ Piel frágil y susceptible a heridas.
- ◆ Sobre madurez.
- ◆ Poco tiempo para ser comercializada (Villamizar y Ospina 1995).

2.2.8.2.Métodos de cosecha

- a) **Manual:** Con este método se emplea una gran variedad de herramientas manuales tales como: Navajas, cuchillos, tijeras, etc. (FAO 1987)
- b) **Mecanizada:** Puede involucrar varios niveles de tecnología. Pueden ser simplemente vehículos que se desplazan entre las hileras del cultivo. También se puede utilizar maquinarias cosechadoras complejas, que la labor más rápida (FAO 1987).

La norma codex para la palta CODEX STAN (1995), se aplica a las variedades comerciales de aguacates obtenidos de *Persea americana* Mill., de la familia Lauraceae, que habrán de suministrarse frescos al consumidor, después de su acondicionamiento y envasado. En todas las categorías, a reserva de las disposiciones especiales para cada categoría y las tolerancias permitidas, las paltas deberán: estar enteras; sanas y libres de podredumbre o deterioro que hagan que no sean aptos para el consumo; limpios, y prácticamente exentos de cualquier materia extraña visible; exentos de plagas, y daños causados por ellas, que afecten al aspecto general del producto; exentos de humedad externa anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica; exentos de cualquier olor y/o sabor extraños; así como de daños causados por bajas y/o altas temperaturas; finalmente debe tener un pedúnculo de longitud no superior a 10 mm, cortado limpiamente. Sin embargo, su ausencia no se considera defecto, siempre y cuando el lugar de inserción del pedúnculo esté seco e intacto.

Las paltas deberán haber alcanzado una fase de desarrollo fisiológico que asegure la finalización del proceso de maduración, de conformidad con los criterios peculiares de la variedad y la zona en que se producen. El fruto maduro no deberá tener sabor amargo. El desarrollo y condición de las paltas deberán ser tales que les permitan: soportar el transporte y la manipulación y llegar en estado satisfactorio al lugar de destino (Gallo 1996).

2.2.9. Fisiología post cosecha

Para dar un buen manejo a las frutas después de la cosecha, debe considerarse el hecho que estos productos son orgánicos o estructuras vivas y que no solo se encuentran vivas cuando se hallan unidas a la planta, sino que después de la cosecha, continúan estándolo y siguen desarrollando los sistemas fisiológicos que operaban durante su etapa de crecimiento en la planta, como son la respiración y la transpiración, principalmente (Rolf 2003). Por esta razón, podemos decir, en términos generales, que los procesos fisiológicos que más inciden en el deterioro de las frutas durante la poscosecha son la respiración y la transpiración, procesos que son acelerados por las condiciones de temperatura y humedad a las que se somete el producto durante las fases de cosecha (Kader 1992).

Las frutas una vez cosechadas cuentan únicamente con las reservas de nutrientes almacenados y como ya no pueden reponerlos, en la medida en que se van agotando, se produce el proceso de envejecimiento (Fallik 2004).

2.2.9.1 Respiración

La palta es un fruto climatérico, con un incremento en la tasa de respiración de cuatro veces en el clímax, que precede al ablandamiento y a la maduración de consumo y es requisito para estos procesos (Blanke y Whiley, 1995). El principal sustrato para la respiración lo constituyen los azúcares provenientes del almidón (Blanke 1991) degradado por las enzimas α - y β -amilasa (Pesis *et al.* 1978), aunque también se degradan ácidos grasos por β -oxidación. Los azúcares C7 (monoheptulosa y perseitol), disminuyen sustancialmente con el aumento de la respiración (Liu *et al.* 1999).

2.2.9.2 Transpiración

Es el proceso mediante el cual la fruta pierde agua en forma de vapor. Este es un proceso muy importante debido a que los frutos tienen unos altos contenidos de agua entre los 80 – 85 %, y su pérdida se refleja en el marchitamiento (Villamizar 1995).

La fruta pierde agua a través de los tejidos vivos en forma de vapor, tanto los que están unidos a la planta madre como los que han sido cosechados (Franco 1997).

2.2.10. Índices de cosecha más utilizados

La mayoría de los estándares de madurez dependen del cambio en la concentración de un componente de la fruta, ya que su incremento o disminución se correlaciona con un determinado sabor y aceptación; con ello se puede predecir el tiempo en que estará madura (Woolf *et al.* 2004). Para determinar si el fruto de palta está comercialmente maduro, se han adoptado diversos parámetros en diferentes países, entre los cuales se pueden señalar los siguientes:

2.2.10.1. Contenido de aceite: En este caso, se utiliza el porcentaje de aceite que posee la pulpa al separarla del árbol, ya que el grado de madurez está relacionado con la fecha de cosecha; es así como, si ésta es muy temprana, el fruto posee una cantidad insuficiente de aceite para alcanzar la madurez de consumo (Kader 2002). Por su parte, (Gardiazabal y Martínez 1986), señalan que a medida que el fruto se desarrolla, existe un incremento significativo el contenido de aceite y, a su vez, cada cultivar presenta curvas características. Al relacionar lo anterior con la palatabilidad del fruto, determinaron que a medida que los frutos se desarrollan, se produce también un incremento en las características de sabor de los mismos.

2.2.10.2. Materia seca: Se ha visto que este parámetro es de fácil utilización, ya que hay una relación entre el aumento del porcentaje de materia seca de la pulpa, la disminución de la humedad y el contenido de aceite. Tanto en California como en Israel y España tiende a considerarse un porcentaje mínimo del 20 % de materia seca para las variedades precoces, como "Bacon" y "Zutano"; 21 % para "Fuerte" y 22 % para los cultivares tardíos, incluyendo a Hass (21 % de materia seca se corresponde con 10 % de aceite) (Hofman *et al.* 2002).

Estudios realizados por (Coffey *et al.* 1985) concluyen que los cambios en el porcentaje de materia seca dan una pobre predicción de la capacidad de maduración del fruto. Además, está el hecho de que los datos observados varían mucho entre las diferentes localidades donde se cultiva la palta.

2.2.10.3. Diámetro y peso de los frutos: Es utilizado en Florida, donde cada cultivar debe superar ciertos valores mínimos para ser cosechado (Ibar 1986). (Lee y Young 1983), al medir el crecimiento del fruto, determinaron que, al hacer una extrapolación lineal, a valor 0, en la porción de descenso de la curva de crecimiento de la palta, se obtiene un punto

definitivo indicando que la madurez fisiológica ha ocurrido, y en muchos casos, esta fecha está relacionada con la data de madurez hortícola, determinada por un panel de análisis de gusto. Por su parte, (Coggins 1986) considera que el tamaño del fruto da una predicción bastante pobre de madurez, ya que varía mucho entre áreas que se encuentran a corta distancia.

2.2.11. Las nuevas alternativas de índices de cosecha

2.2.11.1. Medición de la velocidad ultrasónica: (Self *et al.* 1994), observaron que durante la maduración de palta "fuerte", a 15 °C, la fracción de volumen del espacio intercelular, es decir el contenido de aire, tiende a disminuir y está correlacionado negativamente con la densidad de la pulpa. A su vez, la velocidad ultrasónica está correlacionada positivamente con la humedad de la pulpa. Además, es necesario extrapolar de la velocidad medida en secciones de pulpa a la fruta completa, con el objetivo de proveer de un índice no destructivo para evaluar la madurez de paltas.

2.2.11.2. Métodos de resonancia nuclear magnética (RNM): Al realizar experimentos con RMN, (Chen *et al.* 1993), determinaron que, tanto la intensidad de la imagen, la relación del aceite y los "picos" de resonancia del agua de una dimensión del espectro, entre otros, se correlacionaban con la madurez de la fruta.

2.2.11.3. Espectroscopia de fluorescencia de la clorofila: El espectro de fluorescencia patrón de la piel del fruto, indica la organización normal de la clorofila contenida en el complejo de la membrana tilacoide, y los resultados que se obtienen con la espectroscopia de fluorescencia, se pueden usar como una herramienta para estudiar la organización de la clorofila durante los periodos de crecimiento y maduración de la fruta (Gross *et al.* 1983).

2.2.11.4. Medición de productos fluorescentes de la peroxidación de lípidos: Meir (1991) sugiere que la peroxidación de los lípidos puede ser uno de los primeros procesos detectables durante la maduración de la fruta, de esta manera, el análisis del fraccionado de los productos fluorescentes y sus resultados pueden emplearse como una característica hortícola para estimar la iniciación de la maduración en las paltas. (Ibar 1986) también señala que se han propuesto otros parámetros para conocer el momento justo de la madurez fisiológica, como es la medida de la cantidad de la enzima pectinmetilesterasa;

pero este tipo de parámetros, al igual que otros basados en metodologías igualmente complicadas, no se usan demasiado en la práctica.

2.2.12. Calidad de las frutas

La calidad de un producto alimenticio, se refiere a un conjunto de propiedades que se aprecian de forma diferente según quien lo contemple. Por ejemplo, Para el productor, la calidad va unida a productividad, Para el almacenista y transportista viene condicionada por su estabilidad, aspecto, presentación y resistencia a manipulaciones, Para el industrial, la calidad depende de la aptitud tecnológica del producto y de la buena aceptabilidad por parte de los consumidores; Para los responsables comerciales depende, en un primer momento, del aspecto externo, esto es, de los caracteres organolépticos; Para los servicios de inspección está en relación con su composición química, bioquímica y sus características microbiológicas; y por último; para el consumidor, el concepto de calidad es algo claramente subjetivo, ya que no dispone de medios que le permitan evaluar la calidad nutritiva e higiénica y el valor comercial de los alimentos (Baldwin 2004).

El concepto de calidad en fruta ha ido evolucionando a lo largo del tiempo. Al principio, como se acaba de explicar, la percepción de la calidad era diferente según el interés particular de cada uno de los agentes que intervenían en el proceso de producción (productor, comerciante o consumidor); sin embargo, cada vez hay más coincidencia entre los sectores implicados ya que todos ellos tienden a acercar sus criterios hacia los que impone el consumidor, en los que el estado de maduración de la fruta que compra juega un papel fundamental (Woolf *et al.* 2004).

El precio de la fruta cada vez está más ligado a la calidad del producto final y, por ese motivo, las explotaciones frutícolas planifican su proceso productivo con miras a satisfacer al máximo las exigencias del sector comercial (Hofman *et al.* 2002).

Según, (Schreimer *et al.*, 2000; Sánchez-Mata, 2002), hay dos tipos de calidad:

2.2.12.1. Calidad organoléptica o sensorial, aquella que capta el consumidor directamente con sus sentidos, y se refiere al color, sabor, aroma, textura (consistencia).

2.2.12.2. Calidad nutritiva, que está relacionada con la capacidad de los alimentos de proporcionar todos los nutrientes que favorezcan una buena salud y eviten la aparición de enfermedades.

Las distintas fases de la producción de frutas, son de gran importancia, ya que inciden en su composición. Hay que tener en cuenta las semillas utilizadas (factores genéticos), las condiciones de cultivo, -como tipo de suelo, características del agua de riego, uso de fertilizantes, productos fitosanitarios, etc.- y tratamientos postcosecha, factores que inciden en la calidad del producto obtenido. A este respecto, en la actualidad, existen diferentes formas de producción agrícola, entre las que se encuentran la Agricultura ecológica, la Agricultura sostenible, o la Producción integrada, alguno de cuyos objetivos es el obtener alimentos más nutritivos y saludables, a la vez que se preserva el medio ambiente; en todo caso se intenta optimizar la calidad extrínseca e intrínseca del producto: calidad organoléptica, contenido de nutrientes o calidad nutritiva, presencia de residuos, etc. (Torija 2002).

Respecto a la calidad nutritiva, el propio consumidor juzga la calidad en función de determinadas circunstancias, como son la satisfacción del gusto personal, en lo que a caracteres sensoriales se refiere, y el pensamiento de que el alimento le aporta nutrientes para su buen estado de salud. Actualmente se observa un creciente interés por los compuestos “bioactivos” de los alimentos, de gran valor, para el buen funcionamiento del organismo. La calidad nutritiva de los alimentos viene dada por los nutrientes que nos proporcionan. Existen los denominados macronutrientes y los micronutrientes; los primeros se requieren en mayor proporción y son: proteínas, carbohidratos y lípidos; entre los segundos se incluyen otros componentes que se necesitan en menor cantidad, aunque son fundamentales para el organismo, por intervenir en los más variados procesos; son las vitaminas y los elementos minerales, ácidos grasos y aminoácidos esenciales. Hoy en día se da gran importancia a compuestos bioactivos denominados “fitoquímicos” que no son nutritivos, pero sí de importancia para la salud (Somogyi *et al.* 1996).

En lo que se refiere a la gestión de la calidad, se han establecido distintos sistemas, entre los que actualmente se hace referencia a la “trazabilidad” que es la capacidad de reconstruir la historia de un producto a partir de un sistema documentado de registros. Este sistema no está totalmente implantado en el sector hortofrutícola, aunque ofrece la ventaja de conocer el origen del producto y de dar a los consumidores una mayor

seguridad, ya que es el sistema de identificación y control de todo el proceso recorrido por el producto desde su producción hasta su venta (Hofman *et al.* 2002). El control de calidad durante el almacenamiento, especialmente del almacenamiento refrigerado, es muy importante porque se ha invertido más capital y los riesgos son mayores (Torija 2002).

2.2.12.3. Estandarización.- En la actualidad casi todos los productos agrícolas de los países desarrollados son comercializados basándose en estándares oficiales establecidos por leyes nacionales o internacionales. La estandarización puede comenzar como un proceso informal en virtud del cual un cliente o comprador, que trata con un proveedor o productor, requiere el abastecimiento regular de un tamaño, color o madurez particulares. La evolución de la estandarización en los países desarrollados ha sido un proceso continuo de muchos años y aún no está completa. A medida que cambian las preferencias del mercado y las exigencias del consumidor, también cambian los estándares y grados de calidad establecidos.

3.0 Indicadores de calidad

La calidad, en productos hortofrutícolas, ha sido definida como el grado de excelencia o de superioridad, y es una combinación de atributos, propiedades, o características que dan a cada producto valor, en función de su uso. Los componentes de la calidad de un producto son la apariencia, la textura, el sabor y el valor nutritivo (Kader 2000). La importancia relativa de cada componente de la calidad depende del producto y del modo de empleo, y varía entre productores, distribuidores y consumidores. Los parámetros de calidad de un producto, se pueden determinar en base a métodos instrumentales y analíticos, y también mediante el análisis sensorial que nos permite conocer la percepción del consumidor de la calidad del producto (Kader 2000).

La calidad en la palta está determinada por el tamaño, color y forma del fruto, la ausencia de daños en la piel y en la pulpa y por su textura y sabor. Muchos de estos factores de calidad dependen del cultivar (el color es importante en variedades que cambian de color la maduración como Hass) y también dependen de las preferencias de los consumidores que varían entre regiones y países (Woolf *et al.* 2004). La calidad en productos frescos, se ha basado tradicionalmente en características externas como el tamaño, color y ausencia de defectos (Baldwin 2004). En la actualidad, la percepción del consumidor de

la calidad, en productos frescos, incluye parámetros como la textura, sabor, valor nutritivo, seguridad, etc. La textura es un atributo de calidad, que comprende las propiedades estructurales y mecánicas de los alimentos, y su percepción sensorial en las manos o en la boca; e incluye factores como la firmeza, jugosidad, cremosidad, etc. (Abbott y Harker 2004). El sabor comprende la percepción del gusto y del aroma de muchos compuestos, e incluye factores como el dulzor, acidez, amargor, aromas, etc. (Baldwin 2004). Los frutos de palta recolectados en una fase temprana de madurez, tienen una pobre textura (correosa, fibrosa, etc.) y sabor (herbáceo, amargo, etc.) (Gamble et al. 2010).

En la palta, la calidad de consumo (eating quality) está determinada por el contenido en aceite del fruto. Sin embargo, cultivares con alto contenido en aceite no tienen necesariamente mejor calidad de consumo, indicando que otros componentes del fruto, como la textura, juegan un papel importante (Hofman *et al.* 2002). Existe controversia en la literatura, sobre la mejora de la calidad de consumo en la palta según avanza el periodo de recolección del fruto y el incremento de su contenido en aceite (Hofman et al 2002; Gamble et al. 2010).

3.1 Efectos de los parámetros climáticos en la calidad

En el campo, la mayoría de los factores ambientales son difícilmente modulables, pero a la vez tienen una gran influencia en la calidad y el valor nutricional de numerosos productos agrarios, tanto por el efecto de la intensidad y calidad de la luz que reciben, como por las temperaturas a los que están expuestos, contenido de CO₂ en el ambiente, entre otros. Los factores climáticos que más afectan a la calidad del fruto son las altas temperaturas y la humedad relativa en el periodo precosecha, pudiendo originar un amplio abanico de alteraciones; la magnitud del daño depende de los dos factores, así como del tiempo de exposición y el estado de desarrollo del fruto (Romojaro 2012).

3.2 Relación de los parámetros físicos con la calidad.

3.2.1 Color

En la mayoría de los frutos, durante la maduración, se produce un cambio del color de la piel, que es debido a la degradación de la clorofila y la síntesis de otros pigmentos, los carotenoides y las antocianinas. En palta cv. Hass, la piel del fruto cambia de color, de verde

a negro púrpura, durante la maduración. Este cambio de color es importante tanto para la industria como para los consumidores, ya que, sirve de indicador de la maduración del fruto (Cox et al.2004).

Se puede definir el color en sentido físico como la distribución de energía de una luz reflejada o transmitida por un alimento en particular. Esta energía está implícita en el espectro electromagnético continuo, en intervalos que van desde longitudes de onda (λ) desde 10^{-5} (nm) hasta λ de 10^{17} (nm). El color de un alimento estará influenciado por la absorción de la luz por las partículas de ese alimento. El color en la mayoría de alimentos es la combinación de ambos parámetros, la absorción y la dispersión, esto hace que la medición del color sea un tanto empírica, pero afortunadamente es reproducible y además se puede interpretar adecuadamente (Alvarado y Aguilera 2001).

3.2.2 Firmeza

Esta medida se relaciona con el nivel de madurez y puede estar influenciada por la variedad del producto y la región y condiciones de cultivo. El penetrómetro se utiliza por productores, empaques y distribuidores para contribuir a determinar la etapa de maduración de un fruto y por los vendedores al menudeo para establecer la presencia de un sabor agradable para el consumidor y la vida de anaquel para sus propios registros (Crisosto 1995).

3.2.3 Calibre

El calibre se determina de acuerdo a la masa del fruto, para lo cual se establecen valores normalizados en los diferentes países, en el Ecuador, el Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización es el encargado de dictar las normas (INEN 2009).

Los países productores de palta deben cumplir normas de calibres especialmente para poder realizar exportaciones a países como Estados Unidos, Japón y Canadá. En la Tabla 3 se detalla la presentación y el calibre que deben cumplir los frutos para cada uno de los mercados mencionados anteriormente (Guerrero 2012).

Tabla 3. Presentación y calibres internacionales de la palta

México		USA		Canadá y Europa		Japón	
Calibres	Peso (g)	Calibres	Peso (g)	Calibres	Peso (g)	Calibres	Peso (g)
Súper	266-365	36	301-330	12	>306	24	205-265
Extra	211-265	40	266-300	14	266-305	30	170-204
Primera	271-210	48	206-265	16	236-265		
Mediano	136-170	60	171-205	18	211-235		
Comercial	85-135	70	150-170	20	191-210		
				22	171-190		
Empaque: contenedor de plástico (10 y 20 kg)		Empaque: contenedor de cartón (4 kg)		Empaque: contenedor de cartón (4 kg)		Empaque: contenedor de cartón 6 kg	

Fuente: Revista Fundación Produce Guerrero con datos de SAGARPA-SIAP, febrero 2012

(Gardiazabal 2004), señala que el calibre es afectado principalmente por la cantidad de cosecha del árbol. El tamaño se puede ver incrementado reduciendo los intervalos de riego e incrementando el volumen de agua aplicado, dentro de ciertos límites.

3.2.4 Peso

El peso de la fruta depende del cultivar, de las condiciones de crecimiento y de la cosecha. Casi todos los mercados prefieren la fruta de 300 a 500 gramos. Para obtener estos tamaños será necesario técnicas de cultivo especiales en algunos cultivares (Codex 2005).

Los frutos de tamaño demasiado pequeños presentan el inconveniente de tener semillas muy voluminosas. En el palto, da la sensación que con el fruto pequeño se adquiere menos pulpa, aunque realmente no es así, pues la relación volumétrica pulpa/fruto es función lineal del tamaño. En caso de frutos demasiado grandes, pueden llegar a ser muy caros adquirirlos por piezas y contener demasiada pulpa para una ración (Díaz y Franco 1997).

3.2.5 Diámetro del fruto

El diámetro del fruto es un índice muy notable en la dinámica del fruto y se relaciona en gran medida con la producción final (Prompex 2002).

3.2.6 Gravedad específica

La gravedad específica es la relación existente entre el peso del fruto y el peso del agua que ocupa el volumen desplazado del fruto (Rafael 2010).

3.3 Relación parámetros químicos vs calidad

3.3.1 Materia seca

En la mayoría de las áreas productoras de palta de otros países, se utiliza el contenido de materia seca como un índice de madurez para definir el momento de la cosecha. Tabla 4, el cual debe alcanzar de 19 a 25 %, dependiendo del cultivar. Este contenido se determina a través de un método simple, económico y rápido con un horno para deshidratar (Rojas et al. 2004).

Tabla 4. Contenido de mesocarpo y materia seca para las variedades Hass y Fuerte

VARIEDAD	MESOCARPO (%)	MATERIA SECA (%)
Hass	55,70	25
Fuerte	70,6	21,1

Fuente: Rojas et al. 2004

3.3.2 Porcentaje de humedad

El contenido de humedad de los alimentos es de gran importancia por muchas razones científicas, técnicas y económicas. El agua se encuentra en los alimentos esencialmente en dos formas, como agua enlazada y como agua disponible o libre; el agua enlazada incluye moléculas de agua unidas en forma química, o través de puentes de hidrógeno a grupos iónicos o polares, mientras que el agua libre es la que no está físicamente unida a la matriz del alimento y se puede congelar o perder con facilidad por evaporación o secado. Este es un factor muy importante, ya que la pérdida de peso puede ser el problema más serio de algunos de los productos hortofrutícolas, y la palta no está ajena a esto. La mayoría de las frutas tienen una presión de vapor de agua equivalente a un 99 % de humedad relativa. Utilizando humedades relativas que fluctúen entre 90 y 95 %, permite que el fruto presente una deshidratación muy leve sin afectar su valor comercial (Berger 1996).

3.3.3 Ácidos grasos

En la palta la formación de los ácidos grasos se realiza por el rompimiento del material hidrocarbonato a acetato, seguida de una síntesis de ácidos grasos desde el acetato, asistiendo una disminución de la cantidad de azúcares almacenados en la pulpa de palta mientras que el contenido de aceites aumenta, durante la formación del fruto (Ramos 2007).

La palta debe su gran cantidad de aceite a células especiales llamadas idioblastos que tienen la capacidad de acumular lípidos, siendo en la madurez cuando se alcanza la máxima proporción de aceite (Delfino 2001).

Es importante señalar que el ácido graso dominante en la palta es el oleico (70 a 80 %), el cual se acumula en las células preferentemente bajo forma de triglicéridos. Otros ácidos grasos que se forman con el desarrollo del fruto, si bien en proporciones muy inferiores al oleico son: linoleico (10 a 11 %) y palmítico (casi 7 %), también aparecen trazas de ácido esteárico, mirístico, linolénico y araquídico. Los ácidos grasos insaturados prevalecen en la composición, haciendo que el aceite de aguacate sea muy apto para la alimentación (Snowdon 1990).

Los ácidos grasos esenciales (AGE) son una base fundamental de la nutrición (García *et al.* 2007). Los vegetales fabrican grasas a partir de los hidratos de carbono, como forma de almacenar energía solar durante mucho tiempo. Suelen hacerlo en semillas, para que el embrión en desarrollo tenga alimento concentrado hasta que empiece a fabricar azúcar por fotosíntesis (Snowdon 1990). Los animales, en cambio, producen sus propias grasas a partir de los hidratos de carbono, las grasas vegetales y las grasas de otros animales (Carreto 2001).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODO

La presente investigación estuvo dividida en dos fases: La primera, denominada fase de campo; y la segunda, fase de Laboratorio, cada una con sus respectivas exigencias de materiales y método, las cuales se describen en los siguientes párrafos.

3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

3.1.1. Fase campo: Consistió en visitar los campos de palta de las variedades Fuerte y Hass del señor David Navarro Saavedra (presidente de la Cooperativa CAS Condebamba), localizados en el caserío de Tabacal, distrito de Cachachi, valle Condebamba, provincia de Cajabamba departamento de Cajamarca, geográficamente se encuentra ubicado a $7^{\circ} 26' 55.70''$ S y $78^{\circ} 16' 09.26''$ O.

Los parámetros ambientales del valle de Cajabamba son: Temperatura ambiente de 14°C a 17°C , humedad relativa 63 %, precipitación anual varía desde 750 a 1 000 mm y cuenta con una altitud de 1 890 msnm.

3.1.2. Fase laboratorio: Las muestras en estudio (frutos) fueron sometidas a análisis físicos y químicos los cuales se realizaron en el laboratorio de Fisiología Vegetal del Departamento Académico de Agronomía, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca y el Laboratorio de Servicios a la Comunidad e Investigación (LASACI), de la Universidad Nacional de Trujillo, respectivamente.

El promedio anual de los parámetros ambientales de Cajamarca son: Temperatura ambiente de 18°C a 22°C , humedad relativa 80 % a una altitud de 2750 msnm.

3.2. MATERIALES

3.2.1. Fase campo

Los frutos fueron cosechados a los 8 meses de haber transcurrido la floración, información adquirida de los productores de palta, en su estado de madurez fisiológica adecuada es decir cuando los frutos han adquirido las características

deseables para su consumo (color, sabor, aroma, textura y su composición interna), con un peso promedio de 200 g para la variedad fuerte y 180 g para la variedad Hass, diámetro longitudinal promedio de 10 cm para variedad Fuerte y 6,5 cm variedad Hass. El color de los frutos debería ser un verde oscuro y que cada uno de ellos no haya tenido daños ya sea por resquebrajadura, picaduras de insectos o frutas que tengan lesiones por roña y frutas por deformaciones, muy pequeñas o con síntomas de enfermedades.

Los criterios utilizados en campo para la cosecha fueron prácticos haciendo uso de las observaciones visuales, entre ello podemos citar: cambios en el color de la cascara, tamaño y la facilidad con que se rompe el pedúnculo del fruto.

3.2.2. Fase laboratorio

a. Equipos

- ✓ Balón Kjeldahl de 500 mL
- ✓ Balanza analítica (Mettler Toledo)
- ✓ Bomba al vacío (SARTRUIS -1 200 mbar)
- ✓ Espectrofotómetro UV-VIS (Genesys 6)
- ✓ Estufa (R.R.C.LTD. LAB HOT AIR OVEN)
- ✓ Potenciómetro (PEN TYPE PHMETER-POMETER)
- ✓ Refractómetro (PORTABLE REFRACTOMETER RHB/0-80)

b. Reactivos

- ✓ Ácido Sulfúrico
- ✓ Solución de HCl 0,1 N valorado
- ✓ Solución de NaOH 0,1 N valorado
- ✓ Solución de NaOH al 50 %
- ✓ Sulfato de cobre $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$
- ✓ Sulfato de potasio K_2SO_4 anhidro
- ✓ Indicador de proteínas
- ✓ Indicador fenolftaleína

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1 Fase de campo: Después de llevar a cabo las respectivas coordinaciones con el señor David Navarro Saavedra, se realizó la visita a sus campos de paltos en el momento de la cosecha.

A. Cosecha de los frutos de palta (*Persea americana* Mill).

La cosecha de los frutos de palta se realizó en forma manual a las 9.00 am, utilizando tijera, manta de nylon y jabas.

Para realizar la cosecha de los frutos se tuvo en cuenta el color de los frutos, los cuales deberían tener una tonalidad de un verde oscuro, tamaño de corte entre el fruto y el pedúnculo se realizó de 0,5 cm de largo, esto se hizo con la finalidad de evitar que el deterioro sea más rápido y que la fruta sea susceptible al ingreso de patógenos (Dorantes *et al.*, 2003).

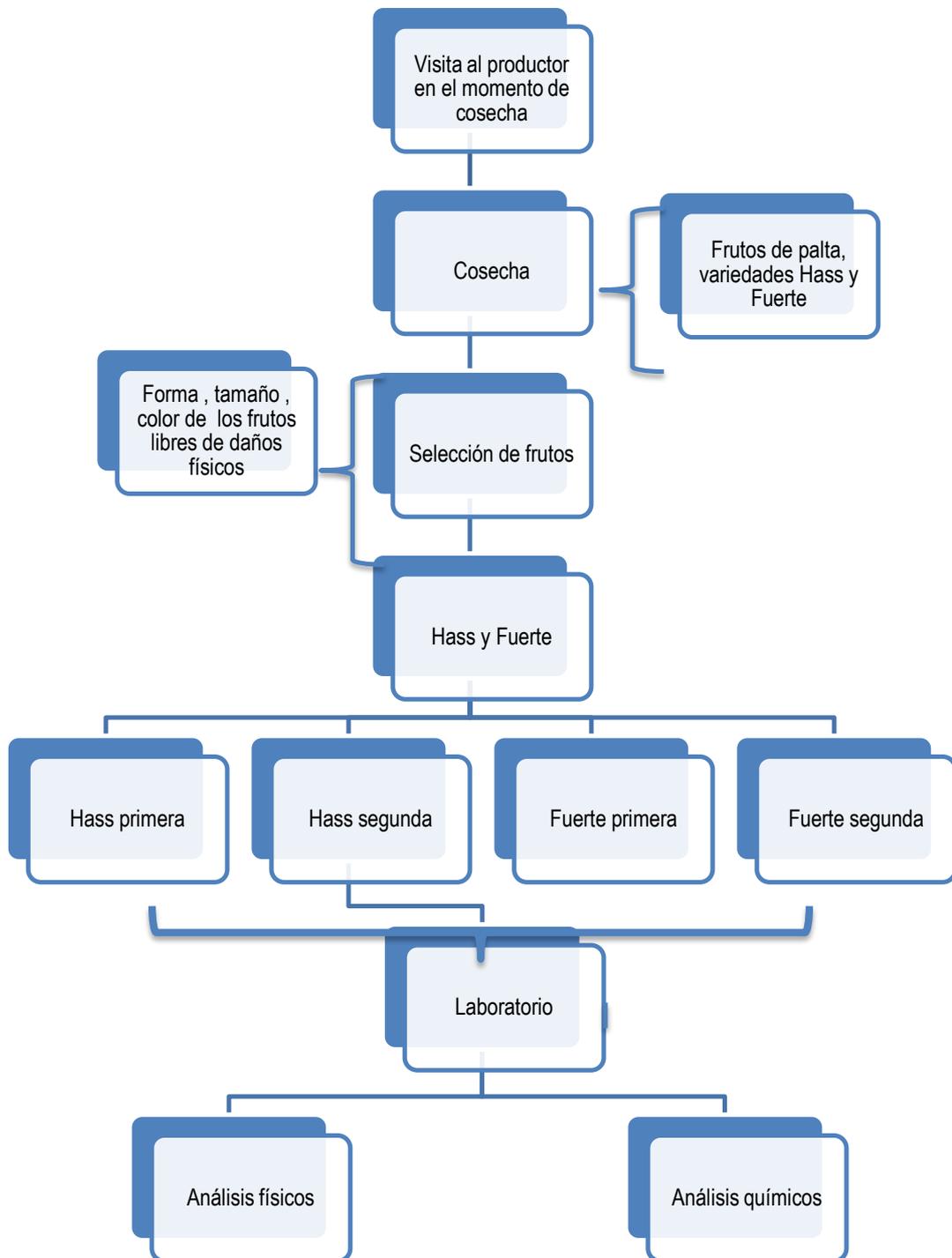
B. Selección de frutos de palto

La selección que realizó el productor lo hizo teniendo en cuenta las especificaciones técnicas de calidad (peso, tamaño, forma de los frutos, color, que no tengan daños por insectos ni por resquebrajaduras, etc.), estas consideraciones se tuvieron en cuenta tanto para palta de primera y segunda categoría de la variedad Fuerte y Hass, y de acuerdo a ellas se fueron colocando en cuatro hileras por jaba ingresando 70 a 80 frutos para palta de primera y 100 a 120 frutos para palta de segunda categoría (Icontec 2003).

3.3.2 Fase de laboratorio

Las muestras en estudio (frutos) fueron sometidos a análisis físicos, primero se realizó el pesado de cada uno de los frutos, se determinó el color, luego se determinó la firmeza y gravedad específica, así mismo también se realizó los siguientes análisis químicos: humedad, materia seca, porcentaje de grasas, ácidos grasos, proteínas, vitaminas y minerales.

C. Diagrama de flujo



Fuente: (Sánchez 2001)

Figura 6. Diagrama de flujo cosecha en frutos de Palta.

D. Evaluación de parámetros fisicoquímicos

Previo a la evaluación fisicoquímica, la palta fue seleccionada en base al criterio del productor como son: cambios en el color de la piel del fruto tornándose un color verde oscuro, tamaño promedio y forma de los frutos, cuando la quiebra del pedúnculo se realiza con cierta facilidad al realizar un movimiento de torsión, y por último el periodo de la floración que esta entre 8 a 9 meses, descartando aquellas con daños físicos, o por efecto del ataque de plagas y enfermedades.

Se determinaron los siguientes parámetros físicos del fruto: peso, firmeza, diámetro, gravedad específica, color, así también los parámetros químicos: materia seca, humedad, grasas, proteínas, sólidos totales y vitaminas. Todos los parámetros, se determinaron en cada fruto, y la materia seca se analizó en una muestra de la pulpa de los 5 frutos de cada jaba. Los métodos instrumentales y de análisis utilizados para determinar los diferentes parámetros se describen a continuación:

- 1. Color:** Para determinar el color del fruto se utilizó un colorímetro digital Minolta CR-400, utilizando los parámetros CIE 1976 L*, a*, b* y C*, h° y D65 como iluminante (McGuire, 1992). El parámetro L* representa la luminosidad y va de 0 (negro) a 100 (blanco); el parámetro a* representa la variación entre el color rojo (+) y el verde (-) y el parámetro b* representa la variación entre el amarillo (+) y el azul (-). Los valores de C* y h° se corresponden respectivamente con croma (saturación o intensidad del color) y tono (o matiz) y se obtienen en base a las siguientes fórmulas: $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ y $h^{\circ} = \text{arctangente } b^*/a^*$ (McGuire, 1992). El colorímetro se calibró para realizar tres medidas y calcular y mostrar el valor medio. Se determinó el siguiente parámetro: color de la pulpa del interior del fruto: se hizo un corte longitudinal del fruto y las tres medidas se realizaron en la parte superior de la semilla.
- 2. Firmeza:** Se utilizó un analizador de textura TA.XT2, provisto de una sonda de 2 mm de diámetro y 3 cm de largo (Manemoui et al. 2007).
- 3. Peso:** El peso del fruto se determinó con una balanza digital de precisión 0,1 g. Los valores se expresan en gramos (g).
- 4. Diámetro del fruto:** Se midió el diámetro ecuatorial con un calibrador digital.

5. **Gravedad específica:** Se determinó con DMA 35 portable density specific gravity concentration Meter.

E. Evaluación de parámetros químicos

1. **Determinación materia seca.** El contenido de materia seca (CMS) lo determinó el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo (LASACI) mediante la técnica de secado hasta peso constante en un microondas; para ello se removió completamente la cáscara de la palta con un pelador, se hizo un corte longitudinal en la palta (de proximal a distal) hasta la semilla, de tal manera que el fruto quedara dividido en mitades, utilizando la siguiente metodología.

1. Se procedió a hacer dos cortes longitudinales, quedando el fruto dividido en 4 partes.
2. Luego se sacó la semilla con una cuchara y la cutícula de todas las rebanadas.
3. Se taró la placa petri en la balanza y se rotuló con el sector correspondiente a la muestra.
4. Con el pelador de papas, se sacaron “lonjitas” delgadas desde el centro hasta completar 10 g.
5. Luego se colocó la muestra en el horno microondas por 10 minutos.
6. Al transcurrir este tiempo se pesó y se volvió a poner en el microondas por 10 minutos con una temperatura de 70 °C.
7. Se repitió el proceso hasta que se alcanzó un peso estable, lográndose éste, se dio por finalizado el proceso.
8. Teniendo entonces, los datos de peso inicial (húmedo) y final (seco), se logró establecer el porcentaje de materia seca de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ MS} = \frac{\text{PS} - \text{T}}{\text{PF} - \text{T}} \times 100$$

Donde:

% MS: Porcentaje de materia seca

PS: Peso seco (peso final) (g)

PF: Peso fresco (peso inicial) (g)

T: Peso placa petri (g)

2. Porcentaje de humedad (%). Lo determinó el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo (LASACI), método utilizado del secado por estufa, este método se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua. El principio operacional del método incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado y pesado nuevamente de la muestra.

- **Procedimiento.**

La pulpa de la mitad de cada fruto (aproximadamente entre 45 y 60 gramos) se colocó en una estufa hasta peso constante (aproximadamente 70 °C por 72 horas) (Horwitz, et al 1970).

Las diferencias de peso entre las muestras iniciales y deshidratadas se expresaron en porcentaje peso/peso, según la siguiente fórmula.

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(\text{Peso de muestra húmeda} - \text{Peso muestra seca}) \times 100}{\text{Peso muestra húmeda}}$$

3. Porcentaje de grasa (%). Lo determinó el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo (LASACI), utilizando el método del Soxhlet, que consiste en colocar el material a extraer, previamente molido y pesado, en un papel filtro en forma de cartucho que se introduce en la cámara de extracción, conectada por la parte inferior al balón y por la superior al condensador. El disolvente contenido en el balón se calienta a ebullición, el vapor asciende por el tubo lateral y se condensa en el refrigerante, cayendo sobre el material.

Se utilizó hexano como solvente el mismo que se condensa continuamente, extrayendo los materiales solubles al pasar a través de la muestra (mesocarpo de la palta). El extracto se recoge en un tubo que al completar el proceso se destila y se recoge en otro recipiente. El extracto que queda en el tubo se seca en una estufa a 65 °C y se pesa (A.O.A.C. 2007).

- **Procedimiento**

1. Se pesó 3 g de la muestra sobre un papel filtro en forma de cartucho.
2. Se colocó en el extractor del equipo Soxhlet,
3. El solvente extractor es éter dietílico 100 mL y el volumen usado es de tal manera que durante toda la extracción, siempre quede algo de éter en el balón.

4. Después de 1 hora de extracción, se sacó el cartucho, disgrega la muestra en un mortero para luego colocarlo en el aparato para completar la extracción (por unas dos horas).
5. Se pesó en un vaso seco y limpio de 50 o 100 mL (sea W1, el peso de dicho vaso).
6. Se pasa el disolvente del extractor Soxhlet al vaso pesado.
7. Se enjuaga el balón con más disolvente (éter dietílico) 100 mL y se agrega al vaso.
8. Se deja que el disolvente del vaso se evapore a temperatura ambiente.
9. Se airea hasta que no tenga olor etéreo y se pesa (W2).
10. Se pone este vaso en estufa a 100 °C por 1 hora.
11. Se enfría en desecador y se pesa (W3).

Cálculos

$$\%Grasa = \frac{Pbr - Pb}{PM} \times 100$$

Dónde:

Pb = Peso del tubo (g)

Pbr = Peso del tubo más residuo (g)

Pm = Peso de la muestra (g)

12. **Proteínas.** Lo determinó el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo (LASACI), aplicando el método de AOAC 2049-Kjeldahl. Se basa en la conversión del nitrógeno orgánico en nitrógeno inorgánico mediante una digestión y posterior destilación.

Reactivos

Ácido sulfúrico concentrado (K₂SO₄).

Ácido clorhídrico 0,1 N. tomar 8,3 mL

Hidróxido de sodio (NaOH) al 40 %. 50 mL

Sulfato de cobre pentahidratado CuSO₄ 0,1 g

Sulfato de potasio K₂SO₄ anhidro 9 g

Indicador de proteínas. 0,2 g

Etanol 95 %

- **Procedimiento**

- 1. Digestión.**

- ✓ Se pesó 0,25 g de la muestra bien homogeneizada.
 - ✓ Transferir a un balón Kjeldahl de 500 mL.
 - ✓ Adicionamos 9 g de K_2SO_4 , 1 g de $CuSO_4$, 0,1 g de selenio y 25 mL de H_2SO_4 concentrado. Mezclar suavemente el contenido del balón.
 - ✓ Se sometió al calentamiento gradual en campana de grasa hasta lograr un hervor uniforme.
 - ✓ Observamos el cambio de color a verde esmeralda, a partir de este momento consideramos 15 minutos hasta la completa destrucción de la materia orgánica.
 - ✓ Dejar enfriar la mezcla a temperatura ambiente.
 - ✓ Adicionar 100 mL de agua al matraz para evitar que la muestra se solidifique.

- 2. Destilación.**

- ✓ Transferir completamente el contenido del balón Kjeldahl hacia el balón de destilación.
 - ✓ Añadir agua destilada al balón hasta aproximadamente unos 300 mL y luego se adiciona 6 gotas de Indicador Fenoltaleína.
 - ✓ Se conectó el balón al equipo de destilación simple.
 - ✓ Estos frascos lavadores contienen en total 50 mL de solución de HCl 0,1N valorada, al cual se le adicionó 6 gotas del Indicador de Proteínas.
 - ✓ Se Adiciono a través del embudo con llave 75 mL de NaOH al 50 %, después de adicionado se cerró inmediatamente la llave.
 - ✓ Se Colocó al balón en una hornilla eléctrica para dar inicio a la destilación del líquido alcalino.
 - ✓ Se da por concluido la destilación cuando en los frascos lavadores de gases se halla captado aproximadamente unos 120 mL de destilado.

- 3. Valoración**

- 1. Se llenó la bureta con una solución de NaOH 0,1 N valorado.
 - 2. Se Valoró el contenido del matraz, en agitación constante, con la solución de NaOH 0,1 N hasta ver el cambio de color de rojo a azul transparente.

Cálculos

$$\%P = \frac{Vb - Vg * 0.8754 * 100}{Wm}$$

Donde:

Wm = peso de la muestra en g

Vb = m L gasto de NaOH estándar en el blanco

Vg = m L gastados de NaOH estándar en muestra analizada

13. Determinación de los sólidos solubles totales. Para la medición de sólidos solubles totales lo determinó el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo (LASACI), empleado el método refractométrico AOAC 932.12 y realizada la lectura en un refractómetro digital marca HANNA HI96801.

14. Porcentaje de ácidos grasos (%) Lo determinó el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo (LASACI), utilizando el Método Cromatografía Gaseosa (GC-FID)

15. Contenido de vitamina E y A. Lo determinó el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo (LASACI), aplicando el método de (HPLC), es una técnica utilizada para separar los componentes de una mezcla.

Reactivos

- ✓ Metanol grado HPLC(Merk), estándar all-trans Retinol
- ✓ Vitamina A (Sigma), hexano p.a. (Merck)
- ✓ Etanol absoluto (Merk)
- ✓ Solución de hidróxido de potasio al 50 %, BHT ó Ácido Ascórbico (antioxidantes)
- ✓ Agua tridestilada o grado HPLC.
- ✓ Solución stock estándar de vitamina A

• Procedimiento

- ✓ Se pesaron 20 g de la muestra (pasta de palta) en un balón de base plana, se colocó un magneto y se adicionó 70 mL de etanol absoluto. Se colocaron los tubos de reflujo y se agitó la mezcla hasta su ebullición con corriente de nitrógeno. Luego, se adicionó 20 mL de solución de KOH al

50 % y se saponificó la mezcla por 30 minutos con agitación moderada. Antes de finalizar esta etapa se enjuagó el contenido con 50 mL de agua en 3 porciones. La solución se enfrió a temperatura ambiente y luego se filtró al vacío. Se colocó inmediatamente el contenido en una pera de separación de 250 mL y se adicionó 50 mL de hexano p.a. para proceder a la extracción. Se agitó la mezcla por 20 segundos y al separarse las fases se colocó la capa superior (fase orgánica) en un balón de 250 mL de base redonda que contenía aproximadamente 0,5 g de BHT ó ácido ascórbico. Se efectuó dos veces más la extracción y se juntaron los extractos en el balón de 250 mL. Se evaporó a sequedad el solvente, haciendo uso de un rotavapor con baño de agua a 40°C, se diluyó inmediatamente con metanol grado HPLC el residuo, y se llevó a volumen en un matraz volumétrico de 10 mL. Finalmente, se pasó la solución final por un filtro de 0,2 mm, llenándolos en viales ámbar de 2 mL para colocarlos en el inyector del cromatógrafo.

Cálculos

$$\text{Concentración de Vitamina A (mg/g ó ppm)} = \frac{A_m}{A_s} \times \frac{C_s}{W_m} \times D$$

Donde:

A_m (Área del pico de vitamina A en la muestra),

A_s (Área del pico de vitamina A en el estándar),

C_s (Concentración de vitamina A en el estándar, mg/ml), D (Factor de dilución), W_m (Peso de la muestra, g).

16. Contenido de potasio, calcio y fósforo. Lo determinó el laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo (LASACI), utilizando el método de espectrometría de absorción atómica según la Norma Técnica Colombiana NTC 5151 de 2003.

10. Evaluación estadística

10.1. Estadística descriptiva

Se utilizó la estadística descriptiva con la finalidad de ver sus características físicas y químicas más relevantes de las dos variedades de palta.

➤ **La media aritmética**

Lo utilizaremos para calcular los valores de las desviaciones de todas las puntuaciones de una distribución respecto a la media de la misma igual a cero.

Su fórmula es:

Donde:
n población
 \bar{X} media aritmética

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

4.1.1 Variedades Hass y Fuerte

A continuación se muestran los valores experimentales de color, firmeza, peso, diámetro y gravedad específica, que caracterizan a los frutos de palta fresca utilizada durante este estudio.

Tabla N° 5. Análisis físico de los fruto de la palta de primera categoría

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	FUERTE	HASS	FUERTE	HASS	FUERTE	HASS
COLOR	VERDE CLARO	MARRON OSCURO	VERDE CLARO	MARRON OSCURO	VERDE CLARO	MARRON OSCURO
FIRMEZA	75 N	74 N	76 N	78 N	76 N	75 N
PESO	227 g	203 g	304 g	242 g	304 g.	221 g
DIAMETRO	5.5	6.5	7.2	6.0	6.0	5.6
GRAVEDAD ESPECIFICA	0,86 g/cm ³	0,85 g/cm ³	0,86 g/cm ³	0,86 g/cm ³	0,87 g/cm ³	0,87 g/cm ³

Fuente: Laboratorio LASACI – UNT. Reporte 02/02/15

Tabla N° 6. Análisis físico de los fruto de la palta de segunda categoría

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	FUERTE	HASS	FUERTE	HASS	FUERTE	HASS
COLOR	VERDE CLARO	MARRON OSCURO	VERDE CLARO	MARRON OSCURO	VERDE CLARO	MARRON OSCURO
FIRMEZA	78 N	81 N	76 N	79 N	75 N	80 N
PESO	212 g	178 g	264 g	212 g	262 g.	178 g
DIAMETRO	3.5	5.6	4.5	3.8	4.5	4.8
GRAVEDAD ESPECIFICA	0,84 g/cm ³	0,85 g/cm ³	0,84 g/cm ³	0,85 g/cm ³	0,86 g/cm ³	0,85 g/cm ³

Fuente: Laboratorio LASACI – UNT. Reporte 02/02/15

4.1.1.1 Color

En la mayoría de los frutos, durante la maduración, se produce un cambio del color de la piel, que es debido a la degradación de la clorofila y la síntesis de otros pigmentos los carotenoides y los antocianinas (Cox *et al.*, 2004).

Características físicas	Fuerte	Hass	Fuerte	Hass	Fuerte	Hass
Color	Verde claro	Marrón oscuro	Verde claro	Marrón oscuro	Verde claro	Marrón oscuro

El color de los frutos en la investigación realizada se logró determinar en los frutos recolectados en la localidad de Cajabamba la variedad Hass tomo un color verde oscuro y la variedad Fuerte presentó un color verde claro.

Según otras investigaciones mencionan que el fruto de palta Hass es de color verde oscuro durante la fase de crecimiento y madurez en el árbol y cambia a negro púrpura o violáceo durante su maduración (Newett *et al.*, 2002; Cox *et al.*, 2004). El color verde de la piel del fruto es debido al contenido en clorofila, principalmente clorofila a y b; y el cambio de color se produce por una disminución, al inicio de la maduración, del contenido en clorofila, seguido de un incremento en los niveles de antocianinas, principalmente la cianidina 3-O-glucósido (Cox *et al.*, 2004; Ashton *et al.*, 2006).

4.1.1.2 Firmeza

Esta medida se relaciona con el nivel de madurez y puede estar influenciada por la variedad del producto y la región y condiciones de cultivo. El penetrómetro se utiliza por productores, empaques y distribuidores para contribuir a determinar la etapa de maduración de un fruto y por los vendedores al menudeo para establecer la presencia de un sabor agradable para el consumidor y la vida de anaquel para sus propios registros (Crisosto 1994).

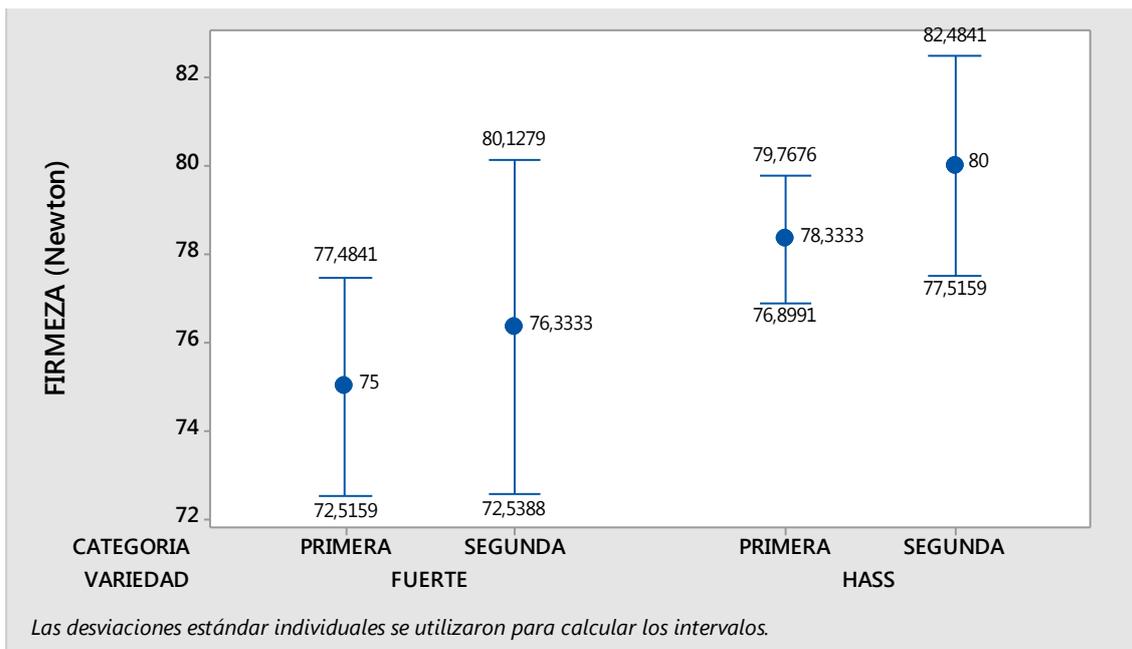


Figura 7. Firmeza de los frutos de palto en la localidad de valle Condebamba

Tabla 7. Indicadores descriptivos de firmeza para variedad Hass

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef. Var
FIRMEZA (Newton)	PRIMERA	78,333	0,577	0,74
	SEGUNDA	80,000	1,000	1,25

Tabla 8. Indicadores descriptivos de firmeza para variedad Fuerte

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef. Var
FIRMEZA (Newton)	PRIMERA	75,000	1,000	1,33
	SEGUNDA	76,333	1,528	2,00

En la (Tabla 7) se muestra para las paltas de variedad Hass, en referencia a la firmeza entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 78,3 y 80,0 Newtons. Con variabilidad absoluta de 0,577 y 1,00 y variabilidad relativa de 0,74 % y 1,25 %. Esto indica una firmeza similar en ambas categorías.

La firmeza de los frutos (Figura 7). Para las paltas de variedad Fuerte, en referencia a la firmeza entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 75 y 76,3 N. Con variabilidad absoluta de 1,0 y 1,52 y variabilidad relativa de 1,33 % y 2,00 % según (Tabla 8). Esto indica una firmeza similar en ambas categorías.

Según otras investigaciones realizadas con respecto a la firmeza se obtuvo 50 Newtons variedad Fuerte y 76 Newtons variedad Hass, de acuerdo a nuestros resultados, los promedios de la firmeza obtenida para la variedad Fuerte es de 76 Newtons y 78 Newtons

variedad Hass, respectivamente, según estos reportes no corroboran con los nuestros debido a la solubilización gradual de las pectinas, que son componentes de las paredes celulares que les proporcionan firmeza. La solubilización de las pectinas es llevada a cabo por enzimas pécticas o pectinasas, fundamentalmente la poligalacturonasa, cuya síntesis la promueve el etileno al inicio de la maduración, produciéndose el reblandecimiento progresivo del fruto (Agustí 2004).

El ablandamiento es el principal aspecto del proceso de maduración en los frutos de la Palta, como consecuencia de modificaciones en la composición y estructura de la pared celular. Los cambios ocurridos son debidos, probablemente a hidrólisis de los compuestos pécticos presentes en la pared celular, por la acción de enzimas pectinasas, poligalacturonasas, celulasas y amilasas, asociados a la pérdida de turgencia celular debida a la transpiración, dando como resultado final el ablandamiento de los frutos de la Palta (Oliveira 2008).

4.1.1.3 Peso

Es sumamente importante en la industria moderna. No sólo es necesario alcanzar grandes volúmenes de fruta, sino que debe ser de buen tamaño, para que el negocio sea rentable (Gardiazabal 2004).

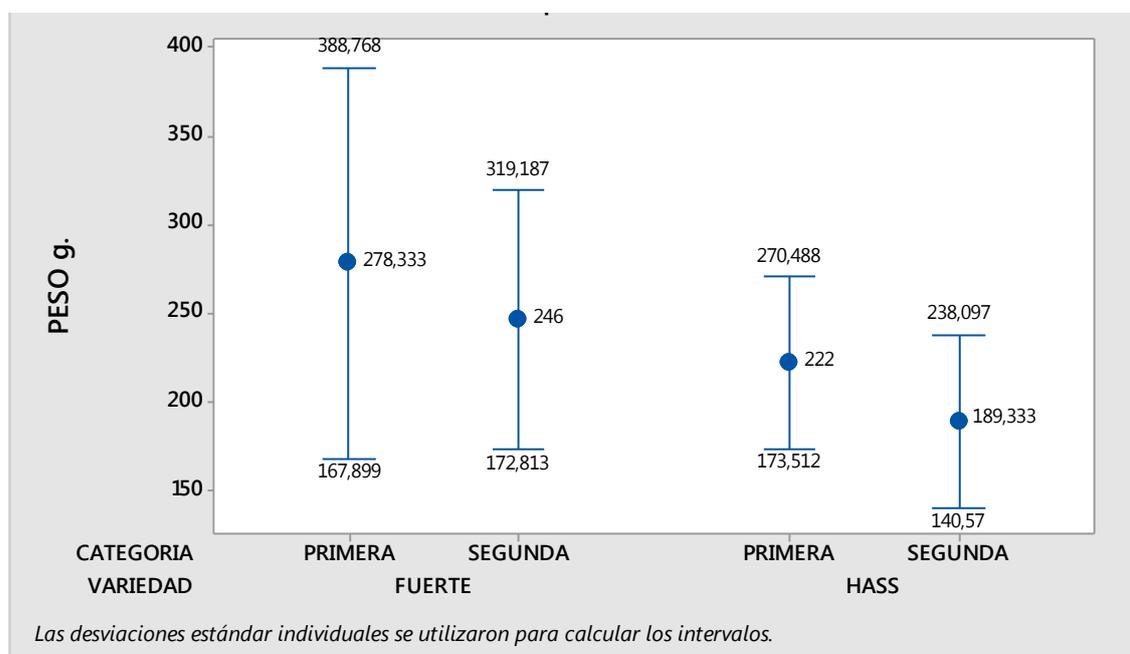


Figura 8. Peso promedio de los frutos de palto en la localidad del valle Condebamba.

Tabla 9. Indicadores descriptivos para la variedad Hass

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
PESO g.	PRIMERA	222,0	19,5	8,79
	SEGUNDA	189,3	19,6	10,37

Tabla 10. Indicadores descriptivos para variedad Fuerte

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
PESO g.	PRIMERA	278,3	44,5	15,97
	SEGUNDA	246,0	29,5	11,98

Según la (Tabla 9) Para las paltas de variedad Hass, en referencia al peso entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 222,0 y 189,3 gramos con variabilidad absoluta de 19,5 y 19,6 gramos y variabilidad relativa de 8,79 % y 10,37 %. Esto indica un peso mayor en la primera categoría y peso homogéneo en ambas categorías.

El peso del fruto (Figura 8). Para las paltas de la variedad Fuerte, en referencia al peso entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 278,3 y 246,0 gramos con variabilidad absoluta de 44,5 y 29,5 gramos y variabilidad relativa de 15,97 % y 11,98 % datos de la (Tabla 10). Esto indica un peso mayor en la primera categoría y peso más homogéneo en la segunda categoría.

Una de las razones que puede justificar las diferencias de peso, es la fecha de maduración de las variedades y selecciones; en cultivares de maduración temprana, la curva de crecimiento es pronunciada y la fruta incrementa su tamaño a medida que madura, mientras que los frutos de variedades de maduración tardía, los incrementos del tamaño son menores y decrecen considerablemente antes del período de cosecha (Parra 2005).

En efecto, al comparar los promedios del peso que corresponden a las dos variedades de palta, se evidenció que en la primera variedad Fuerte, el valor del peso (278 g) es mayor que la variedad Hass (222 g) esto se debe básicamente al número de células y al contenido de agua que presenta cada una de las variedades (Galán 1990). Estos resultados están entre los encontrados por (Agustí 200), quien determinó que los pesos promedios para variedad Fuerte son de 180 g a 420 g y la variedad Hass de 180 a 360 g.

4.1.1.4 Diámetro

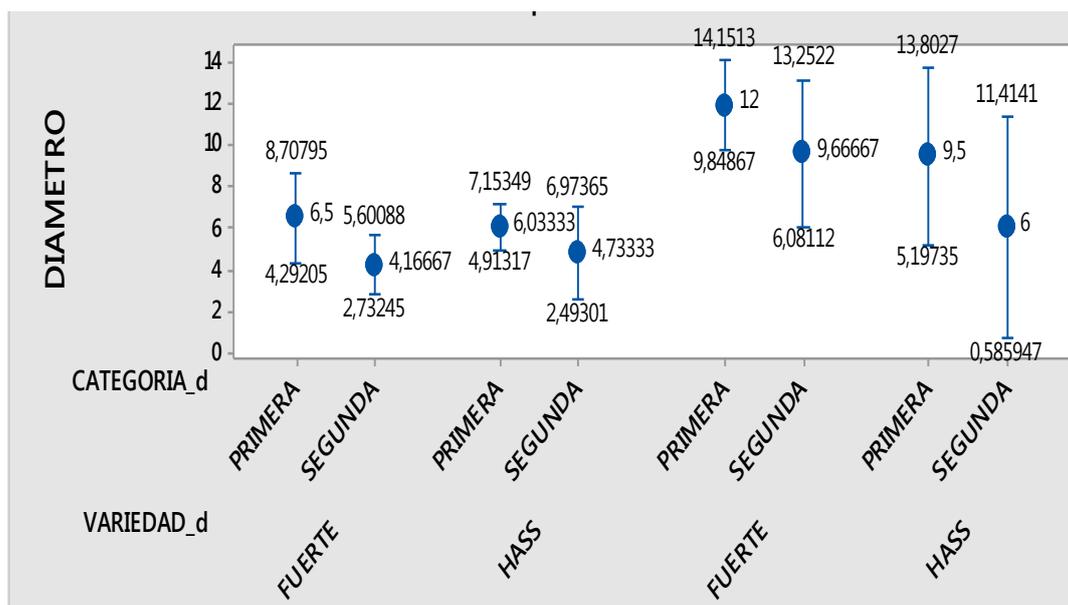


Figura 9. Diámetro de los frutos de palto en la localidad de valle Condebamba

Tabla 11. Indicadores descriptivos para variedad Hass:

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
DIAMETRO	PRIMERA	6,033	0,451	7,47
DIAMETRO	SEGUNDA	4,733	0,902	19,05

Tabla 12. Indicadores descriptivos para variedad Fuerte

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
DIAMETRO	PRIMERA	6,500	0,889	13,67
DIAMETRO	SEGUNDA	4,167	0,577	13,86

En la (Tabla 11). Para la palta de variedad Hass el diámetro es de 6,03 cm en primera y 4,73 cm en segunda con similar dispersión. En consecuencia la palta Fuerte presenta mayor diámetro en primera categoría y Hass en segunda categoría.

En la (Figura 9) Para la palta de variedad Fuerte se tiene un diámetro de 6,5 cm en primera y 4,2 cm en segunda con baja dispersión absoluta y relativa.

Según otras investigaciones realizadas en el Ecuador el tamaño reportado por (Amortegui *et al.* 2001), Fueron para Fuerte diámetro de 7,0 – 8,0 cm y para Hass de 6,5 – 7,5 cm aproximadamente; Finalmente, nuestros resultados muestran inferioridad en ambas categorías. En la fase segunda (fase II) de expansión o engrosamiento celular, las células formadas aumentan de volumen por acumulación de agua y de carbohidratos

(fotoasimilados) y el fruto aumenta significativamente de peso y de tamaño. Se inicia una vez terminada la fase de división celular y su duración es muy variable (30 a 60 días) y cuando finaliza el fruto alcanza casi su tamaño definitivo (Albert 1996).

Por lo tanto el tamaño final del fruto depende de las zonas de producción, sobre todo del número de células del ovario antes y después de la fecundación y del tamaño de las células del fruto de cada variedad (Gillaspy *et al.*, 1993)

4.1.1.4 Gravedad específica

A medida que los frutos maduran su gravedad específica aumenta. Si el fruto de palta flota va a estar menos maduro que el que se hunde.

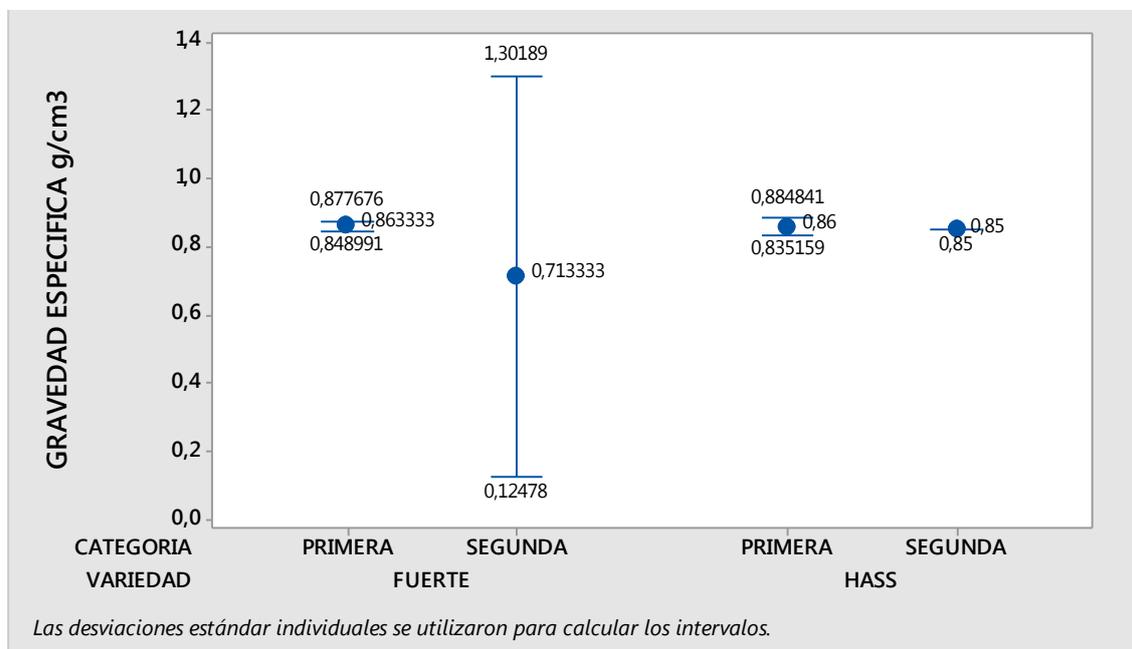


Figura 10. Gravedad específica de los frutos de palto en la localidad de Valle Condebamba

Tabla 13. Indicadores descriptivos de gravedad específica para variedad Hass

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
Gravedad específica g/cm ³	PRIMERA	0,86000	0,01000	1,16
	SEGUNDA	0,85000	0,000000	0,00

Tabla 14. Indicadores descriptivos de gravedad específica para variedad Fuerte

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
Gravedad específica g/cm ³	PRIMERA	0,86333	0,00577	0,67
	SEGUNDA	0,713	0,237	33,21

En la (Tabla 13) muestra para las paltas de variedad Hass, en referencia al peso entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 0,86 y 0,85 g/cm³ con variabilidad absoluta de 0,01 y 0,0 g/cm³ y variabilidad relativa de 1,16 % y 0,0 %. Esto indica una gravedad específica muy similar para ambas categorías.

Gravedad específica (Figura 10). Para las paltas de variedad Fuerte, en referencia a la gravedad específica entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 0,86 y 0,71 g/cm³ con variabilidad absoluta de 0,005 y 0,23 g/cm³ y variabilidad relativa de 0.67 % y 33,21 % según (Tabla 14). Esto indica una gravedad específica en la primera categoría más homogénea.

Según otras investigación realizadas por (Martínez 2004) menciona que la Gravedad específica varia de 0,85 a 0,95 g/cm³ para palta Hass, estos datos corroboran con nuestros análisis realizados en dicha investigación.

4.2. DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

4.2.1 Variedades Hass y Fuerte

Estudios realizados de materia seca, humedad, grasas, proteínas, solidos totales, ácidos grasos, vitaminas A y E, que caracterizan a los frutos de palta.

Tabla N° 15 Análisis físico de los fruto de la palta de primera categoría

CARACTERISTICAS QUIMICAS	FUERTE	HASS	FUERTE	HASS	FUERTE	HASS
Materia seca %	33.4	31.1	30.7	28.5	22.3	21.8
Humedad %	66.7	68.9	69.3	71.51	77.6	78.2
Grasas %	10.6	10.8	11.4	11.7	12.2	12.6
Proteínas %	2.13	2.78	1.8	1.76	1.78	1.71
Solidos totales ° Brix	17.72	17.61	16.3	15.8	15.1	14.87
Ac.Grasos Sat. (g)	1.9	2.0	2.0	2.1	2.2	2.3
Vitamina A (mg)	76	79	80	81	81	84
Vitamina E (mg)	1.74	1.92	2.15	2.37	2.8	3.2

Fuente: Laboratorio LASACI – UNT. Reporte 02/02/15

Tabla N° 16 Análisis físico de los fruto de la palta de segunda categoría

CARACTERISTICAS QUIMICAS	FUERTE	HASS	FUERTE	HASS	FUERTE	HASS
Materia seca %	31.9	29.2	27.7	27.2	20.4	19.3
Humedad %	69.7	70.8	72.3	72.8	79.6	80.7
Grasas %	10.6	10.8	11.4	11.7	12.2	12.6
Proteínas %	1.91	1.91	1.2	1.3	1.28	1.32
Solidos totales ° Brix	17.72	17.61	16.3	15.8	15.1	14.87
Ac.Grasos Sat. (g)	1.9	2	2	2.1	2.2	2.3
Vitamina A (mg)	73	75	78	78	78	80
Vitamina E (mg)	1.74	1.62	1.86	2.02	2.5	2.9

Fuente: Laboratorio LASACI – UNT. Reporte 02/02/15

4.2.1.1 Contenido de materia seca

Los frutos de palta tienen un contenido promedio de materia seca 28,8 % y 26,7 % variedad Fuerte, 27,1 % y 25,2 % variedad Hass de primera y segunda categoría (Figura 12). Según Stritzler *et al.* (2004), la estimación del porcentaje de materia seca es importante porque nos permite establecer las cantidades de nutrientes que se consumen. Esto es debido a que sus principales componentes son los constituyentes de las paredes celulares como los carbohidratos y lignina adicionados a los constituyentes protoplasmáticos como las proteínas, lípidos, aminoácidos, ácidos orgánicos y ciertos elementos minerales que forman la parte no esencial de otros compuestos (Salisbury and Ross 2000). En suma, la materia seca está compuesta de una fracción de residuos orgánicos y otra de residuos inorgánicos, denominada ceniza (Buxadé 1995; Salisbury and Ross 2000).

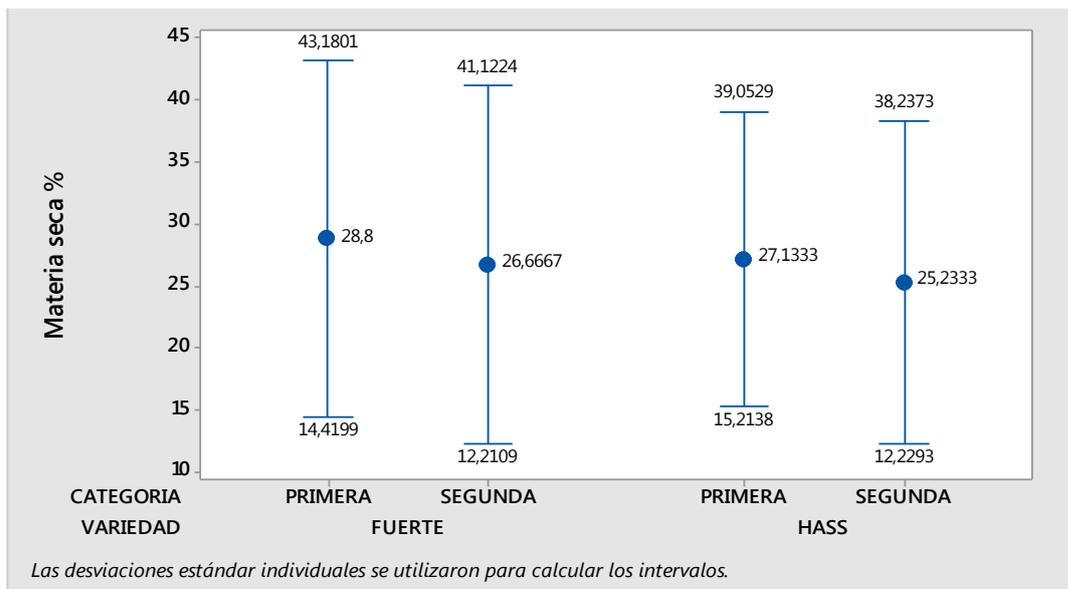


Figura 11. Contenido de Materia seca de los frutos de palto provenientes de la localidad de valle Condebamba.

Tabla 17. Indicadores descriptivos de materia seca para variedad Hass

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
Materia seca %	PRIMERA	27,13	4,80	17,68
	SEGUNDA	25,23	5,23	20,75

Tabla 18. Indicadores descriptivos de materia seca para variedad Fuerte

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
Materia seca %	PRIMERA	28,80	5,79	20,10
	SEGUNDA	26,67	5,82	21,82

En la (Tabla 17) se muestra para las paltas de variedad Hass, en referencia a la materia seca entre primera y segunda categoría alcanza una variabilidad absoluta de 4,8 y 5,23 % y variabilidad relativa de 17,68 % y 20,75 %. En nuestra investigación, los valores fluctuaron entre 28,80% y 26,67% (variedad Fuerte de primera categoría, respectivamente). La variedad Hass presentó un valor de 27,13% de materia seca. La variedad Hass presentó un porcentaje de materia seca significativamente inferior a la variedad Fuerte, esto es debida a su alto contenido de humedad en la pulpa (Saavedra 1995).

(Figura 11). Muestra contenido de materia seca para las paltas de variedad Fuerte, en referencia a la materia seca entre primera y segunda categoría se tiene variabilidad absoluta de 5,8 y 5,8 % y variabilidad relativa de 20,10% y 21,82 % según (Tabla 18).

El porcentaje de materia seca de la pulpa es el principal índice de recolección en palta, y el contenido mínimo necesario para su recolección varía entre las diferentes zonas productoras y entre variedades (Seymour y Tucke, 1993; Kader, 2002). En la Unión Europea, el contenido mínimo de materia seca para la recolección del fruto de aguacate Hass es de un 21 %, y establece la madurez y el grado de desarrollo necesario para que los frutos puedan madurar (Reglamento CE, N° 387/2005).

Según Resolución Directoral N° 0009 -2014 MINAGRI – SENASA DSV, menciona que los frutos destinados a la exportación tenga un rango entre 21,5% a 29% de materia seca; frutas que están fuera del rango de este porcentaje, serán rechazadas de la exportación. El nivel de materia seca está directamente relacionado con la condición de la palta Hass (Senasa 2014).

4.2.1.2 Contenido de Humedad

El contenido de humedad es un factor de calidad en la conservación de algunos productos, ya que afecta la estabilidad de frutas y vegetales deshidratados. Su contenido se especifica a menudo en estándares de identidad; así, la proporción de agua en las frutas y verduras, varía entre el 85 y 90% (Hernández y Sastre 1999). Sobre estos aspectos, la Figura 11 muestra los valores promedios del porcentaje de humedad (71,2 % y 73,86%) variedad fuerte, 72,87% y 74,76% variedad Hass de primera y segunda categoría

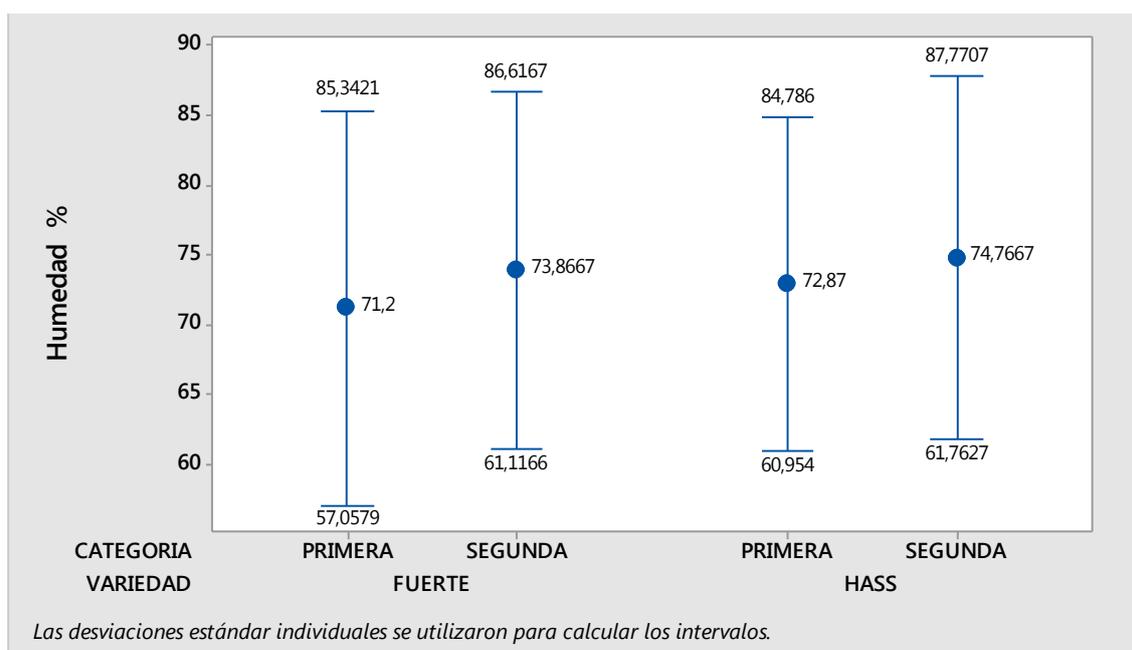


Figura 12. Contenido de Humedad de los frutos de palto provenientes del valle Cajabamba

Tabla 19. Indicadores descriptivos de humedad para variedad Fuerte

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
Humedad %	PRIMERA	71,20	5,69	8,00
	SEGUNDA	73,87	5,13	6,95

Tabla 20. Indicadores descriptivos de humedad para variedad Hass

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
Humedad %	PRIMERA	72,87	4,80	6,58
	SEGUNDA	74,77	5,23	7,00

Para las paltas de variedad Hass (Tabla 19) en referencia al porcentaje de humedad entre primera y segunda categoría se tiene una variabilidad absoluta de 4,8 y 5,23 % y variabilidad relativa de 6,6 % y 7,0 %. (Bora *et al.* 2001) según los estudios realizados en Brasil, menciona que el contenido de humedad para la variedad Fuerte es de 78,24 % y la variedad Hass de 77,3 % ; lo cual superan a los datos obtenidos en nuestra investigación (Figura 12), esto se debe posiblemente a las condiciones climáticas de la zona de producción.

4.2.1.3 Contenido de grasas

Las grasas son el principal componente de la palta después del agua, su valor calórico es elevado con respecto a otras frutas, se caracteriza por el contenido de ácidos grasos insaturados siendo mayoritariamente monoinsaturada (72% ácido oleico) que reducen la concentración del colesterol total en la sangre así mismo también la industria cosmetológica, considera, que la composición de ácidos grasos del aceite de Palta, junto con la fracción insaponificable de este, presentan gran valor industrial (Olaeta 1990)

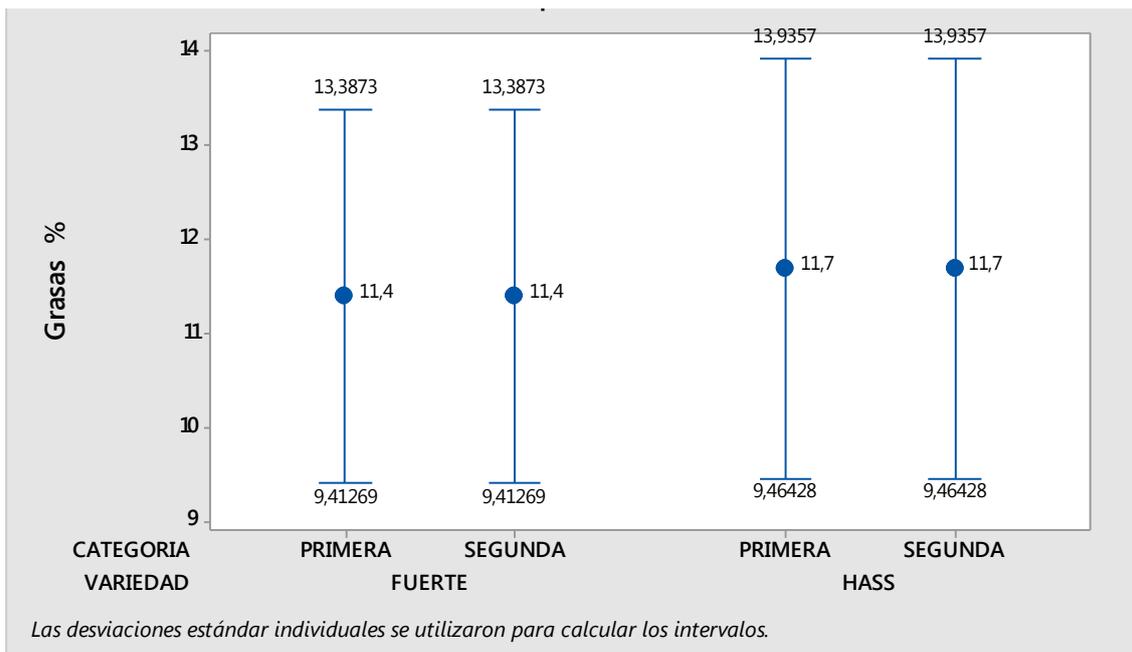


Figura 13. Contenido de Grasas de los frutos de palto provenientes del valle Cajabamba

Tabla 21. Indicadores descriptivos de grasas para variedad Hass

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
Grasas %	PRIMERA	11,700	0,900	7,69
	SEGUNDA	11,700	0,900	7,69

Tabla 22. Indicadores descriptivos de grasas para variedad Fuerte

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
Grasas %	PRIMERA	11,400	0,800	7,02
	SEGUNDA	11,400	0,800	7,02

En la (Figura 13) se muestra porcentaje de grasas para las paltas de variedad Fuerte, en referencia a la grasa entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 11,4 %, para ambas con variabilidad absoluta de 0,8 % y variabilidad relativa de 7,02% en ambas categorías según (Tabla 22). Para las paltas de variedad Hass (Tabla 21), en referencia a la grasa entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 11,7 %, para ambas con variabilidad absoluta de 0,9% y variabilidad relativa de 7,69 % en ambas categorías. Esto indica que la grasa es idéntica en las dos categorías.

Investigaciones realizadas en frutos de palta se evidencian un contenido 20,6 % de grasas variedad Hass y 23,4 % variedad Fuerte (Palpex 2010) respectivamente. Sin embargo, los resultados reportados por dicha empresa se encuentran por encima de nuestros resultados (Figura 14). La gran variación entre los valores reportados sería por consecuencia de las condiciones de cultivo, tipo de especies, estado de madurez y condiciones de análisis.

4.2.1.4 Contenido de proteínas

Las proteínas condicionan las propiedades funcionales de los productos y desempeñan un papel específico en el campo nutricional (Jaques *et al.* 2000). Sirven para el crecimiento y mantenimiento de los tejidos, regulan los procesos corporales fortalecen los mecanismos de defensa y proveen energía (García 1983).

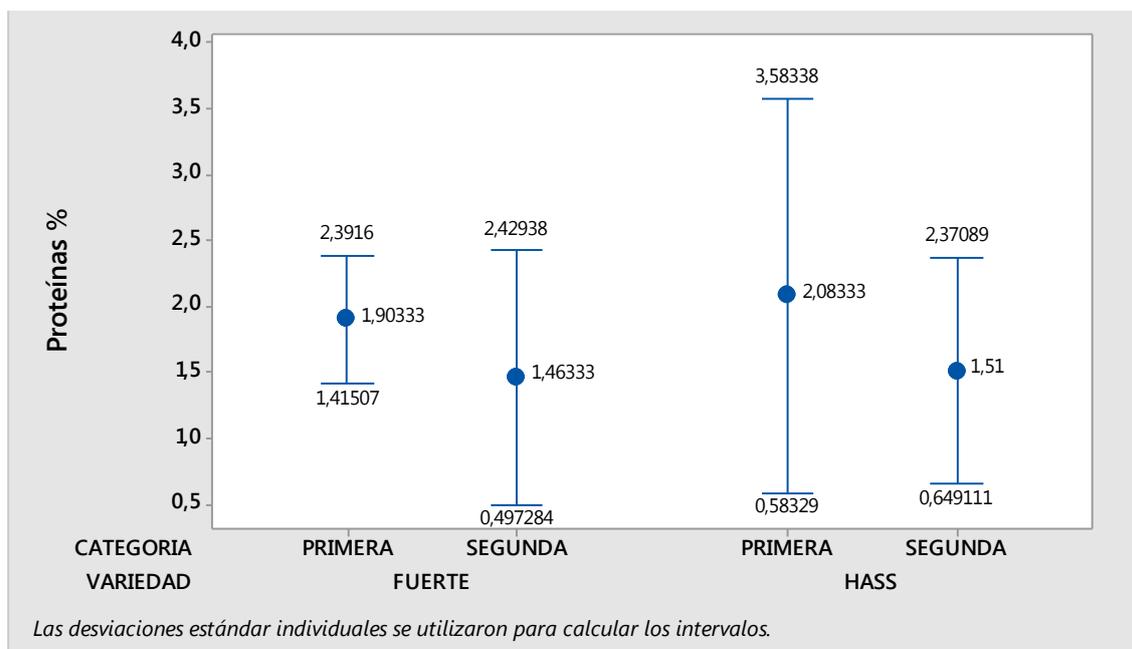


Figura 14. Contenido de Proteínas de los frutos de palto provenientes del valle Condebamba

Tabla 23. Indicadores descriptivos de proteínas para variedad Hass

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
Proteínas %	PRIMERA	2,083	0,604	28,98
	SEGUNDA	1,510	0,347	22,95

Tabla 24. Indicadores descriptivos de proteínas para variedad Fuerte

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
Proteínas %	PRIMERA	1,903	0,197	10,33
	SEGUNDA	1,463	0,389	26,58

En la (Tabla 23) se muestra para las paltas de variedad Hass, en referencia a las proteínas entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 2,1 y 1,5 % con variabilidad absoluta de 0,60 y 0,35 % y variabilidad relativa de 29,0 % y 23,0 %. Esto indica mayores proteínas en la primera y más dispersión en la primera

Los resultados de proteínas (Figura 14). Para las paltas de variedad Fuerte, en referencia a las proteínas entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 1,9 y 1,5 % con

variabilidad absoluta de 0,20 y 0,39 % y variabilidad relativa de 10,33 % y 26,6 % indicado en la (Tabla 24).

Para (Bora *et al.* 2001) según los estudios realizados en Brasil, menciona que el contenido de Proteínas para la variedad Fuerte fue 1,01% y la variedad Hass en 1,6%, según estos datos son inferiores a lo obtenido en nuestra investigación (Figura14). Para (Col 2003), estas variaciones se deben a los diversos componentes que contienen los frutos de palta están relacionados con la zona de cultivo, condiciones de crecimiento y tiempo de recolección.

4.2.1.5 Contenido de solidos solubles totales

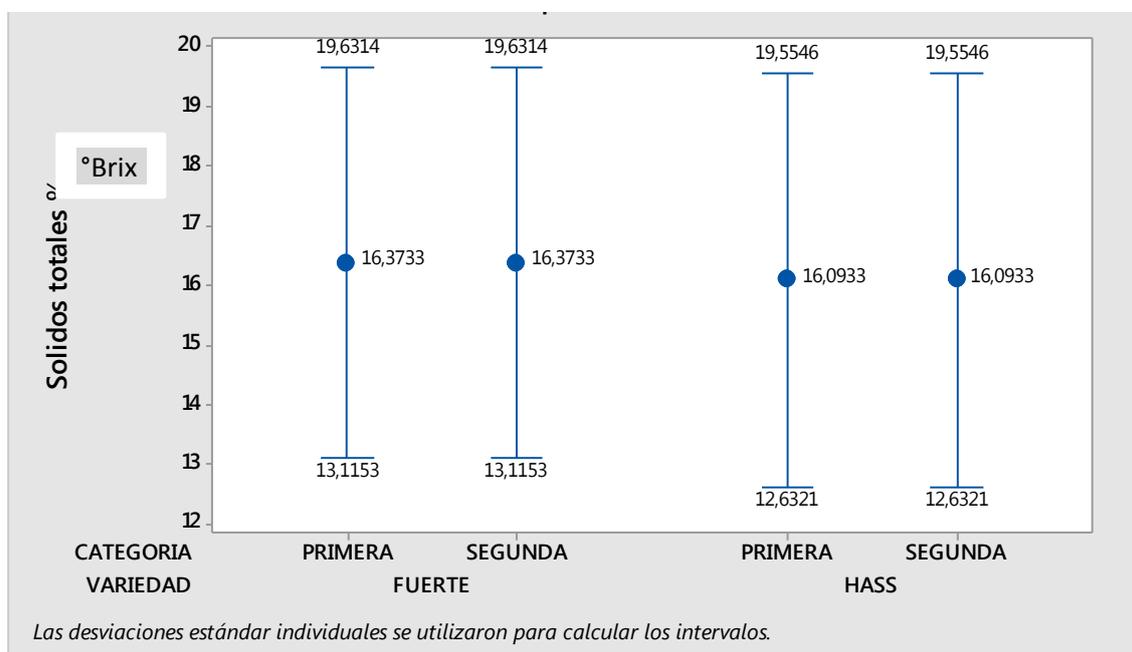


Figura 15. Contenido de Solidos Totales de los frutos de palto provenientes de la localidad de valle Condebamba.

Tabla 25. Indicadores descriptivos de solidos totales para variedad Hass

Variable	CATEGORIA	Media	Desv.Est.	Coef.Var
Solidos totales %	PRIMERA	16,093	1,393	8,66
	SEGUNDA	16,093	1,393	8,66

Tabla 26. Indicadores descriptivos de solidos totales para variedad Fuerte

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
Solidos totales %	PRIMERA	16,373	1,312	8,01
	SEGUNDA	16,373	1,312	8,01

En la (Tabla 25) muestra para las paltas de variedad Hass, en referencia a sólidos entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 16,1 °Brix, para ambas con variabilidad absoluta de 1,4 °Brix y variabilidad relativa de 8,7°Brix en ambas categorías. Esto indica que los sólidos solubles totales son idéntico en las dos categorías.

(Figura 15) muestra los análisis para las paltas de variedad Fuerte, en referencia a sólidos totales entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 16,3 °Brix para ambas con variabilidad absoluta de 1,3 °Brix y variabilidad relativa de 8,01°Brix en ambas categorías (Tabla 26). Esto indica que los sólidos totales son idéntico en las dos categorías.

Otros investigadores realizadas en Antioquia Colombia han reportado SST de 4,7°Brix y 8,5 para frutos de (*Persea americana* Mill. variedades Fuerte y Hass) en estado de madurez de consumo (Schwartz *et al.* 2007), al comparar estos resultados con los nuestros se observa que no existe una similitud (Figura 15), aspecto que probablemente se debe a la actividad metabólica que involucra el paquete enzimático de las α y β amilasas, las cuales durante la maduración, hidrolizan el almidón a carbohidratos más simples del tipo disacáridos y monosacáridos (Kader 2002).

4.2.1.6 Contenido de ácidos grasos

La composición de ácidos grasos es fundamental en el análisis de materia grasa porque informa simultáneamente de su origen, propiedades físicas y características nutricionales (Villar 2011)

En siguiente figure se observan la comparación de los resultados obtenidos en el estudio en cuanto a la composición de ácidos grasos

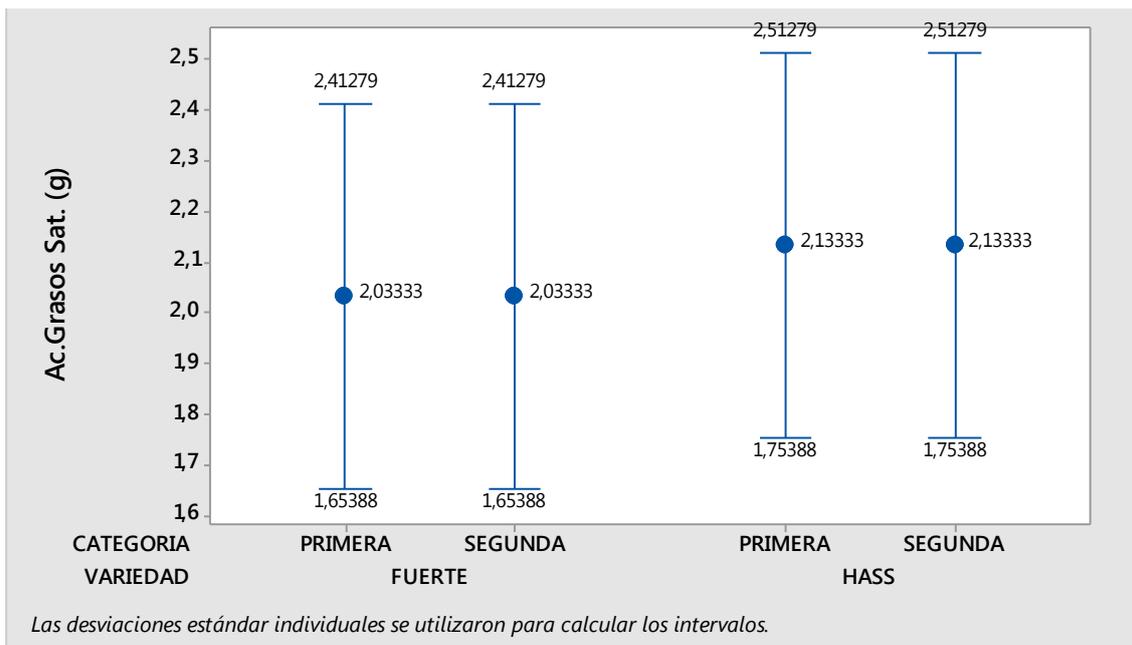


Figura 16. Contenido de Ácidos grasos de los frutos de palto del valle Condebamba

Tabla 27. Indicadores descriptivos de ácidos grasos totales para variedad Hass

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
Ac.Grasos Sat. (g)	PRIMERA	2,1333	0,1528	7,16
	SEGUNDA	2,1333	0,1528	7,16

Tabla 28. Indicadores descriptivos de ácidos grasos saturados para variedad Fuerte

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
Ac.Grasos Sat. (g)	PRIMERA	2,0333	0,1528	7,51
	SEGUNDA	2,0333	0,1528	7,51

Para las paltas de variedad Hass (Tabla 27), en referencia Ac Gasas Sat (g) entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 2,13 g para ambas con variabilidad absoluta de 0,153 g y variabilidad relativa de 7,16 % en ambas categorías. Investigaciones similares realizadas por (Pro Hass Perú 2013), en referencia al contenido de ácidos grasos se obtuvo un contenido de 2,2 gramos variedad Hass y 3.1 gramos variedad Fuerte, al comparar estos resultados con los nuestros se observa para la variedad Hass se obtiene una similitud (Figura 16), lo que no sucede con la variedad Fuerte que es inferior a lo reportado (Figura 16).

Porcentaje de ácidos grasos (Figura 16) para las paltas de variedad Fuerte, en referencia Ac Gasas Sat (g) entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 2,03 g para

ambas con variabilidad absoluta de 0,153 g, y variabilidad relativa de 7,51 % en ambas categorías (Tabla 28). Esto indica que la Ac Gasas Sat (g) es idéntica en las dos categorías.

Las variaciones se debe a que es afectada también por factores ambientales de pre cosecha como luz, temperatura, riego, constituyentes del suelo, daños físicos y ataque de plagas; a su vez, se pueden presentar mayores reacciones oxidativas que deterioran el aceite (Valdez 2011)

4.2.1.7 Contenidos de vitaminas A y E

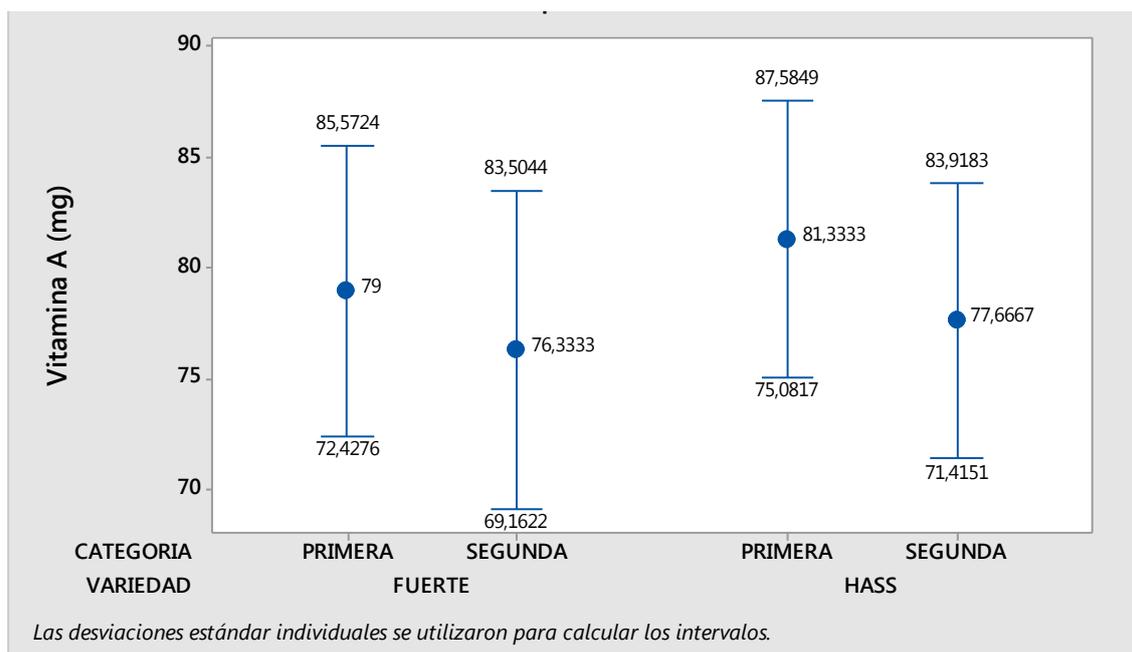


Figura 17. Contenido de Vitamina A de los frutos de palto provenientes de la localidad de valle Condebamba.

Tabla 29. Indicadores descriptivos vitamina A para variedad Hass

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
Vitamina A (mg)	PRIMERA	81,33	2,52	3,09
	SEGUNDA	77,67	2,52	3,24

Tabla 30. Indicadores descriptivos de vitamina A para variedad Fuerte

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
Vitamina A (mg)	PRIMERA	79,00	2,65	3,35
	SEGUNDA	76,33	2,89	3,78

Para las paltas de variedad Hass (Tabla 29), en referencia al contenido de vitamina A (mg) entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 81,0 y 77,7 (mg) con variabilidad absoluta de 2,65 y 2,89 (mg.) y variabilidad relativa de 3,09 % y 3,24 %. Esto indica ligeramente mayor contenido de vitamina A, y también menor dispersión en primera.

(Figura 17) muestra para las paltas de variedad Fuerte, en referencia al contenido de vitamina A (mg) entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 79,0 y 79,3 (mg) con variabilidad absoluta de 2,65 y 2,89 (mg.) y variabilidad relativa de 3,35 % y 3,78 % (Tabla 30). Esto indica ligeramente mayor contenido de vitamina A, y también menor dispersión en primera.

Investigaciones similares realizadas en México, en frutos de Palta., evidencian un contenido de 146 mg variedad Hass y 134 mg variedad Fuerte (Vidales 2006), respectivamente. Sin embargo, los resultados reportados por dicho autor se encuentran por encima de los obtenidos (Figura 17), se atribuyen también a que las diferencias en los valores en el nivel nutricional de la palta, dependen de la variedad y el suelo en el que se cultivan (Torres 2005).

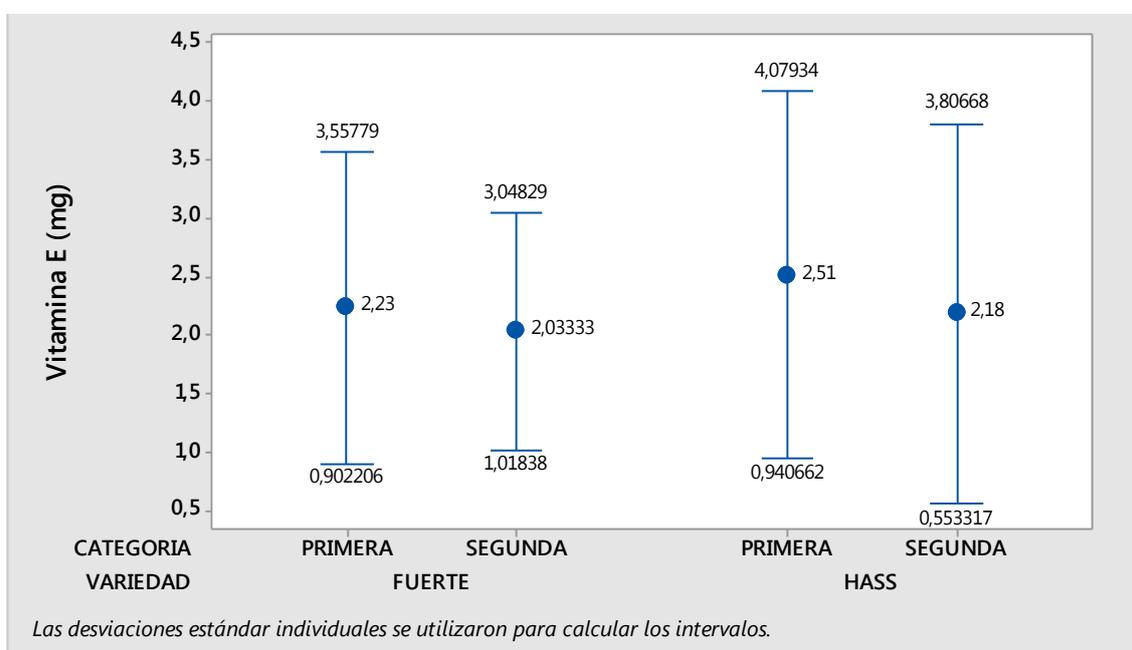


Figura 18. Contenido de Vitamina E de los frutos de palto provenientes de la localidad de valle Condebamba

Tabla 31. Indicadores descriptivos de vitamina E para variedad Hass

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
Vitamina E (mg)	PRIMERA	2,510	0,632	25,17
	SEGUNDA	2,180	0,655	30,04

Tabla 32. Indicadores descriptivos de vitamina E para variedad Fuerte

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
Vitamina E (mg)	PRIMERA	2,230	0,535	23,97
	SEGUNDA	2,033	0,409	20,09

En la (Tabla 31) se muestra para las paltas de variedad Hass, en referencia al contenido de vitamina E (mg) entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 2,51 y 2,18 (mg) con variabilidad absoluta de 0,63 y 0,66 (mg.) y variabilidad relativa de 25,2 % y 30,04 %. Esto indica ligeramente mayor contenido de vitamina E, y también mayor dispersión en primera.

En la (Figura 18) para las paltas de variedad fuerte, en referencia al contenido de vitamina E (mg) entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 2,23 y 2,03 mg con variabilidad absoluta de 0,54 y 0,41 mg y variabilidad relativa de 24,0 % y 20,1 % según tabla (Tabla 32). Esto indica ligeramente mayor contenido de vitamina E, y también mayor dispersión en primera.

En consecuencia la palta Hass hay ligeramente más vitamina E en la variedad y categoría. En otras investigaciones realizadas, el contenido de vitamina E en frutos de Palta Fuerte, se obtuvo un contenido de 2.07mg (Kadam 1995) , con el resultado obtenido en nuestra investigación se tiene una similitud (Figura 18).

Investigación similar realizadas, con frutos de Palta Hass., evidencian un contenido de 1,53 mg (Téliz 2000). Sin embargo, el resultado obtenido en nuestra investigación es superior (Figura 18). La gran variación entre los valores reportados sería por consecuencia de las condiciones de cultivo, tipo de especies, estado de madurez y condiciones de análisis.

4.3 DETERMINACIÓN DE POTASIO, FOSFORO Y CALCIO

4.3.1 variedades Fuerte y Hass

Tabla N° 33 Análisis de los fruto de la palta de primera categoría

CARACTERISTICAS MINERALES	FUERTE	HASS	FUERTE	HASS	FUERTE	HASS
POTASIO (mg)	421	427	423	435	458	464
FOSFORO (mg)	38	38	38	39	39	40
CALCIO (mg)	8.8	9.4	9.5	9.7	9.8	10.2

Fuente: Laboratorio LASACI – UNT. Reporte 02/02/2015

Tabla N° 34 Análisis de los fruto de la palta de segunda categoría

CARACTERISTICAS MINERALES	FUERTE	HASS	FUERTE	HASS	FUERTE	HASS
POTASIO (mg)	410	412	413	425	448	454
FOSFORO (mg)	33	33	33	34	34	35
CALCIO (mg)	6.8	7.4	7.5	7.7	7.8	8.2

Fuente: Laboratorio LASACI – UNT. Reporte 02/02/2015

4.3.1.1 Potasio. Se sabe que la relación entre el sodio y el potasio en nuestro organismo es fundamental para el buen funcionamiento del sistema nervioso y además, para conservar un adecuado equilibrio electrolítico (Karppanen 2002).

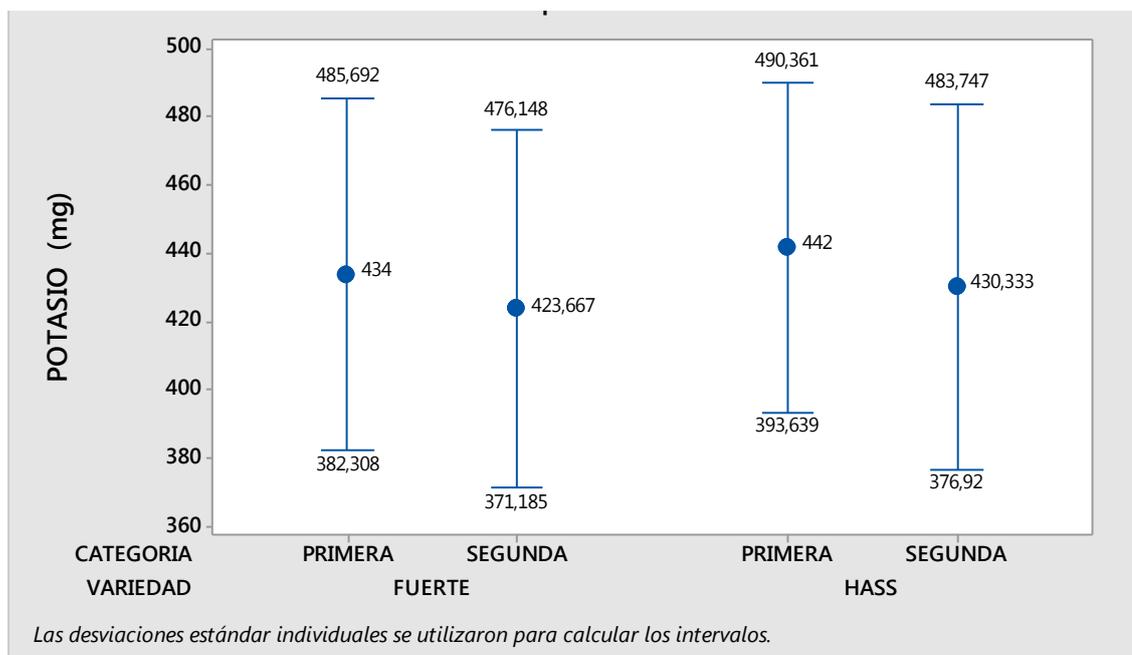


Figura 19. Contenido de potasio de los frutos de palto provenientes de la localidad de valle Condebamba

Tabla 35. Indicadores descriptivos de potasio para variedad Hass

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	
Coef.Var				
POTASIO (mg)	PRIMERA	442,0	19,5	
4,40	SEGUNDA	430,3	21,5	5,00

Tabla 36. Indicadores descriptivos de potasio para variedad Fuerte

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	
Coef.Var				
POTASIO (mg)	PRIMERA	434,0	20,8	4,79
	SEGUNDA	423,7	21,1	4,99

En la (Tabla 35) se muestra para las paltas de variedad Hass, en referencia al potasio (mg) entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 442,0 y 430,0 gramos con variabilidad absoluta de 19,5 y 21,5 mg y variabilidad relativa de 4,8 % y 5,0 %. Esto indica un contenido de potasio mayor en la primera categoría y peso más homogéneo en la segunda categoría.

En consecuencia la palta Hass tiene más contenido de potasio y ambas variedades tienen similar dispersión.

Para las paltas de variedad Fuerte (Figura 19), en referencia al potasio (mg) entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 434,0 y 423,0 mg con variabilidad absoluta de 20,8 y 21,1 mg y variabilidad relativa de 4,8 % y 5,0 % (Tabla 36). Esto indica un contenido de potasio mayor en la primera categoría y peso más homogéneo en la segunda categoría.

Investigaciones similares realizadas en México, con frutos de palta evidencian un contenido 55,5 mg de potasio variedad Fuerte y 72,3 mg variedad Hass (Batista *et al.*, 1993) respectivamente. Sin embargo, los resultados reportados por dichos autores se encuentran por debajo de nuestros resultados.

Según el (MINAG 2008) menciona que el contenido de potasio para variedad Hass es de 463 mg. Nuestras determinaciones no corroboran a estas afirmaciones, pues el contenido de potasio obtenido es inferior a los antes mencionados (Figura 19). Estas variaciones en el contenido de potasio se explican, sería por consecuencia de las condiciones de cultivo, tipo de especies, estado de madurez.

4.3.1.2 Fósforo. El fósforo es un mineral que actúa junto con el calcio para la formación y mantenimiento de los huesos y dientes, e interviene en la función de los nervios y los músculos. Cuando disminuye la función renal, el organismo no puede mantener el equilibrio de fósforo y calcio (Martín 2011)

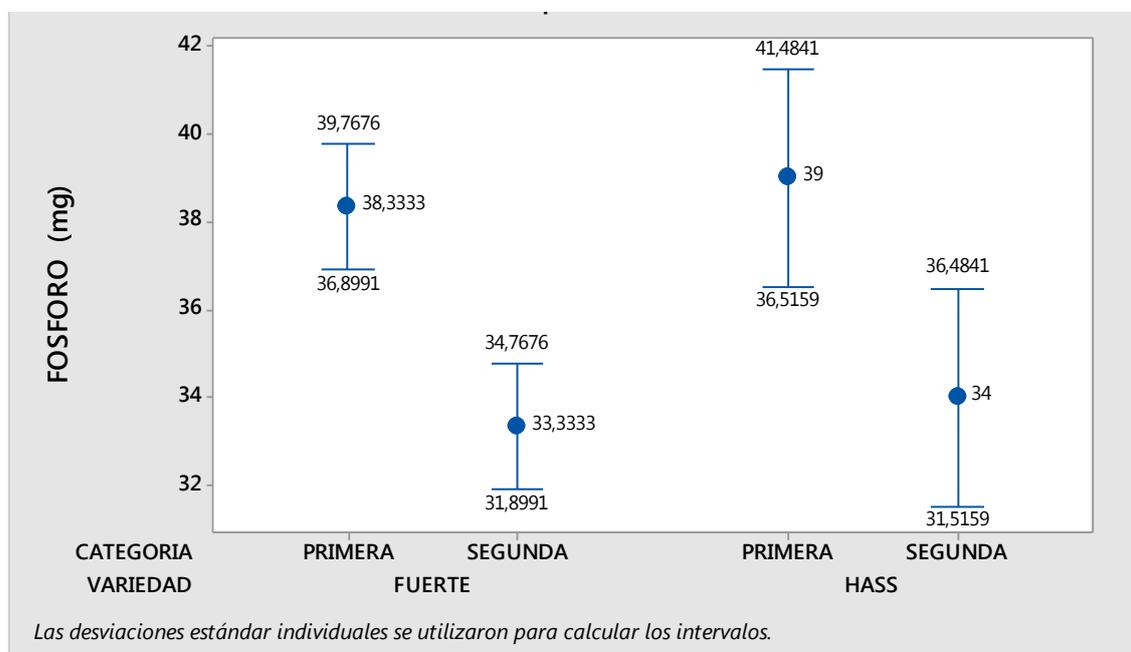


Figura 20. Contenido de fósforo de los frutos de palto provenientes de la localidad de valle Condebamba

Tabla 37. Indicadores descriptivos de fósforo para variedad Hass

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
FOSFORO (mg)	PRIMERA	39,000	1,000	2,56
	SEGUNDA	34,000	1,000	2,94

Tabla 38. Indicadores descriptivos de fósforo para variedad Fuerte

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
FOSFORO (mg)	PRIMERA	38,333	0,577	1,51
	SEGUNDA	33,333	0,577	1,73

Para las paltas de variedad Hass en la (Tabla 37) se muestra en referencia al potasio (mg) entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 39,0 y 34,0 mg con variabilidad absoluta de 1,0 y 1,0 mg y variabilidad relativa de 2,56 % y 2,94 %. Esto indica un contenido de potasio mayor en la primera categoría y peso más homogéneo en la segunda categoría.

Se puede observar en la (Figura 20) para las paltas de variedad fuerte, en referencia al fósforo (mg) entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 38,3 y 33,3 mg con variabilidad absoluta de 0,58 y 0,58 mg y variabilidad relativa de 1,51 % y 1,73 % según (Tabla 38). Esto indica un contenido de fósforo mayor en la primera categoría.

En consecuencia la palta Hass tiene más contenido de fósforo y también mayor variabilidad.

Investigaciones similares realizadas en México, con frutos de palta evidencian un contenido 30 mg de calcio variedad Fuerte y 42 mg variedad Hass (Batista *et al.*, 1993) respectivamente. Sin embargo, los resultados reportados por dichos autores se encuentran por encima de nuestros resultados. La gran variación entre los valores reportados sería por consecuencia de las condiciones de cultivo, tipo de especies, estado de madurez y condiciones de análisis.

4.3.3.3 Calcio

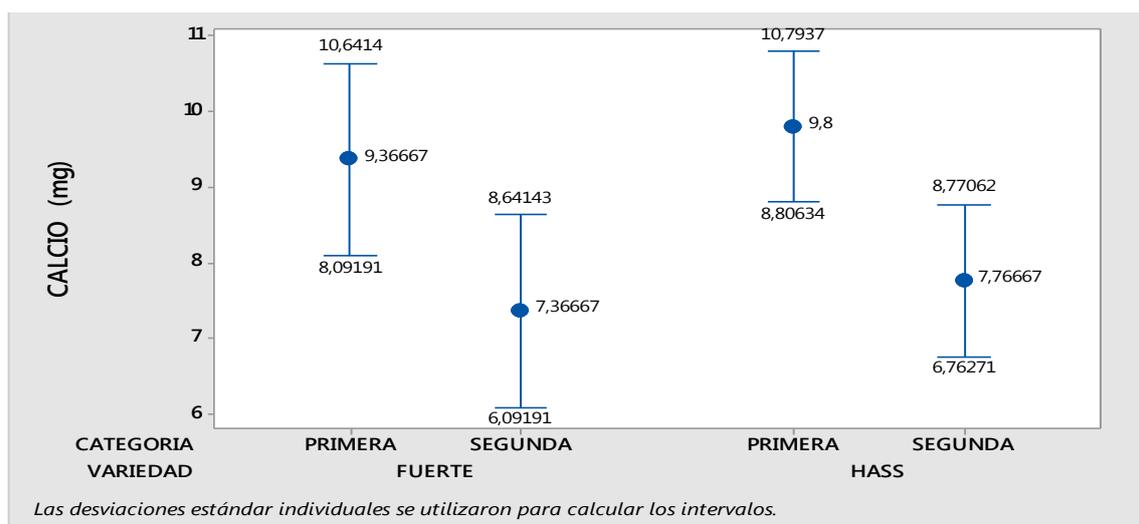


Figura 21. Contenido de calcio de los frutos de palto provenientes de la localidad de valle Condebamba

Tabla 39. Indicadores descriptivos de calcio para variedad Hass

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
CALCIO (mg)	PRIMERA	9,800	0,400	4,08
	SEGUNDA	7,767	0,404	5,20

Tabla 40. Indicadores descriptivos de calcio para variedad Fuerte

Variable	Categoría	Media	Desv.Est.	Coef.Var
CALCIO (mg)	PRIMERA	9,367	0,513	5,48
	SEGUNDA	7,367	0,513	6,97

En la (Tabla 39) se muestra para las paltas de variedad Hass, en referencia al calcio (mg) entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 9,8 y 7,8 mg con variabilidad absoluta de 0,4 y 0,4 mg y variabilidad relativa de 4,08 % y 5,20 %. Esto indica un contenido de calcio mayor en la primera categoría y dispersión más homogénea. En consecuencia la palta Hass tiene más contenido de calcio y también menor variabilidad.

Para las paltas de variedad Fuerte (figura 21), en referencia al calcio (mg) entre primera y segunda categoría se tiene un promedio de 9,4 y 7,4 mg con variabilidad absoluta de 0,51 y 0,51 mg y variabilidad relativa de 5,48 % y 6,97 % según (Tabla 39). Esto indica un contenido de calcio mayor en la primera categoría y peso más homogéneo en ésta.

Investigaciones similares realizadas en Australia, con frutos de palta evidencian un contenido 29 mg de calcio variedad Fuerte y 14 mg variedad Hass (Salunkhe, *et al.* 1995) ,en similar investigación realizada en México se evidenciaron un contenido de 9,5 mg de calcio variedad Fuerte y 12 mg variedad Hass (Batista *et al.* 1993) respectivamente. Sin embargo, los resultados reportados por dichos autores se encuentran por encima de nuestros resultados. La gran variación entre los valores reportados sería por consecuencia de las condiciones de cultivo, tipo de especies, estado de madurez y condiciones de análisis.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los frutos de palta de las variedades Hass y Fuerte presentaron las siguientes características físicas: un color verde claro y marrón oscuro, respectivamente. Los frutos de la var. Hass de Primera y Segunda categoría tuvieron una firmeza y un peso fresco de 78,3 y 80,0 Newtons, y de 222 y 189 g, respectivamente. Para estas mismas categorías, el diámetro del fruto y la gravedad específica variaron entre 6.5 y 6.03 cm, y entre 0.86 y 0.85 g.cm³.
2. Las características químicas de palta de las variedades Hass y Fuerte En ambas categorías, por cada cien gramos de parte comestible, la materia seca, la humedad, el porcentaje de grasa, el contenido de proteína, y el contenido de sólidos totales fue de 27.1%, 72.9%, 2.13%, 2.1% y 16.09 °Brix, respectivamente y el contenido de vitaminas A y E fue de 81%, 77.67 y 2.51%, 2.18 respectivamente.
3. El contenido de Potasio en 100 g de parte comestible de los frutos variedad Hass de primera y segunda categoría fue de 442 y 430.3 mg, el de Fósforo de 39 y 34 mg, y el de Calcio 9.8 y 7.77 mg, respectivamente. A su vez, los frutos de la variedad Fuerte de Primera y Segunda categoría presentaron un contenido de Potasio de 434 y 423 mg, el de Fósforo de 38.33 y 33.33 mg, y el de Calcio 9.367 y 7.367 mg, respectivamente.
4. Se recomienda de replicar la presente investigación en el mismo lugar (valle de Condebamba-Cajabamba), por lo menos durante dos periodos más de cosecha, para asegurar el comportamiento estable de los resultados y poder concluir de manera definitiva sobre la caracterización fisicoquímica de los frutos de palto, variedades Hass y Fuerte.

CAPÍTULO V

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amórtegui 2001. El cultivo del Aguacate, Modulo Educativo para el Desarrollo Tecnológico de la Comunidad Rural. Editorial El Poir., Ibagué. PE. p. 7, 14,15.
- Abbott, J. and R. Harker. 2004. Texture. In: The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks, K. C. Gross, C. Y. Wang and M. Saltveit (eds). Agriculture Handbook number 66. Disponible en: <http://www.ars.usda.gov/hb66/021texture.pdf>.
- Agustí, M. 2004. Fruticultura. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 493 pp.
- Alexander, L. and D. Grierson. 2002. Ethylene biosynthesis and action in tomato: a model for climacteric fruit ripening. *Journal of Experimental Botany* 53: 2039-2055.
- Batista-Cerdeño, Aida Rosa; Cerezal-Mezquita, Pedro y Fung-Lay V. 1993. El aguacate (*Persea americana*, M.). 1. Valor nutricional y composición. *Alimentaria*. 247:63-69.
- Bartoli, J. 2008. Manual Técnico del cultivo de aguacate (*Persea americana*). Fundación Hondureña de investigación agrícola. Cortes, Honduras. 43 p.
- Baldwin, E. 2004. Flavor. In: The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks, K. C. Gross, C. Y. Wang and M. Saltveit (eds). Agriculture Handbook number 66.
- Berger, H. 1996. Nuevas opciones en el manejo de fruta después de cosecha. pp 93-98. In B. Razeto y T. Fichet (eds.). *Cultivo del palto y perspectivas de mercado*. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

- Cabezas, C., J. Hueso y J. Cuevas. 2003. Anomalías morfológicas y fisiológicas del ciclo floral del aguacate en la costa de Almería. p. 231-236. En: Proceedings V World Avocado Congress. Granada - Málaga, España.
- Carreto, 2004 aceite de oliva: beneficios en la salud. avocado society yearbody, VOL 44, Pag. 79
- Cajuste, B.; Saucedo, V.; Colinas, L. 1994. Comportamiento postcosecha de fruto de aguacate (cv Hass) en función de la época de corte. Revista Fitociencia Mexicana. Vol. 17(1):94-102. (En línea). Consultado el 22 de febrero del 2007. Disponible en: http://www.avocadosource.com/Journals/CICTAMEX/CICTAMEX_19982001/CICTAMEX_1998-2001_PG_034-043.pdf.
- Cox, K; McGhie, T.; White, A. and A. Woolf. 2004. Skin colour and pigment changes during ripening of 'Hass' avocado fruit. Postharvest Biology and Technology 31: 287-294.
- Cossio, L., S. Salazar García y J. González. 2009. Respuesta del aguacate 'Hass' a la fertilización mineral vs biofertilizantes. p. 20-28. En: III Congreso Latinoamericano de Aguacate. Medellín, Colombia.
- Cowan, A., R. Cripps, E. Richings and N. Taylor. 2001. Fruit size: Towards an understanding of the metabolic control of fruit growth using avocado as a model system. Physiology. Plant. 111: 127-136.
- Cox, K; McGhie, T.; White, A. and A. Woolf. 2004. Skin colour and pigment changes during ripening of 'Hass' avocado fruit. Postharvest Biology and Technology 31: 287-294.
- Codex. 2005. Codex Standard for Mangoes. Codex Stan 184-1993, AMD 1-2005, disponible en: (http://www.codexalimentarius.net/web/more_info.jsp?id_sta=315).Pages 8-11.
- Crisosto C.H. 1995. Optimum procedures for ripening stone fruti, Management of ripening fruit. 24-25. KNEE M., HATFIELD S; SMITH S.M.

- Díaz, L. y Franco, J. 1997. Cosecha y postcosecha de frutas y hortalizas ciclo III. Publicación SENA – CENICAFÉ.
- Delfino, M. 2001 .perfil de ácidos grasos de algunos alimentos autóctonos de origen animal, cátedra de análisis instrumental facultad de ciencia exacta y naturales. unne argentina.
- Esteban, P. 1993. Estimación del contenido de aceite a través de la humedad y su relación con la palatabilidad en frutos de paltos de las variedades: Negra de la Cruz, Bacon, Edranol y Hass desde la última etapa del desarrollo hasta la madurez fisiológica. Tesis Ing. Agr. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso, Escuela de Agronomía, Chile. 54 p.
- Gallo, F. (1996). Manual de Fisiología Postcosecha y Control de Calidad de Frutas y Hortalizas. Convenio SENA – REINO UNIDO, Programa Postcosecha, Centro Agroindustrial SENA, Regional Quindío. A.A. 695 Armenia, Quindío – Colombia.
- Gardiazabal, F. 2004. Riego y nutrición en paltos. Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda. 2º Seminario internacional de paltos. Quillota, 29-30 Septiembre y 1 de Octubre. 2004. pp. 1-21.
- Gil-Albert, F. 1996. Tratado de arboricultura frutal. Vol. I: Morfología y fisiología del árbol frutal. 4ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 102 pp.
- Gillaspy, G.; Ben-David, H. and W. Gruissem. 1993. Fruits: a developmental perspective. The Plant Cell 5: 1439-1451.
- Hartill, W.F.T., Everett, K.R. 2002. Inoculum sources and infection pathways of pathogens causing stem-end rots of 'Hass' avocado (*Persea americana*). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 30, 249-260.
- Hershkovitz, V.; Friedman, H.; Goldschmidt, E.; Feygenberg, O. and E. Pesis. 2011. Effect of seed on ripening control components during avocado fruit development. Journal of Plant Physiology 168: 2177-2183.

- Hofman, P.; Fuchs, Y. and D. Milne. 2002. Harvesting, packing, postharvest, technology, transport and processing. In: The avocado: botany, production and uses, A.W. Whiley, B.B. Schaffer and B.N. Wolstenholme (eds.). CABI Publishing. 363-401 pp.
- Inen, 2009. Norma Técnica Ecuatoriana 1755. Frutas frescas, aguacate, requisitos. Quito,EC. 8 p.
- Joseph, D. characterization of avocado oil by polyalcoholic compounds in the unsaponifiable fraction. *nista italia delle sostabegrasse*, 2002, VOL 6, PAG 279- 284.
- Kader, A.; Arpaia, M. 2004. Aguacate (Palta): recomendaciones para mantener la calidad postcosecha. University of California. Tomado de la dirección electrónica: disponible en: <http://rics.ucdavis.edu/postharvest2/Produce/ProduceFacts/Espanol/Aguacate.shtml> (consultada, abril 22 de 2004).
- Kader, A. 2000. Fruit maturity, ripening, and quality relationships. *Acta Horticulturae* 485: 203-208.
- Martínez flores correlación de contenido materia seca y porcentaje de aceite en frutas de palta persea americana mil var. Has. Bajo condiciones de ica; UNALM 2005.
- Ministerio de agricultura y desarrollo rural. Anuario estadístico del sector Agropecuario [online]. (2002). Disponible en: <http://www.avocadosource.com/congresomundial/Resumenes>.
- Oleata J, A 2003. Industrialización del aguacate. Estado actual y perspectivas futuras. Facultad de Agronomía Pontificia Universidad de Valparaíso – Chile pp 749 – 754.
- Organización mundial de la salud. OMS. << Guía de alimentación; una vida sana>>. Copenhague, 2000.
- Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura (FAO 1987) .Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/x5055s/x5055S03.htm>.
- Quiles, J. Huertas, J. Ochoa, J. Battino, M. Mataix, J. Mañas, M. «Dietary Fat (Virgin Olive Oil or Sunflower Oil) and Physical Training Interactions on Blood Lipids in the

- Rat: Basic nutritional investigation.» Nutrition. Elsevier Science Inc. Vol. 19, nº 4 (2003): Págs. 363-368.
- Rafael H. L. 2010 Ingeniero Agrónomo. Especialista en Poscosecha de Frutas y Hortalizas determinación de los índices de madurez en el fruto de mango y palta.
- Romojaro, F.; Martínez, M. s/f. Factores precosecha determinantes de la calidad y conservación en poscosecha de productos agrarios. Dpto. Tecnología de Alimentos. Escuela Politécnica Superior. Madrid España.
- Rosales, J., G. Parodi y B. Carlini. 2003. Evaluación del ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill) cv. Hass para la zona de la irrigación Santa Rosa, Perú. p. 311-316. En: Proceedings V World Avocado Congress. Granada - Málaga, España.
- Revista fundación produce guerrero, 2012 sagarp, Consultado. Feb 2012 Rolf Puschmann. 2003. Curso: Post cosecha y Procesamiento mínimo de frutas y hortalizas. Cd. Universidad Federal de Vicosa – Brasil.
- Senasa 2014.Minagri–Senasa DSV. Certificación fitosanitaria de palta Hass destinada a exportación Pag.29
- Woolf, A.; White, A.; Arpaia, M. and K. Gross. 2004. Avocado. In: The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks, K. C. Gross, C. Y. Wang and M. Saltveit (eds). Agriculture Handbook number 66.
- Zacarías, L. y M. Lafuente. 2000. Etileno, ácido abscísico y otros reguladores del desarrollo. En: Fundamentos de la fisiología vegetal., J. Azcón-Bieto y M. Talón (eds.). McGraw-Hill Interamericana de España y Edicions Universitat de Barcelona. Madrid. 361-375 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Fotografías



Foto 1. Campos de cultivo de donde se tomaron las muestras



Foto 2. Clasificación de los frutos de palto



Foto 3. Determinando la firmeza con el Penetrómetro



Foto 4. Utilización del desímeter portatil DMA35 para determinar la gravedad específica



Foto 5. Pelado del fruto de palta



Foto 6. Utilización de un cuchillo para sacar rodajas de palta



Foto 7. Cortes listo para determinar materia seca



Foto 8. Resultado final de análisis

Anexo 2. Reportes de análisis de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION

LASACI



INFORME DE ANÁLISIS

SOLICITANTE	: SIXTO CARRANZA AGUILAR
MUESTRA	: PALTAS (FORTE y HASS)-De Primera
FECHA DE INGRESO	: 02 DE FEBRERO DEL 2015
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

DE PRIMERA

CARACTERISTICAS	FORTE	HASS	FORTE	HASS	FORTE	HASS
PESO (gr)	227	203	304	242	304	221
DIAMETRO	L=11 A=5.5	L=7.5 A=6.5	L=12.5 A=7.2	L=10.5 A=6.0	L=12.5 A=6.8	L=10.5 A=5.6
COLOR	verde	marrón oscuro	verde	marrón oscuro	verde	marrón oscuro
GRAVEDAD ESPECIFICA	0.86	0.85	0.86	0.86	0.87	0.87

CARACTERISTICAS	FORTE	HASS	FORTE	HASS	FORTE	HASS
HUMEDAD	66.7	68.9	69.3	71.51	77.6	78.2
MATERIA SECA	33.4	31.1	30.7	28.5	22.3	21.8
PROTEINAS	2.13	2.78	1.8	1.76	1.78	1.71
GRASAS	10.6	10.8	11.4	11.7	12.2	12.6
SOLIDOS TOTALES	17.72	17.61	16.3	15.8	15.1	14.87
AC. GRASOS SAT. (gr)	1.9	2.0	2.0	2.1	2.2	2.3
VITAMINA A (mg)	76	79	80	81	81	84
VITAMINA E (mg)	1.74	1.96	2.15	2.37	2.8	3.2

CARACTERISTICAS	FORTE	HASS	FORTE	HASS	FORTE	HASS
POTASIO (mg)	421	427	423	435	458	464
FOSFORO (mg)	38	38	38	39	39	40
CALCIO (mg)	8.8	9.4	9.5	9.7	9.8	10.2

TRUJILLO 10 DE FEBRERO DEL 2015



DR. NOÉ COSTILLA SANCHEZ
DIRECTOR

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

949959632 - RPM: *0056432 - RPC: 949119298



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION



LASACI

INFORME DE ANÁLISIS

SOLICITANTE	: SIXTO CARRANZA AGUILAR
MUESTRA	: PALTAS (FORTE y HASS)- De Segunda
FECHA DE INGRESO	: 02 DE FEBRERO DEL 2015
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

DE SEGUNDA

CARACTERISTICAS	FORTE	HASS	FORTE	HASS	FORTE	HASS
PESO (gr)	212	187	264	212	262	178
DIAMETRO	L=8 A=3.5	L=4.5 A=5.6	L=10.5 A=4.5	L=8.5 A=3.8	L=10.5 A=4.5	L=9.5 A=4.8
COLOR	verde	marrón oscuro	verde	marrón oscuro	verde	marrón oscuro
GRAVEDAD ESPECIFICA	0.84	0.85	0.84	0.85	0.86	0.85

CARACTERISTICAS	FORTE	HASS	FORTE	HASS	FORTE	HASS
HUMEDAD	69.7	70.8	72.3	72.8	79.6	80.7
MATERIA SECA	31.9	29.2	27.7	27.2	20.4	19.3
PROTEINAS	1.91	1.91	1.2	1.3	1.28	1.32
GRASAS	10.6	10.8	11.4	11.7	12.2	12.6
SOLIDOS TOTALES	17.72	17.61	16.3	15.8	15.1	14.87
AC. GRASOS SAT. (gr)	1.9	2.0	2.0	2.1	2.2	2.3
VITAMINA A (mg)	73	75	78	78	78	80
VITAMINA E (mg)	1.47	1.62	1.86	2.02	2.5	2.9

CARACTERISTICAS	FORTE	HASS	FORTE	HASS	FORTE	HASS
POTASIO (mg)	410	412	413	425	448	454
FOSFORO (mg)	33	33	33	34	34	35
CALCIO (mg)	6.8	7.4	7.5	7.7	7.8	8.2

TRUJILLO 10 DE FEBRERO DEL 2015



DR. NOR COSTILLA SANCHEZ
DIRECTOR

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

949959632 - RPM: *0056432 - RPC: 949119298