

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



**“Obtención y Caracterización Físicoquímica Del Aceite de
Palta Hass (*Persea Americana*) extraído por método en
frio (Prensado) y caliente (Soxhlet) ”**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

AUTOR: BACH. JHOSELINE STAYCE GUILLÉN SÁNCHEZ

ASESORA: DRA. LUZ MARIA PAUCAR MENACHO

Nuevo Chimbote – Perú, 2016

DEDICATORIA

A DIOS por guiarme en cada paso que doy, por darme la sabiduría y paciencia para cumplir un sueño más en mi vida.

A mis padres JORGE y LUCY, quienes me ofrecieron el amor y la calidez de la familia a la cual amo. Ambos son el ejemplo más valioso en mi vida y mi inspiración para seguir caminando por nuevos senderos. Su enseñanza y apoyo incondicional me ayudaron a culminar una etapa más de mi vida.

A mis hermanas Katherine y Lucy por ser mi alegría, mi motivación y mis apoyos en esos momentos difíciles que fueron necesarios para alcanzar esta meta.

A mi sobrina Luana. Eres el reflejo de mi hermana, una de las mujeres que más quiero en este mundo tu cariño, tu amor, y tus grandes manifestaciones de afecto, son una gran bendición de Dios que da muestra de las buenas cosas que una sobrina tiene para ofrecer.

Por ultimo para aquella persona que me brindo su amor y apoyo incondicional, poniendo siempre su confianza en mí y dándome consejos muy valiosos WALTER.

Jhoseline

AGRADECIMIENTO

*Mi agradecimiento sincero a Dios
por darme la vida y la fuerza necesaria.*

*A mis padres, hermanas, sobrina
y Walter por estar siempre a mi lado,
confiar en mí y darme su apoyo en todo momento.*

*A la Universidad Nacional del Santa en Exclusiva
a la Facultad de Ingeniería Agroindustrial, a todos
mis maestros que compartieron su enseñanza y
formaron mi carrera, en especial a la Dra. Luz
María Paucar Menacho, Asesora de la Tesis y una
gran amiga que con su ayuda, consejos y motivación
me permitieron culminar mis estudios, mi proyecto
de investigación y mis artículos científicos.*

*A mis amigas; Shylla, Yulissa, Elizabét,
Jennifer, Deysi y Rebeca, con las que compartí
alegrías, risas y tristezas, quienes hicieron
de cada día de clases y cada día del
trabajo algo inolvidable. As quero garotas!*

Jhoseline

CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	4
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	8
2.1. Materia prima	8
2.1.1. La Palta.....	8
2.1.2. Producción de palta Hass en el Perú	9
2.1.3. Descripción morfológica y Eco geográfica de la palta.....	14
2.1.4. Temporada de Cosecha.....	15
2.1.5. Variedades de palta.....	16
2.1.6. Valor nutricional.....	18
2.1.7. Composición Bioquímica	20
2.1.8. Índice de madurez.....	21
2.1.9. Contenido y distribución de aceite en la palta.....	24
2.1.10. Aceite de Palta.....	25
2.1.11. Ácidos grasos en el aceite de Palta	33
2.1.12. Síntesis de los ácidos grasos	34
2.2. Tratamientos para la extracción de aceite de palta.....	36
2.2.1. Método en caliente.....	37
2.2.2. Método en frío.....	38
2.3. Características de calidad del producto.....	39
III. MATERIALES Y METODOS	41
3.1. Lugar de ejecución	41
3.2. Materiales.....	41
3.3. Metodología de la Investigación.....	43
3.3.1. Extracción por Solventes Orgánicos	43
3.3.2. Extracción por prensado en frío.....	43
3.4. Métodos de análisis	44
3.4.1. Análisis fisicoquímicos en Pulpa de Palta	44

3.4.2.	Análisis fisicoquímicos en el Aceite de Palta	47
3.5.	DISEÑO EXPERIMENTAL	51
3.5.1.	Descripción del proceso para la obtención de aceite de Palta por método en caliente ..	51
3.5.2.	Descripción del proceso para la obtención de aceite de Palta por método en frío	54
3.5.3.	Diseño Estadístico	57
IV.	RESULTADOS Y DISCUSION	59
4.1.	Análisis de los resultados	59
4.1.1.	Análisis físico-químico del fruto de palta Hass.....	59
4.1.3.	Análisis del rendimiento de la extracción de aceite	66
4.1.4.	Análisis del color en el aceite de palta extraído por método en caliente y aceite extraído por método en frío.	69
4.1.5.	Análisis de Índice de refracción en aceite de palta extraído por método en caliente y aceite extraído por método en frío.	76
4.1.6.	Análisis de la acidez en aceite de palta extraído por método en caliente y aceite extraído por método en frío.	79
4.1.7.	Análisis de Punto de Fusión en aceite de palta extraído por método en caliente y aceite extraído por método en frío.	83
4.1.8.	Análisis de la densidad en aceite de palta extraído por método en caliente y aceite extraído por método en frío.	86
4.1.9.	Análisis del índice de yodo en aceite de palta extraído por método en frío y caliente. 88	
4.1.10.	Análisis del Índice de Peróxido en aceite de palta extraído por método en frío y caliente. 91	
4.10.	Estimación de la Vida útil.....	94
4.11.	Composición de ácidos grasos del aceite de palta extraído por método en caliente (Soxhlet) y frío (Prensa).	96
V.	CONCLUSIONES.....	99
VI.	RECOMENDACIONES	100
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	101

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fruta Palta var. Hass	8
Figura 2: Época de Cosecha	15
Figura 3:Palta var. Hass	16
Figura 4:Palta var. Fuerte	17
Figura 5:Palta var. Nabal.....	17
Figura 6:Palta var. Ettinger	18
Figura 7: Etapas de Madurez en Palta Hass.....	22
Figura 8: Composición del pericarpio	24
Figura 9: Síntesis de ácidos grasos	35
Figura 10: Estructura química de los principales ácidos grasos mono insaturado y poliinsaturados (omegas 3, 6 y 9).....	36
Figura 11: Recepción de Materia Prima (Palta Hass)	51
Figura 12: Selección de Materia Prima	51
Figura 13: Lavado y Desinfectado.....	51
Figura 14: Laminado de la Pulpa de Palta	52
Figura 15: Secado de la Pulpa de Palta.....	52
Figura 16: Pulpa de Palta seca molida.	53
Figura 17: Extractor de Aceites y Grasas	53
Figura 18: Laminado de Pulpa de palta	54
Figura 19: Liofilizador	54
Figura 21: Pulpa de Palta liofilizada Molida	55
Figura 20: Prensa Expeler	56

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Perú, Rendimiento de la Producción de Paltas (t/ha)	13
Tabla 2: Análisis Químico de la palta	19
Tabla 3: Composición Bioquímica de la Palta HASS.....	21
Tabla 4: Constante para variedades de Paltas para determinar su contenido de aceite	23
Tabla 5: Porcentaje de aceite alcanzado en variedades de paltas cultivadas en Chile	26
Tabla 6: Comparación Técnica de aceites	32
Tabla 7: Caracterización de ácidos grasos en el aceite crudo de Palta HASS.....	33
Tabla 8: Pruebas de Calidad del aceite de aguacate extraído por diferentes métodos.	37
Tabla 9: Modelo del Diseño Experimental	57
Tabla 10: Factor y niveles del diseño experimental.....	58
Tabla 11: Análisis químico de la palta var. HASS	60
Tabla 12: Requerimientos Físicos y Químicos para Aguacate Hass	63
Tabla 13: Pérdida de humedad por secado a 50°C	63
Tabla 14: Porcentaje de Masa Removida por Secado en Estufa	64
Tabla 15: Pérdida de Humedad por Liofilización.....	65
Tabla 16: Porcentaje de Masa Removida por Liofilización.....	66
Tabla 17: Rendimiento de Extracción	66
Tabla 18: Tabla de Análisis Varianza para el porcentaje de extracción de aceite de Palta	68
Tabla 19: Test de Tukey (Comparaciones Múltiples) para RENDIMIENTO por tratamiento.....	69
Tabla 20: Análisis del Color.....	69
Tabla 21: Análisis de Varianza para la respuesta de Luminosidad	72
Tabla 22: Análisis de varianza para la respuesta cromática	73
Tabla 23: Análisis de Varianza para Tonalidad.....	75
Tabla 24: Test de Tukey para Tonalidad por Tratamiento.....	76
Tabla 25: Análisis de Índice de Refracción a 20°C en el aceite de palta para ambos métodos.	76
Tabla 26: Análisis de Varianza para Índice de Refracción	78
Tabla 27: Test de TUKEY para Índice de Refracción por Tratamiento.....	79
Tabla 28: Análisis de Acidez en el aceite de palta por ambos métodos.....	80
Tabla 29: Análisis de varianza para Acidez.....	81
Tabla 30: Test de Tukey para Acidez por Tratamiento.....	82
Tabla 31: Análisis de Punto de Fusión en el aceite de ambos métodos	83
Tabla 32: Análisis de Varianza para Punto de Fusión	84
Tabla 33: Test de Tukey para Punto de Fusión por Tratamiento	85
Tabla 34: Análisis de Densidad en el aceite de palta por ambos métodos.	86
Tabla 35: Análisis de Varianza para Densidad	87
Tabla 36: Test de Tukey para Densidad por Tratamiento	88
Tabla 37: Índice de yodo del aceite de palta.....	88
Tabla 38: Análisis de Varianza para Índice de Yodo.....	90

Tabla 39: Test de Tukey para Índice de Yodo por Tratamiento	91
Tabla 40: Índice de peróxidos del aceite de palta por Tratamiento.....	91
Tabla 41: Análisis De Varianza Para Índice De Peróxidos.....	93
Tabla 42: Test de Tukey para Índice de Yodo por Tratamiento	94
Tabla 43: Comparación de la Vida útil del aceite de Palta extraído por método en caliente y método en frío a diferentes temperaturas de almacenamiento	94
Tabla 44: Composición de Ácidos Grasos del aceite de palta Hass extraído por método en caliente (AMC) y método en frío (AMF).	96

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Producción de Palta Hass a nivel Nacional	9
Gráfico 2: Exportaciones Agro y Agroindustrial 2005-2011.....	10
Gráfico 3: Rendimiento Promedio de la Producción Mundial y Nacional	12
Gráfico 4: Exportación de Grasas Vegetales, FOB US\$ SOLES (2013-2011).....	28
Gráfico 5: Exportación Grasas Vegetales, FOB US\$ MILES (2015-2013).....	29
Gráfico 6: Curva de secado de Palta var. Hass a 50°C	64
Gráfico 7: Curva de secado por Liofilización.....	65
Gráfico 8: Comparación del Rendimiento obtenido de aceite de pulpa de palta con la materia seca en función de la extracción para ambos tratamientos.	67
Gráfico 9: Grafico de Medias para el análisis de rendimiento en	68
Gráfico 10: Grafico de cajas y bigotes para Luminosidad	72
Grafico 11: Grafico de Caja y Bigotes para la respuesta Croma.....	73
Gráfico 12: Grafico de Cajas y Bigotes para respuesta de Tonalidad	75
Gráfico 13: Gráfico de Caja y Bigotes para Índice de Refracción	78
Gráfico 14: Grafico de Caja y Bigotes para Acidez por Tratamiento	81
Gráfico 15: Gráfica de Caja y Bigotes para Punto de Fusión por Tratamiento	85
Gráfico 16: Grafica de Caja y Bigotes para Densidad por Tratamiento.....	87
Gráfico 17: Grafica de Cajas y Bigotes para Índice de Yodo por Tratamiento	90
Gráfico 18: Grafica de Cajas y Bigotes para Índice de Peróxido por Tratamiento	93
Gráfico 19: Estimación de la vida útil del aceite de palta extraído por método en caliente a 25°C ..	95
Gráfico 20: Estimación de la vida útil del aceite de palta extraído por método en caliente a 25°C ..	96
Gráfico 21: Composición de Ácidos Grasos del aceite de palta Hass extraído por método en caliente (AMC) y método en frio (AMF)	97

RESUMEN

El aguacate pertenece a la familia de las Lauráceas, género *Persea* y es botánicamente designado como *Persea Americana*. El objetivo del estudio fue realizar una caracterización física y química del aceite de palta obtenida mediante dos tipos de extracción; se colectaron 100 frutos que fueron donados de la Municipalidad de Cascajal. La caracterización física se realizó con 50 frutos, dividiéndolos en sus fracciones y analizando su masa, forma, tamaño y color. Para la caracterización química se realizaron análisis químicos de la fruta. Se realizaron ensayos de extracción del aceite mediante Soxhlet (éter de petróleo) y prensa de tornillo helicoidal (a escala piloto). Estas metodologías resultan asequibles para la obtención de altos rendimientos de aceite, de buena calidad química. Se observó que el tamaño y masa de la fruta son muy variables debido a que son frutos descartes; los análisis físicos químicos realizados al aceite de palta variedad Hass extraído por Soxhlet fueron: color verde oscuro, densidad relativa a 20°C 0.808 g/ml, índice de refracción a 25°C 1,442, índice de peróxido de 19.181 meq / kg aceite, índice de yodo de 80.764 g/100g aceite, % de ácidos grasos libres 0.911 %, punto de Fusión (15°C) y un tiempo de vida útil de 5 años a 25°C. Y los realizados al aceite de palta variedad Hass extraído por prensado en frío resultaron ser: color verde esmeralda, densidad relativa a 20°C 0.947 g/ml, índice de refracción a 25°C 1,470; índice de peróxido de 10.446 meq / kg aceite, índice de yodo de 106 g/100g aceite, % ácidos grasos libres 0.616%, punto de fusión (12°C) y un tiempo de vida útil de 4 años a 25°C.

Estos resultados se evaluaron y se compararon existiendo diferencias significativas en los análisis físicos químicos y estadísticos a favor del aceite de la variedad Hass extraído por prensado en frío resaltando ser de mejor calidad pero de bajo rendimiento (21.2%) mientras que el aceite de palta extraído por Soxhlet fue de mayor rendimiento 75.8%.

SUMMARY

The avocado belongs to the family of Laurácea, genus Persea and is botanically designated as Persea Americana. The objective of the study was to perform a physical and chemical characterization of the oil of avocado obtained by two types of extraction; 100 fruits of the fund belonging to the Cascajal municipality. The physical characterization was performed with 50 fruits, dividing them into their fractions and analyzing their mass, shape, size and color. For the chemical characterization, chemical analyzes of the fruit were carried out. Oil extraction tests were performed using Soxhlet (petroleum ether) and helical screw press (pilot scale). These methodologies are available to obtain high oil yields, good chemical quality. It was observed that the size and mass of the fruit are very variable because they are fruit discard; The physical chemical analyzes performed on the Hass variety of avocado oil extracted by soxhltet were: dark green color, relative density at 20 ° C 0.808 g / ml, refractive index at 25 ° C 1,442, peroxide index 19.181 meq / kg oil, Iodine content of 80,764 g / 100g oil,% free fatty acids 0.911%, melting point (15°C) and a shelf life of 5 years at 25 ° C. And those made to the oil of avocado variety Hass extracted by cold pressing turned out to be: emerald green color, relative density at 20 ° C 0.947 g / ml, refractive index at 25 ° C 1, 470; Peroxide index of 10,446 meq / kg oil, iodine value of 106 g / 100g oil,% free fatty acids 0.616%, melting point (12°C) and a shelf life of 4 years at 25 ° C.

These results were evaluated and compared with the existence of significant differences in the chemical and statistical analyzes in favor of the Hass oil extracted by cold pressing, being better quality but low yield (21.2%) while the oil of avocado extracted by Soxhlet was of greater yield 75.8%.

SUMÁRIO

Abacate pertence à família de gênero Lauraceae, Persea e é botanicamente designado Persea Americana. O objetivo do estudo foi realizar a caracterização física e química do óleo de abacate obtido por dois tipos de extracção; 100 frutos foram doadas da municipalidade de Cascajal. A caracterização física foi realizada com 50 frutos, dividindo-se em suas frações e analisando sua massa, forma, tamanho e cor. Para caracterização química foram realizadas análise químico do fruto. foram realizadas testes de extração de óleo utilizando Soxhlet (éter de petróleo) e prensa de parafuso helicoidal (escala piloto). Estas metodologias são acessíveis para a obtenção de altos rendimentos de óleo, de boa qualidade química. Observou-se que o tamanho e a massa da fruta são altamente variáveis devido que são fruta descartar; a análise químico físico feitas óleo de abacate Hass extraído por soxhltet eram de cor verde escuro, a densidade relativa a 20 ° C, 0,808 g / mL, índice de refração a 25 ° C, 1 442; índice de peróxido de 19,181 meq / kg óleo, índice de iodo de 80 764 g / óleo 100 g,% de ácidos graxos livres 0,911% , ponto de fusão (15°C) e uma vida útil de 5 anos a 25 ° C. E fez o óleo de abacate Hass extraído por pressão a frio foram: cor verde esmeralda, a densidade relativa a 20 ° C 0,947 g / ml, índice de refração a 25 ° C 1 470; 10,446 índice de peróxido meq / kg óleo, valor de iodo de 106 g / 100 g de petróleo, ácidos gordos livres, ponto de fusão (12°C) e tempo de vida 0,616 % 4 anos a 25 ° C.

Estes resultados foram avaliados e comparados com diferenças significativas na análise físico-química e estatística para Hass óleo extraído por prensagem a frio realce ser melhor qualidade, mas de baixo rendimento (21.2%), enquanto o óleo de abacate foi extraído por Soxhlet maior rendimento de 75,8%.

I. INTRODUCCION

La palta ha adquirido en los últimos años gran importancia en el consumo y la agroindustria nacional; las exportaciones de ésta fruta al mes de diciembre del 2015 sumaron US\$ 302 millones, acumulando US\$ 51 millones durante los primeros cuatro meses de este año. La superficie cultivada de palta tiene una tendencia creciente desde 2008 al 2012. Los principales mercados de destino fueron Países Bajos, España, Canadá y Japón. En cuanto a los principales países proveedores, a partir del 2013 el Perú se ha constituido en el mayor proveedor de paltas de los Países Bajos, con un 27,8% del total de exportaciones del mundo. (Agrodata, 2015).

La palta (*Persea americana* Mill.), es una materia prima rica en aceite, por lo cual la extracción y producción de él puede considerarse como una opción interesante. Este aceite presenta un alto contenido en ácido oleico (Oleata *et al.*, 1999) por lo que se constituye en un alimento sano y saludable, que también debido a sus propiedades, es utilizado en la elaboración de determinados productos farmacéuticos, tanto cosméticos como medicinales.

La extracción de aceite de palta se estudia desde hace más de dos décadas y son varios los trabajos que se refieren a sistemas de extracción y su caracterización química (Bismana y Breene, 1993; Buenrostro y López-Munguía, 1986; Lozano, et al., 1993; Southwell, et al., 1990).

Actualmente, la palta es uno de los diez principales productos peruanos de exportación no tradicional, y uno de los que ha mostrado mayor dinamismo: tanto la producción como la exportación de palta van en ascenso, así para el 2011 se estima que las ventas de este producto al exterior superarán los US\$120 millones, de los cuales US\$15 millones corresponderán a palta producida en las regiones de la sierra. (Abcagro,2002). Lo anterior ha provocado un incremento

progresivo en los volúmenes de fruta de calibres menores, que normalmente se comercializa en los mercados domésticos con precios menores. Esta tendencia se incrementará en el futuro, por lo que la industrialización se torna como una alternativa cada vez más importante para comercializar estos volúmenes. La industrialización del aguacate entonces, será una actividad que dependerá de los remanentes que queden de la producción para fresco. El aguacate, presenta una variada posibilidad de usos como productos industrializados entre otros: pulpas como base para productos untables, tanto frescas como refrigeradas o congeladas, mitades congeladas, y obtención de aceite, tradicionalmente para fines cosméticos, pero este último tiempo se ha incrementado la producción de aceite extra virgen para fines culinarios, teniendo un gran potencial futuro por sus propiedades. (Olaeta, 2003).

En investigaciones anteriores, se estudiaron las principales alternativas tecnológicas para la industrialización de la palta, se ensayó con buenos resultados la extracción de aceite de palta; pero una de las desventajas del procesamiento de la extracción, es la alteración bioquímica que sufre durante su almacenamiento, por su elevado nivel de insaturación, el aceite es altamente susceptible al deterioro termo y foto-oxidativo. La adición de antioxidantes y el empleo de procedimientos de protección contra la foto-oxidación constituyen alternativas tecnológicas para la conservación del aceite, por ello se realizaron diversos trabajos con el fin de evitar o disminuir el deterioro que sufre estos componentes bioquímicos; Costa (2001), estudió la extracción y refinación de aceite de palta (*Persea americana* Mill.) con el fin de conocer el efecto de 2 preparados enzimáticos comerciales y la mezcla de ellos y su concentración, sobre el rendimiento de extracción y sobre algunas de sus características físicas, químicas y sensoriales. Las paltas frescas fueron peladas y trituradas manualmente. La pulpa fue pretratada enzimáticamente con tres complejos enzimáticos: Pectinex Ultra SP-L, Olivex y la mezcla de ellos, en concentraciones de 0,015%, 0,03% y 0,06% p/p; para luego ser sometida a una presión de 100 Kg/cm² en una prensa hidráulica de laboratorio. La mezcla óleo-

acuosa obtenida fue centrifugada a 4750 rpm para separar el aceite crudo. Tanto con la mezcla Pectinex Ultra SP-L / Olivex (1:1) al 0,06% como sólo con Pectinex Ultra SP-L a la misma concentración, se logró un rendimiento de extracción del aceite del orden de un 80%. El uso de Olivex sólo alcanzó un 71% de rendimiento para la dosis mencionada. Para el análisis sensorial se evaluó aceptabilidad, preferencia y calidad (apariencia, color, brillo, aroma y sabor).

Diversos investigadores han realizado trabajos y puesto en manifiesto las excelencias del aceite de aguacate en su aplicación cosmética, dermatológica y terapéutica (Dupaigne, 1970; Daniel,1979; Chanez,1991; Hincky, 1976; Thiers, 1972 y Thiers,1971). Se encuentra abundante bibliografía en la extracción de aceite de aguacate a escala de laboratorio, generalmente por uso de disolventes (Gómez, 1982; Alter y Gutfinger, 1982; Lewis *et.al.*,1978; Tango,1972; Brian,1972; Martinez *et.al.*,1988), pero son pocas las referencias a otros procedimientos de extracción que se hayan llevado a escala industrial. En este sentido caben destacar las publicaciones de Haendler (1965), que compara los rendimientos de la extracción por disolventes previo secado (95%) con el obtenido por presión de la pulpa seca (80-85%). Sadir (1972), extrae con disolventes tras una fermentación anaerobia de la pulpa, para facilitar la rotura celular obteniendo rendimientos próximos al 90%. Jaubert (1970), obtiene rendimientos próximos al 80% por presión y sucesiva filtración, el mismo autor, propone un método de extracción por presión, decantación y posterior centrifugación de la fase oleosa. Turati (1985), compara los rendimientos obtenidos por extracción con disolventes con pulpa secada (73%) o liofilizada (85%), con los obtenidos por presión empleando como coadyuvante cascara de soja a 350 atm (73%) y los obtenidos por centrifugación con adición de sal en el que se obtiene un rendimiento más bajo (55%).

Desde el punto de vista de la maquinaria industrial propiamente dicha, se encuentra poca bibliografía. Lanzani (1986), utiliza un sistema continuo PIERALISIS para extracción de aguacate deshuesado y con piel, que previa laminación y adición de agua se mantiene en batidora en caliente con ajuste de pH. Posteriormente se manda a un separador de fases centrífugo para obtener el aceite con el agua y la pulpa húmeda. A continuación se centrifuga la mezcla aceite-agua como es usual. Partiendo de masa batida con el 20% de agua adicional se obtienen los mejores resultados a 60°C y 30 minutos de batido ajustando el pH a 4, quedando una pasta con el 57-60% de humedad y obteniéndose un aceite de buena calidad con un 0.3% de acidez, índice de peróxidos 7.3 y con un rendimiento del 76% respecto de la cantidad total de aceite extraíble por hexano. Por esta razón, el presente estudio de investigación busca complementar esta información con el comportamiento de la variedad HASS en la extracción de aceite, es decir, determinar el rendimiento y las características de calidad del aceite por dos métodos de extracción, con el fin de obtener un producto de óptimas condiciones de calidad y determinar, además, las características físico-químicas del producto final; siendo los objetivos propuestos:

- Obtener y caracterizar el aceite de palta Hass (*Persea Americana*) extraído por método en frío (Prensado) y caliente (Soxhlet).
- Evaluar el rendimiento y las características fisicoquímicas del aceite de palta (*Persea Americana*) en función del método de extracción.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1.Materia prima

2.1.1. La Palta

La palabra palta es de origen quechua, su uso tiene referencia documental en la obra “Comentarios reales de los incas” de Garcilaso de la Vega publicada en 1605, en referencia a la etnia los paltas, quienes habitaron la actual provincia de Loja (Ecuador). Dicha etnia fue conquistada por el inca Túpac Yupanqui entre 1450 y 1475. Actualmente, se conoce frecuentemente como palta a *Persea americana* en los países de Perú, Bolivia, Chile, Argentina y Uruguay (Rengifo, 2014).

Figura 1: Fruta Palta var. Hass



Recuperado de <http://www.rumbosdelperu.com>

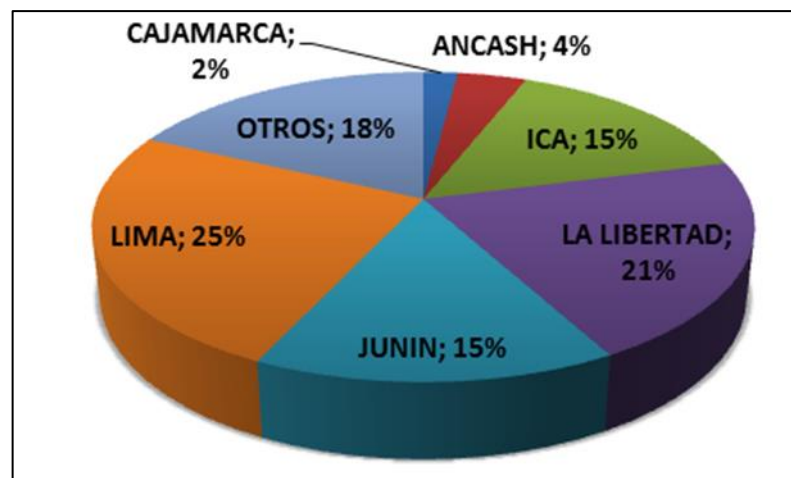
La palta pertenece a la familia de Lauráceas que incluye aproximadamente 150 especies, la mayoría de los cuales son el hábitat de los bosques tropicales América (Pushkar *et.al.*,2001). Es cultivado en el Perú desde al menos 5000 años; el fruto es una baya de formas: periforme y redonda, y de colores diversos. Tiene una pulpa consistente con un contenido variable de fibra de acuerdo con la variedad a la que pertenece. Además, es rico en calorías, minerales y vitaminas. (Chávez, 2010)

El fruto se distingue de otras frutas, debido a su alto contenido en lípidos y se consume en forma fresca, y como ingrediente en las formulaciones de productos farmacéuticos y cosméticos; el aceite obtenido es empleado en la fabricación de cosméticos, jabones, cremas de belleza y aceites para masajes (Alza y Vásquez, 1996). El aceite contenido de la fruta depende de su origen ecológico y de la variedad, como, por ejemplo, en Guatemala y cultivares de México, el contenido de aceite varía de 10 a 13% y de 15 a 25%, respectivamente (Biale y Young 1971) mientras que en los frutos de Caribe, la mínima grasa (2,5 a 5%) se ha informado (Hatton *et al.* 1964).

2.1.2. Producción de palta Hass en el Perú

En el Perú la producción de palta Hass se ha incrementado a lo largo de los años. Respecto al año 2000 la producción en el 2012 ha crecido en 156%. Las principales zonas productoras de palta destacan los departamentos: Lima, La Libertad, Junín e Ica. El gráfico 1 muestra la distribución de la producción del año 2010.

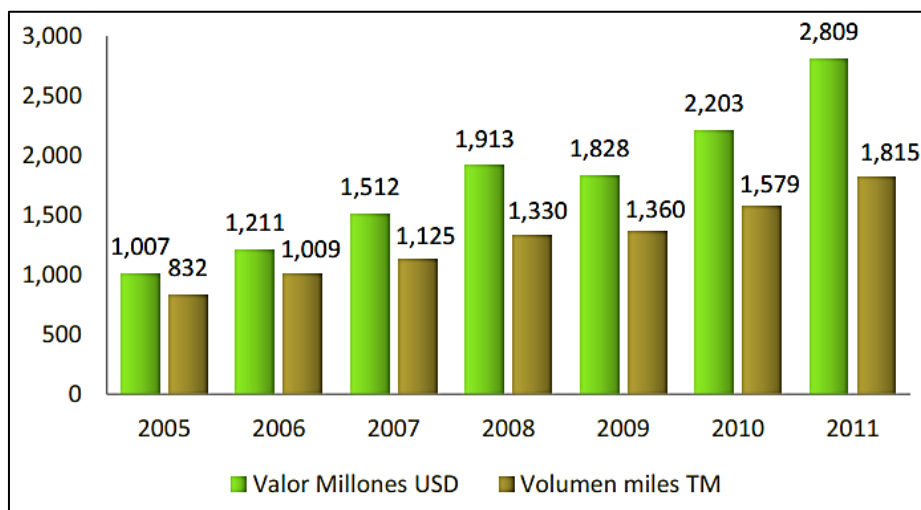
Gráfico 1: Producción de Palta Hass a nivel Nacional



Fuente: MINAG, 2013.

Respecto a las exportaciones agrarias y agroindustriales para el periodo 2005 – 2011, estas han ido en aumento tanto en monto como en volumen. Así lo muestran los datos estadísticos provenientes del Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior (PROMPERU, 2012). Ello se aprecia en el gráfico 2 adjunto.

Gráfico 2: Exportaciones Agro y Agroindustrial 2005-2011.



Fuente: Plan Sectorial 2012. SIICEX (2012)

Respecto a la composición de las exportaciones del agro y agroindustriales, tenemos que para el año 2011, el 47% fueron productos frescos y el 30% corresponde a productos procesados. Sin embargo, en términos FOB hay, casi, una paridad en el monto exportado, pues el 40% corresponde a productos frescos y el 39% a productos procesados (PromPeru, 2012). Sin embargo la industrialización de los derivados de la palta se encuentra en una etapa inicial (Alza y Vásquez, 2002).

2.1.2.1. Áreas Cosechadas de Palta Hass

De acuerdo con las estadísticas del MINAGRI las áreas cosechadas de palta se han mantenido casi congeladas hasta el año 2005, con un crecimiento promedio anual de apenas 5%, registrando un área de 11,7

mil hectáreas. En los siguientes años se activa dicho incremento y aumenta a tasas por encima del 10% promedio anual.

Sin embargo, en los años 2013, 2014 y 2015 las áreas cosechadas han aumentado en una mayor proporción. En el 2010 se registraba 17,8 mil hectáreas luego se elevó a 25,7 mil toneladas en el año 2013, equivalente a un 44,4% de incremento entre estos dos años.

Cuadro 1: Evolución de las áreas cosechadas de Palta (ha)

Años	Nacional	La Libertad	Lima	Ica	Junín	Ancash	Arequipa
2000	8680	676	1889	692	2873	246	171
2001	10266	1131	2669	702	3158	296	173
2002	10322	1141	2644	698	3247	298	175
2003	11163	1681	2786	692	3347	302	190
2004	11691	1678	2940	738	3634	302	198
2005	11690	1689	3103	768	3255	300	198
2006	12412	1715	3265	977	3249	324	196
2007	13603	1844	3465	1404	3354	305	252
2008	14370	2111	3502	1440	3514	305	293
2009	16292	2312	3811	1771	3958	620	319
2010	17750	2677	3973	1900	4050	642	374
2011	19339	3427	4279	2124	3916	677	413
2012	23642	4743	4348	2429	3946	2392	467
2013	25750	5776	4615	3043	3904	2452	576

Fuente: Direcciones Regionales de Agricultura, 2013.

De acuerdo a información proporcionada por las Direcciones Regionales de Agricultura (2013), actualmente los buenos precios de la palta, en particular la palta Hass, vienen siendo un incentivo a que los productores de las zonas interandinas estarían buscando incorporar tierras dedicadas a otros cultivos a la producción de palta y en muchos otros casos reorientando la producción de la variedad fuerte u otras variedades, hacia la variedad Hass, que es la que tiene una gran demanda especialmente en el

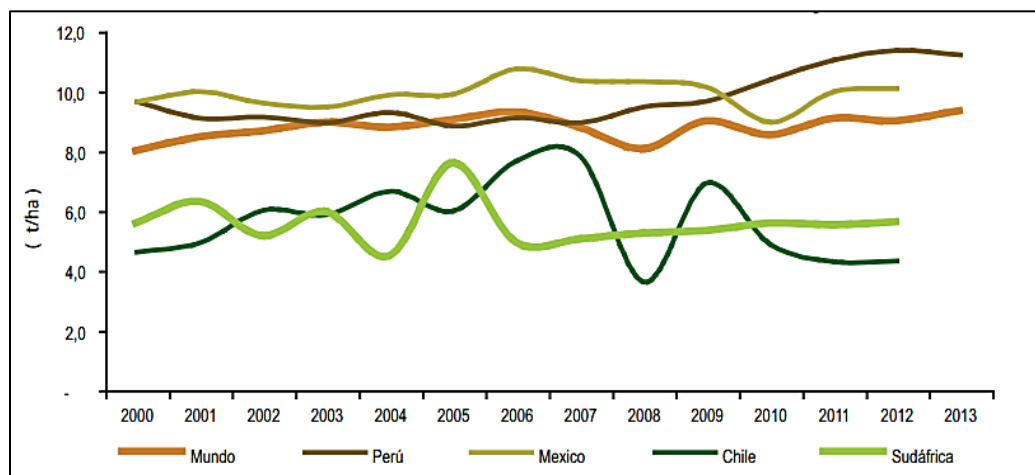
mercado internacional. Actualmente, según los cálculos de Pro Hass (2013), solo un 5% de la producción de palta Hass se origina de la sierra peruana, de ahí que se espera un incremento sustancial de este tipo de cultivo en esta región.

2.1.2.2. Rendimiento de la producción de palta en el Perú

El rendimiento de la producción de palta en el Perú muestra niveles que tienden a incrementarse paulatinamente, de haber registrado un volumen de 9,5 toneladas por hectárea en el año 2000, entre altibajos va subiendo su rendimiento y alcanza un volumen promedio de 11,2 toneladas por hectárea en el año 2013. Si relacionamos con el rendimiento promedio mundial, se puede apreciar que, éste último es menor que el rendimiento promedio del país.

De acuerdo con las cifras de la FAO, el rendimiento promedio mundial en el año 2012 fue de 9 toneladas por hectárea, cifra que viene a ser superior al promedio del rendimiento de dos proveedores que directa o indirectamente compiten con el Perú, estos son, Chile y Sudáfrica, que tienen un rendimiento promedio 4,3 y 5,6 toneladas por hectárea respectivamente.

Gráfico 3: Rendimiento Promedio de la Producción Mundial y Nacional



Fuente: FAOSTAT, 2014. MINAGRI-DGA/DEEIA, 2015.

Con relación al rendimiento de la producción de las regiones, se produce palta en la costa, en la sierra y en la ceja de selva del Perú, pero aproximadamente el 98% de dicha producción se encuentra concentrada en la costa peruana.

Tabla 1: Perú, Rendimiento de la Producción de Paltas (t/ha)

Años	Nacional	La Libertad	Lima	Ica	Junín	Ancash
2000	9.64	13.77	12.38	5.37	9.54	8.54
2001	9.1	11.28	10.93	4.65	8.47	9.42
2002	9.13	13.57	10.36	4.07	8.19	9.06
2003	8.96	10.37	10.61	4.13	8.13	8.67
2004	9.28	12.75	10.61	4.8	8.14	9.33
2005	8.85	12.88	10.73	5.82	5.99	10.15
2006	9.12	12.98	10.77	8.86	6.17	11.1
2007	8.95	13.19	10.91	8.82	5.26	13
2008	9.49	12.31	11.09	10.93	5.68	18.36
2009	9.66	12.7	11.44	10.85	6	12.46
2010	10.39	10.71	11.66	14.22	6.78	10.91
2011	11.05	15.29	10.71	14.51	8	10.06
2012	11.36	14.63	12.92	14.11	8.41	9.66
2013	11.22	12.93	13.02	12.96	8.84	10.69

Fuente: MINAGRI-DGPA/DEEIA, 2015.

A nivel de regiones, La Libertad es la región que ha alcanzado mayores niveles de rendimiento hasta el 2012, pero en el 2013 es la región Lima que alcanza un rendimiento promedio de 13 toneladas por hectárea, la misma que también es alcanzada por Ica y La Libertad, con menores cifras tenemos a la región Ancash y Junín.

2.1.3. Descripción morfológica y Eco geográfica de la palta

Es un árbol de hasta 20 m. de alto. Las plantas injertadas sin embargo son mucho más pequeñas. El tronco es corto de corteza parda y más o menos rugosa. La copa de árbol es muy frondosa. Las hojas son perennes y de inserción alterna mediante un peciolo de 2 a 5 cm, el haz de color verde intenso y lustroso y de color verde mate y glauco en el envés, donde se destaca la nervadura central. Las hojas son coriáceas, enteras, de borde liso, oblongas (cuando están maduras) o elíptico lanceolada y de color pardo (cuando son tiernas), el limbo mide de 8 a 20 cm de longitud (Mostacero y col., 2011)

Las flores son pequeñas de 5 a 6 mm., con perianto densamente pubescente, de tubo muy corto y 6 tépalos oblongos de medio centímetro, los 3 exteriores más cortos. Tienen 9 estambres fértiles de unos 4 mm., con filamentos pubescentes, organizados en 3 círculos concéntricos. El ovario es ovoide, de 1,5 mm., densamente pubescente, con estilo también pubescente de 2,5 mm terminado por un estigma discoidal algo dilatado. (Rengifo, 2014)

Las flores son verdosas, en panículas compactas y situados comúnmente en los extremos de las ramas terminales. Presenta muchas flores, sin embargo solo algunas de ellas formarán los frutos. Según Mostacero y col. (2011), el fruto se ha descrito como “baya gruesa de forma típicamente aperada”, pero en algunas variedades adoptan formas ovoides, e inclusive esférica. La variedad fuerte es la más cultivada alrededor del mundo por su elevada productividad y presenta injertos con polimorfismo en los frutos, que van de elíptica a aperada. El color del fruto, puede variar desde el verde al morado, la superficie externa del epicarpio también puede presentarse desde lisa hasta rugosa. La pulpa de fruto maduro, mesocarpio,

es blanda, grasa, y de color verde amarillenta. Contiene una sola semilla de gran tamaño, cubierta de un epispermo (tegumento) papiráceo y carece de endospermo.

2.1.4. Temporada de Cosecha

El área de producción de este cultivo abarca la mayoría de la costa central del País. El Perú produce principalmente dos tipos de paltas: Hass y Fuerte. La temporada de la palta fuerte empieza en Enero y termina en Marzo, mientras que la palta Hass se encuentra disponible desde Marzo hasta Junio. (UNIVEG, 2016)

Figura 2: Época de Cosecha



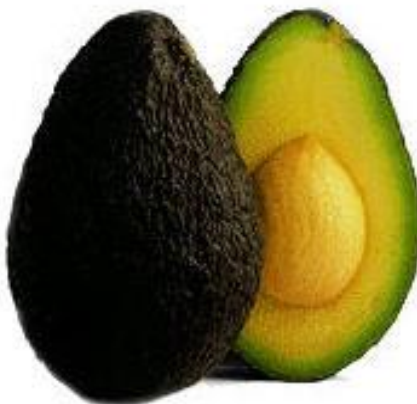
Fuente: Recuperado en <http://www.univeg.pe/es/palta.php>

2.1.5. Variedades de palta

Según lo citado por Rodríguez (2014) existen tres razas distintas que son: Mexicana, Guatemalteca y Antillana; dentro de las cuales la Mexicana es la que posee un mayor contenido de aceite, que varía entre un 18 a 26 % (Gardiazabal y Rosenberg, 1991). De la combinación de estas tres razas se desprenden alrededor de 500 variedades, la variedad que destaca es la palta hass por su calidad y contenido nutricional. En el mercado mundial las que presentan valor comercial son las siguientes:

Hass: Variedad lograda en California. Posee frutos de forma oval, con un peso alrededor de 200 a 300 gramos de excelente calidad, fácil de pelar, va tornándose de color púrpura conforme alcanza su punto de maduración. Su contenido de aceite fluctúa entre 18% y 22%. Posee una semilla pequeña. El árbol del cual proviene es muy sensible al frío y es de elevada productividad (MINAG, 2008).

Figura 3:Palta var. Hass



Fuente: Agrodata Perú, 2014

Fuerte: Presenta características intermedias entre la raza mexicana y Guatemalteca. Tiene una apariencia piriforme con un peso que bordea de los

300 a 400 gramos. Presenta un cascara de fácil desprendimiento aunque algo áspera al tacto. Los frutos tienen poca fibra y poseen una semilla de tamaño mediano. Su contenido de aceite varía entre 18% y 26% (MINAG, 2008).

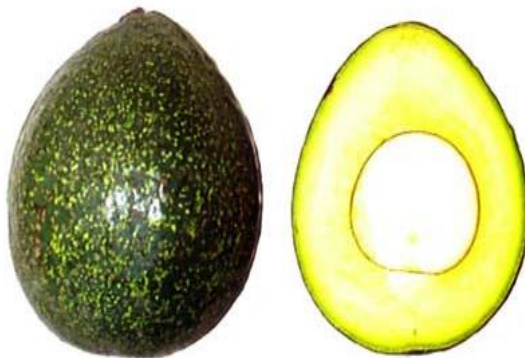
Figura 4: Palta var. Fuerte



Fuente: Agrodata Perú, 2014

Nabal: El fruto es redondo, tamaño mediano con un peso que oscila entre 450 a 550 gramos. La cáscara es ligeramente rugosa, gruesa y de color verde oscuro. Existe un cultivo con frutos de tamaño y peso ligeramente superior, atractivos para el mercado al que se denomina “Nabal Azul”. La fruta es de buena calidad y ocupa el tercer lugar en las preferencias de los mercados nacionales (MINAG, 2008).

Figura 5: Palta var. Nabal



Fuente: MINAGRI, 2014

Ettinger: Fruto de forma oval, alargada y tamaño mediano de cascara verde y fina. No tiene fibra y es de buena calidad. En Israel goza de buena acogida (MINAG, 2008).

Figura 6: Palta var. Ettinger



Fuente: MINAGRI, 2014

2.1.6. Valor nutricional

La palta, al igual que la leche, es un alimento muy completo, incluso se señala que posee un valor energético más alto que la banana y la carne (Pierce, 1959). De acuerdo a Wolstenholme (1986), el contenido energético de frutos de palto con un 17 por ciento de aceite es de $807,2 \text{ KJ } 100 \text{ g}^{-1}$, tres veces mayor al de la manzana ($262,8 \text{ KJ } 100 \text{ g}^{-1}$). En vista de su alto contenido energético y su mayor peso en comparación a una manzana, una relación hoja: fruta de 100:1 puede ser considerada como equivalente a una relación hoja: fruta de 15-20:1 en manzana.

Acusar al alto contenido de energía de la palta y, consecuentemente, una alta demanda de asimilados, como el origen de la gran caída de fruta es insatisfactorio, desde el punto de vista que más de un 96 por ciento de la fruta abscisiona antes que el mesocarpo alcance un contenido de aceite del 1

por ciento (Gardiazabal,2000). Una rápida acumulación de aceite no ocurre hasta cinco meses después de floración (Blumenfeld y Gazit, 1972).

La palta es la única fruta fresca que contiene entre un 14 y 22 por ciento de aceite, lo que otorga unas 300 a 400 calorías por cada 100 gramos de pulpa comestible, y los ácidos grasos que la constituyen en su mayoría son los denominados esenciales (Gardiazaba,1991). Otra característica que hace de la palta un fruto extremadamente nutritivo es el nivel de proteínas, que en relación a otros frutos es bastante alto ya que estos alcanzan como máximo un uno por ciento, en cambio en palta se puede alcanzar hasta un 2.4 por ciento de proteínas (Baile y Young. 1971), además, representa una fuente de vitaminas, principalmente A y B, y presenta alcoholes y azúcares poco usuales como perseitol y derito (Human,1987 ;Haeudeur,1965).

Tabla 2: Análisis Químico de la palta

Análisis químico	Palta
Proteínas	0.8% - 2.4%
Hidratos de carbono	2.9% - 12.2%
Minerales	0.5% - 1.7%
Vitaminas	
Vitamina A	370-879 UI/100 g aceite
Vitamina complejo B	
Riboflavina	0.08-0.16 mg/100 g aceite
Ac. Pantoténico	0.78-1.20 mg/100 g aceite
Ac. Fólico	0.02-0.1 mg/100 g aceite
Niacina	1.05-2.42 mg/100 g aceite
Vitamina C	4.3-13.0 mg/100 g aceite

Fuente: Valenzuela, 1986 y Human, 1987.

Debido a su elevado valor nutritivo, se han intentado numerosas formas de conservación, tales como pastas, las cuales una vez secas, pudieran lograr un polvo estable y aceptable. Sin embargo debido al alto contenido en lípidos no se ha logrado el producto deseado.

2.1.7. Composición Bioquímica

Según el autor Bergh (1992) reporta que el mesocarpo de la palta contiene alta proporción de ácidos grasos monoinsaturados, baja cantidad de ácidos grasos saturados y casi cero colesterol, y rico en vitamina E, vitamina B6, ácido ascórbico, β -caroteno magnesio y potasio. Asimismo, Ozdemir, F. y Topuz A. (2004) determinaron que los ácidos grasos insaturados están constituidos por el mono insaturado (oleico) en un 72%, encontrándose los ácidos poliinsaturados entre 11 y 15%; mientras los ácidos grasos saturados varían entre un 10 al 19 por ciento, dependiendo de la variedad y el estado de madurez del fruto; comparable al aceite de girasol, de maíz, de oliva, de soya y de maní.

Además de los componentes encontrados por la investigación de Bergh, Mostacero (2011) refieren que la pulpa del fruto contiene, además de las sustancias mencionadas, tiamina, ácido acético, ácido málico, almidón, glucosa, proteína, taninos, fitosteroles y hierro.

La composición bioquímica reportado por Conafrut (1997) y Nagalingam (1993), para la pulpa de palta se presenta en siguiente cuadro:

Tabla 3: Composición Bioquímica de la Palta HASS

Componentes	Palta Hass
Agua (%)	74.6
Grasa (%)	20.6
Proteínas (%)	1.8
Fibra (%)	1.4
Cenizas (%)	1.2
Ácido Ascórbico (mg)	11
Niacina (mg)	1.9
Vitamina B6 (mg)	0.62
Potasio (mg)	480
Fosforo (mg)	14
Magnesio (mg)	23

Fuente: Conafrut, 1997 y Nagalingam J.C. 1993.

2.1.8. Índice de madurez

El aguacate presenta durante el desarrollo del fruto, un incremento en el contenido de aceite y una disminución en su porcentaje de humedad, lo que es utilizado como índice de madurez, afectando su palatabilidad (Olaeta y Undurraga, 1995).

Al contrario de la mayoría de las frutas, el aguacate no alcanza la madurez en el árbol, sino alrededor de siete a dieciséis días después de ser cosechado dependiendo de la variedad Sin embargo, reportar la madurez comercial del aguacate es muy difícil debido a que el inicio de la maduración no está acompañado por cambios externos visibles. Ozdemir (2004) encontró que la cantidad de aceite y de materia seca aumentan en los frutos con el tiempo de maduración fisiológica, pero que estos cambios no se hacían muy

significativos durante el tiempo de maduración en post-cosecha (comercial) (Ministerio de salud, 1964; Jiménez y col., 2001).

Lee (1981) indica que existe una estrecha relación entre el incremento en el porcentaje de aceite y la disminución en el porcentaje de agua durante la maduración. Para cualquier fecha durante la maduración el porcentaje de aceite más el porcentaje de agua es necesariamente constante. Esto implica que la tasa de incremento en el porcentaje de aceite es la misma que la tasa de disminución en el porcentaje de agua durante el desarrollo de la fruta. Por lo tanto el porcentaje de aceite puede ser calculado en forma fácil sustrayendo el porcentaje de agua de la constante.

$$\% \text{ Aceite} = \text{Constante} - \% \text{ Humedad.}$$

Figura 7: Etapas de Madurez en Palta Hass



Fuente: Recuperado de <http://www.agrohass.com/tabla-de-color>

Pearson (1975) bosquejó una relación entre el porcentaje de aceite y humedad. Posteriormente, Swarts (1976) calculó el contenido de aceite determinando el porcentaje de humedad, restándolo de una constante propia de cada cultivar, las cuales son las siguientes:

Tabla 4: Constante para variedades de Paltas para determinar su contenido de aceite

Cultivar	Constante
Fuerte	89.8
Hass	87.8
Edranol	90.0
zutano	90.7

Fuente: Swarts, 1976.

Como lo señala Gaillard (1987) la particularidad de la palta es que a diferencia de la mayoría de los otros frutos, no puede alcanzar la fase climatérica, durante todo el tiempo que permanece en el árbol. Según Ibar (1986, citado por Esteban, 1993) esta característica puede ser ventajosa, al pensar que se puede acomodar la cosecha a las necesidades del mercado, pero también puede presentar problemas, tanto por una recolección temprana como por una demasiado tardía. Lo primero pudiera implicar la presencia de una fruta con bajo contenido de aceite, presencia de fibra o aspecto arrugado. Por otro lado, una cosecha tardía, involucra una corta vida comercial, un excesivo contenido de aceite y germinación de la semilla.

La determinación del momento óptimo de cosecha del fruto de aguacate es difícil, y por eso en algunos países se han determinado niveles mínimos de aceite que garanticen una buena aceptabilidad. Por ejemplo, para ‘Hass’, Estados Unidos exige un 8%, e Israel un 9%. Los lípidos constituyen entre un 50 a 75% de la materia seca del fruto de aguacate y entre 4 a 20% de la materia fresca.

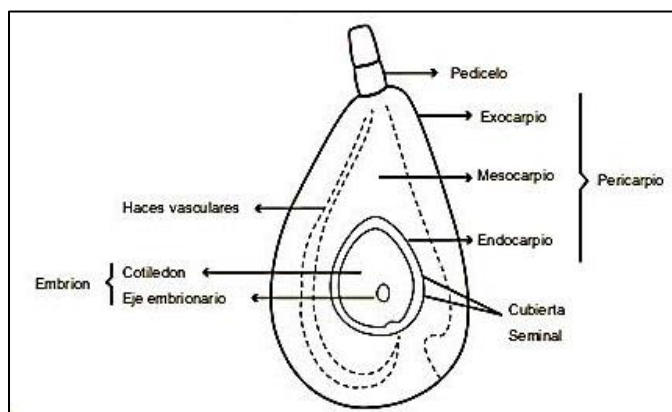
2.1.9. Contenido y distribución de aceite en la palta

La palta es una fruta con un alto contenido de aceite, entre un 14 a 22 % y los ácidos grasos que la constituyen, en su mayoría corresponden a los llamados esenciales (Esteban, 1993).

En el mesocarpio de aguacate (*Persea americana*) se encuentran células especializadas llamadas idioblastos, que en muchas plantas dicotiledóneas almacenan aceites, grasas, lípidos, terpenos, agliconas flavonoides, sesquiterpenlactonas y acetogeninas.

En el fruto se pueden distinguir: exocarpio, mesocarpio y endocarpio, que en su conjunto constituyen el pericarpio. Además, Baile y Young (1971), señalan que el mesocarpio corresponde a un tejido parenquimático homogéneo, siendo el principal constituyente de este tejido, el aceite, que se produce en células especializadas o idioblastos y que se distinguen por su gran tamaño y por sus paredes celulares lignificadas. Estas células, son poco numerosas y se encuentran repartidas en el parénquima del pericarpio (Cummings y Schroeder, 1942).

Figura 8: Composición del pericarpio



Fuente: Cumming y Schroeder, 1942

Dentro del mismo fruto del palto, la distribución del aceite no es homogénea, presentándose mayores concentraciones en el tejido ubicado hacia el punto de inserción con el pedúnculo, representando alrededor del

doble de la concentración de aceite (31.6%), con respecto al tejido ubicado cercano a la semilla (16.8%). El tejido pulposo que rodea a la semilla muestra una mayor cantidad en el extremo distal de la semilla y una menor cantidad en el extremo proximal, siendo este último el lugar donde se encuentra la menor cantidad de aceite de la fruta. Además, se pudo constatar que los puntos periféricos son más altos en contenido de aceite que los puntos interiores, estos datos apoyan la sugerencia que la distribución del aceite es establecida mientras la fruta está más o menos pequeña, habiéndose evidente el desarrollo y maduración.

La disponibilidad de los carbohidratos de reserva a lo largo de la temporada, es un elemento esencial que influencia la acumulación de aceite en los frutos de palto, y es lógico que así sea, puesto que la síntesis de aceite proviene del desdoblamiento de los materiales hidrocarbonados que almacena el árbol a diferentes órganos.

Las hojas son capaces de almacenar grandes cantidades de carbohidratos y minerales que se reciclan en los periodos de demanda. La concentración máxima de carbohidratos en estos órganos se registra entre fines de invierno y primavera. Luego, coincidiendo con el periodo de floración y cuaja de frutos, su concentración comienza a disminuir rápidamente hasta alcanzar el nivel mínimo en otoño. Una vez que el crecimiento vegetativo ha cesado las reservas de almidón reinician su acumulación en el árbol (Silva, 1995).

2.1.10. Aceite de Palta

La palta presenta durante su maduración un aumento en el contenido de aceite, el cual es usado como índice de madurez (Olaeta *et.al.*, 1986), alcanzando cada cultivar un nivel característico de aceite (Tabla 5).

Tabla 5: Porcentaje de aceite alcanzado en variedades de paltas cultivadas en Chile

Variedad	Porcentaje De Aceite
Hass	15.9%
Fuerte	23.0%
Edranol	16.2%
Bacon	14.6%
Sutano	13.9%
Negra de la cruz	19.3%

Fuente: Olaeta, Gardiozabal y Martínez, 1986.

Se han probado una serie de métodos para la extracción del aceite de frutos de palto, donde el objetivo primordial siempre ha sido el obtener el mayor rendimiento sin dañar su calidad. La extracción por solvente puede dar los mejores resultados, pero resulta demasiado costoso y peligroso de utilizar por su inflamabilidad; además, la remoción de todo el solvente desde el aceite es dificultoso y pequeñas trazas pueden ser detrimental para la calidad de dicho aceite.

En una investigación, Turatti *et.al.* (1985) comprobó que cuando la pulpa de palta es deshidratada y sujeta a presión hidráulica, se obtiene el aceite con el mayor porcentaje de materia insaponificable (4,9) y también de tocoferoles (6,92%). De esta fracción insaponificable, Joseph y Neeman (1982) aislaron compuestos polialcohólicos, sólo presentes en aceite de palta, importante en propiedades cosméticas, y concluyeron que por aislación de estos compuestos pueden detectarse adulteraciones en el aceite.

Por otro lado, en una investigación realizada por Bates (1970), al extraer el aceite de palta con temperatura, presenta como desventaja el rápido desarrollo de un sabor amargo, siendo varios los compuestos responsables, en tanto si presenta un mayor rendimiento en cuanto a la extracción. Los cultivares que poseen un mayor nivel de aceite como son Fuerte y Hass son en especial adecuados para la preparación de puré.

2.1.10.1. Exportación del aceite de Palta a nivel mundial

El aceite de palta es un producto con un alto potencial de exportación, donde los factores claves para el éxito de ventas son la oferta de un producto innovador, de calidad, contenido en un envase de diseño muy atractivo y presentados por una etiqueta capaz de ser al mismo tiempo informativa y sugerente.

Según un estudio de Pro-Chile realizado en el 2010 el Perú no es un productor importante de aceite de palta por lo que no viene a ser un competidor directo para productores ya consolidados como Nueva Zelanda, Chile o México, quienes tienen presencia en el mercado, desde hace muchos años. De acuerdo a los datos de ProChile, el país del Sur ha aumentado en 122% sus exportaciones de aceite de palta del 2005 al 2009. Por otro lado, México concentra el mayor porcentaje de sus exportaciones hacia los Estados Unidos y Francia (92%) y se ha visto afectado por la crisis desatada en el 2008. Así, sus exportaciones en el año 2009 disminuyeron en un 35.69%. Finalmente, el competidor más importante, Nueva Zelanda ha mostrado en los últimos años un gran crecimiento y cuenta con sólido posicionamiento en mercados como Japón y países de Europa como Alemania, Reino Unido, Austria y Suiza. (Rodríguez,2014)

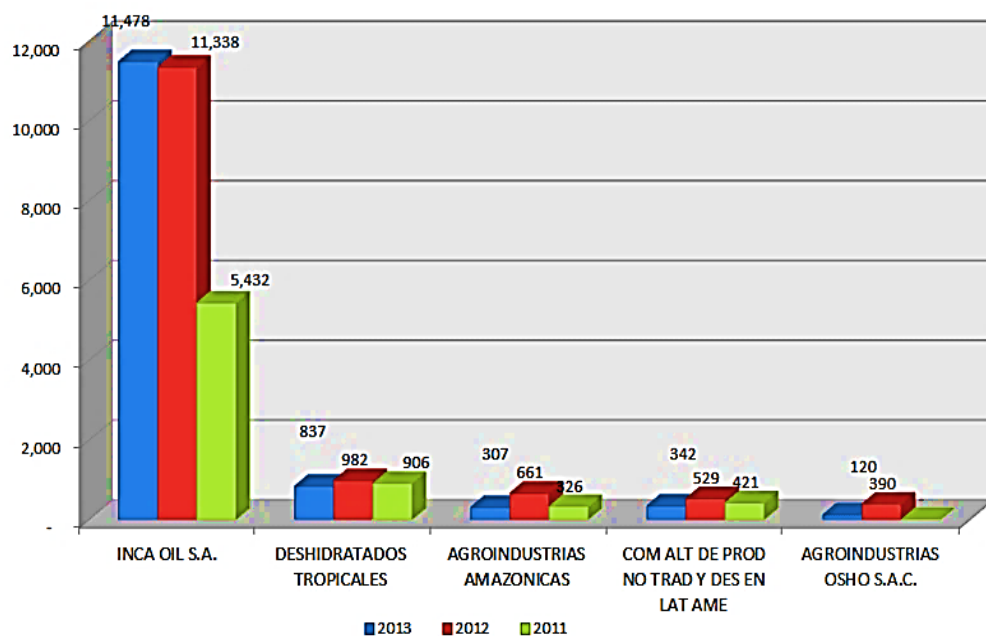
Nueva Zelanda es uno de los países que cuenta con la mayor oferta del producto, sus embarques en el año 2009, sumaron US\$ 1,56 millón, lo cual representó un incremento del 13,4% en comparación al año 2008, sorteando con éxito la crisis económica internacional.(Chile Alimentos,2010)

2.1.10.2. Exportación de aceites a nivel nacional

Las exportaciones de Grasas Vegetales en el 2013 suben 43% a los U\$ 13.9 millones. Destacan las exportaciones de Aceite de Jojoba con U\$ 11.8 millones, Aceite de Palta U\$ 832 mil, Aceite de Sacha Inchi U\$ 508 mil. Comienza a exportarse el Aceite de Castaña con U\$ 175 mil a un precio promedio de U\$ 11.04 kilo.

Alemania es el principal destino con U\$ 3.39 millones (28% del total), le siguen Japón U\$ 3.1 millones (22%), Francia U\$ 2.9 millones (21%) y USA U\$ 2.6 millones (19%), entre 23 Países. Destacan las ventas de Inca Oil S.A. con U\$ 11.5 millones (83% del total).

Gráfico 4: Exportación de Grasas Vegetales, FOB US\$ SOLES (2013-2011)



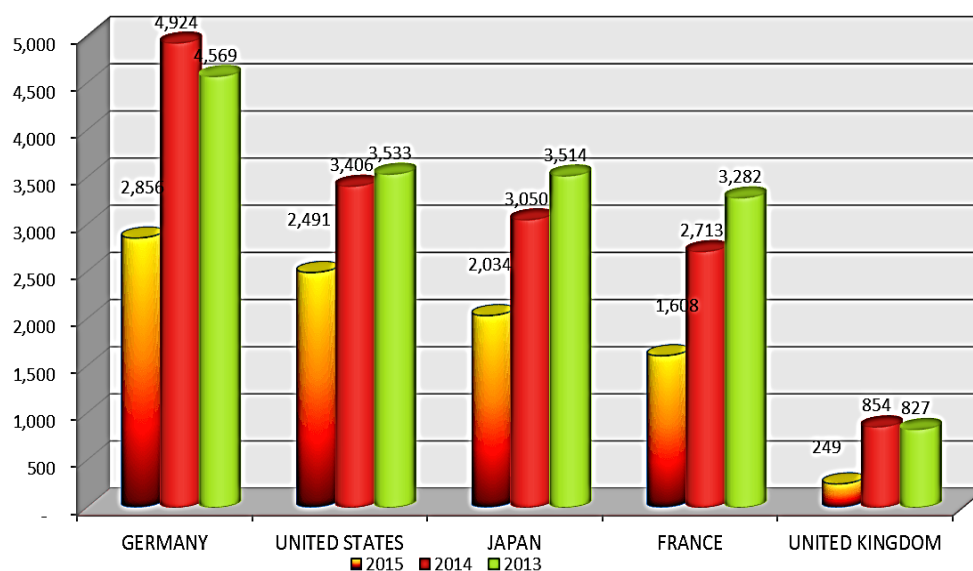
Fuente: AgroData, 2013

En el Perú La exportación de Grasas Vegetales en el 2015 asciende a U\$ 12.0 millones a un precio promedio de U\$ 15.52 kilo.

Destacan las exportaciones de Aceite de Jojoba con U\$ 8.0 millones a un precio de U\$ 17.33 kilo, Aceite de Palta U\$ 1.3 millones a un precio de U\$ 8.55 kilo, Aceite Sacha Inchi U\$ 1.6 millones a un precio de U\$ 17.24 kilo, siendo Alemania nuestro principal destino en el 2015 con U\$ 495 mil (70% del total). (Agrodata, 2015).

La exportaciones de grasas en el 2015 asciende a U\$ 10.6 millones. Destacan las exportaciones de Aceite de Jojoba con U\$ 7.7 millones a un precio de U\$ 17.38 kilo promedio, Aceite de Palta U\$ 1.2 millones a un precio de U\$ 8.55 kilo y Aceite de Sacha Inchi por U\$ 1.1 millones a un precio de U\$ 18.49 kilo promedio. Destacan las ventas de Inca Oil por U\$ 7.3 millones (69% del total), le sigue Deshidratados Tropicales con U\$ 1.2 millones (11%). A Alemania se exporta U\$ 2.9 millones (27% del total), le sigue USA con U\$ 2.5 millones (24%).

Gráfico 5: Exportación Grasas Vegetales, FOB US\$ MILES (2015-2013)



Fuente: Agrodata Perú, 2015.

2.1.10.3. Usos de aceite de palta

Tiene gran importancia en la industria cosmética ya que contiene un esteroil llamado phitosterol que posee las mismas habilidades de penetración que la lanolina. Esta particularidad es muy apropiada para la piel y cremas de masaje (Human, 1987; Valenzuela, 1986). La propiedad de penetración en la piel es la llave del éxito de este aceite como una ayuda natural y efectiva.

Además, la calidad del aceite es ideal para adicionar otras sustancias incapaces de penetrar por sí sola a la piel. También el aceite es utilizado en jabones de baño ya que ayuda a aumentar la espumosis y las cualidades de limpieza; siendo más fácil de emulsificar y su baja tensión superficial produce cremas y jabones suaves.

Según Rolfe (1975) citado por Human (1987), el rico contenido vitamínico del aceite de palta benefician la industria de la cosmética ya que la vitamina A ayuda a prevenir la sequedad de la piel y la vitamina E (tocoferol) junto a la D, son efectivas contra el envejecimiento de la piel. Debido a la abundancia de ácidos grasos insaturados, las proteínas fibrosas (cercanas al 4%) actúan como un humectante natural de la piel. Por último, el aceite de palta posee propiedades de bronceador, retardando el envejecimiento ocasionado por los rayos UV.

El aceite de palta tiene un color verde esmeralda, posee un sabor particular y suave aroma a palta fresca, lo cual lo convierte en ideal para ser utilizado en la preparación de elaboradas recetas, ya que resalta los sabores de los alimentos sin enmascararlos ni disfrazarlos. Se utiliza como aderezo para ensaladas y preparación de cremas y salsas. (Rodríguez, 2014)

2.1.10.4. Aceite de palta y aceite de oliva

El aceite de palta está libre de colesterol y grasas trans. Se caracteriza por tener un color verde brillante. Posee propiedades que le permiten reducir el colesterol dañino (LDL) aumentando los niveles del colesterol bueno (HDL). Su alto contenido de vitamina E, un antioxidante natural que posibilita el retraso del envejecimiento y ayuda a prevenir enfermedades cardiovasculares, el cáncer, el Alzheimer y la diabetes. (López, 2012)

El aceite de oliva posee ácidos grasos mono insaturados (predominando el ácido oleico) y sustancias antioxidantes. Se caracteriza por tener un color amarillo brillante. Tiene numerosas funciones biológicas que benefician el buen estado de salud, destacando que optimizan la adecuada fluidez de las membranas biológicas, protegen frente a los radicales libres y peróxidos (previenen la aterosclerosis y la artritis), disminuyen los niveles plasmáticos de LDL-colesterol e incrementa los de HDL-colesterol (disminuyendo el riesgo cardiovascular), mejora la hipertrigliceridemia que acompaña a la diabetes y puede reducir el riesgo de cáncer de pulmón y colo-rectal.

Tanto el aceite de palta extra virgen, al igual que el aceite de oliva, está catalogado dentro de la familia de aceites saludables. La tabla 6 muestra el comparativo entre la composición química de los aceites de palta y oliva.

Tabla 6: Comparación Técnica de aceites

RESULTADOS ANALÍTICOS	PALTA	OLIVA
color (clorofila) (ppm)	40-60	4-6
FFA (oleico, %)	0.08-0.17	0.15-0.25
PV (fresco, mEq/kg grasa)	0.10-0.20	1.0-02.0
Gravedad específica (25°C)	0.915-0.916	0.914-0.918
Valor de yodo	82-84	75-82
β - sito esterol (%)	0.45-1	0.1-0.2
vitamina E (mg/Kg)	130-200	100-150
α - tocoferol (mg/Kg)	130	100
B/ γ - Tocoferol	15	10
δ - Tocoferol	5	10

Fuente: Rodríguez, 2014. ANIAME, 2002.

Al tener características similares, el aceite de palta es un perfecto sustituto del aceite de oliva. Así lo demuestran los estudios realizados. “el aceite de palta posee una composición química muy similar al del aceite de oliva, aunque tiene niveles más altos de vitamina E, beta-sitosterol y clorofila, y niveles más bajos de escualeno y polifenoles, lo cual lo hace mucho más beneficioso para su consumo. Por su nivel de clorofila, el que oscila entre 40-60 ppm, algunos consideran como una desventaja frente al aceite de oliva cuyo contenido está entre 4–6 ppm. La clorofila es responsable del color verde esmeralda del aceite. Además, puede afectar negativamente la estabilidad del producto y producir la foto oxidación del aceite si se expone a la luz (ANIAME, 2002). También se emplea para cocinar y freír, destacándose en el salteado de verduras y mariscos y en el sellado de pescados y carnes, debido a su alto punto de humo, o temperatura a la que se puede calentar un aceites antes que pierda sus propiedades, (520°F/271°C) lo cual le permite conservar su calidad aun siendo sometido a altas temperaturas. (Valdebenito, 2009).

Su punto de quemado es superior al del aceite de oliva (el aceite de palta se quema a los 250°C y el de oliva a 180°C), lo cual impide liberar ácidos grasos dañinos. (Rodríguez, 2014)

2.1.11. Ácidos grasos en el aceite de Palta

La composición del aceite crudo de palta contiene alrededor de un 80-85% de ácidos grasos insaturados así como un importante nivel de materia saponificable (Tabla 7).

La propiedad de ser un fruto con un elevado nivel de aceite, junto a otras, como son su porcentaje de proteínas, hidratos de carbono, vitaminas y minerales (Tabla 3), le otorgan un gran valor nutritivo.

Además, posee propiedades notables sobre compuestos como el colesterol, beneficiando por tanto, la salud humana (Valenzuela; 1986; Human, 1987 y Grant, 1960).

A continuación se presenta la caracterización del aceite crudo de palta propuesto por Messrs, MC Lachlan y Lazar citado por Human (1987).

Tabla 7: Caracterización de ácidos grasos en el aceite crudo de Palta HASS

Ácidos Grasos	Porcentaje (%)
Ac. Palmítico	11.95
Ac. Palmitoleico	3.98
Ac. Esteárico	0.85
Ac. Oleico	70.54
Ac. Linoleico	9.45
Ac. Linolenico	0.87
Ac. Araquidónico	0.5
Ac. Behénico	0.61
Ac. Lignocérico	0.34
Ac. Elisonoico	0.39

Fuente: Análisis Privado Donado Por Messrs, Mc Lachlan Y Lazar (Pty) Ltd. Consulting Chemist Johannesburg (Citado Por Human, 1987).

2.1.12. Síntesis de los ácidos grasos

La síntesis de ácidos grasos de acetato ocurre en los cloroplastos u otras partículas con igual velocidad de sedimentación, y la ruptura de estas partículas, produce un alza en la síntesis de ácidos grasos en la fracción de citoplasma y mitocondria (Weaire y Zokwick, 1979).

La formación del aceite se relaciona con la hidrólisis de los elementos hidrocarbonados que pasan a acetato, para luego continuar con una síntesis de ácidos grasos. Esto hace lógicamente, que el incremento en el nivel de aceite se relacione con una disminución en la cantidad de azúcares o carbohidratos en la pulpa.

Durante el desarrollo de la fruta se sintetiza principalmente ácido oleico, seguidos por el ácido palmítico, palmitoleico, linoleico, en cambio el ácido linolénico permanece constante (Kikuta y Erickson, 1968).

En investigaciones realizadas por Stumpr y barker (1957) y Stumpr (1961), citados por Lehninger, 1976; observaron en mitocondrias extraídas de patatas, al incorporar acetato C-14 en presencia de ATP, Mn^{+2} y CoA, se sintetizaba ácido palmítico y oleico. Conjuntamente, Squires *et.al.* 1958, encontraron que un extracto soluble de mitocondrias podía formar ácidos grasos de cadena larga, a partir de acetato, si se agrega CO_2 , ATP y Mn^{+2} y CoA.

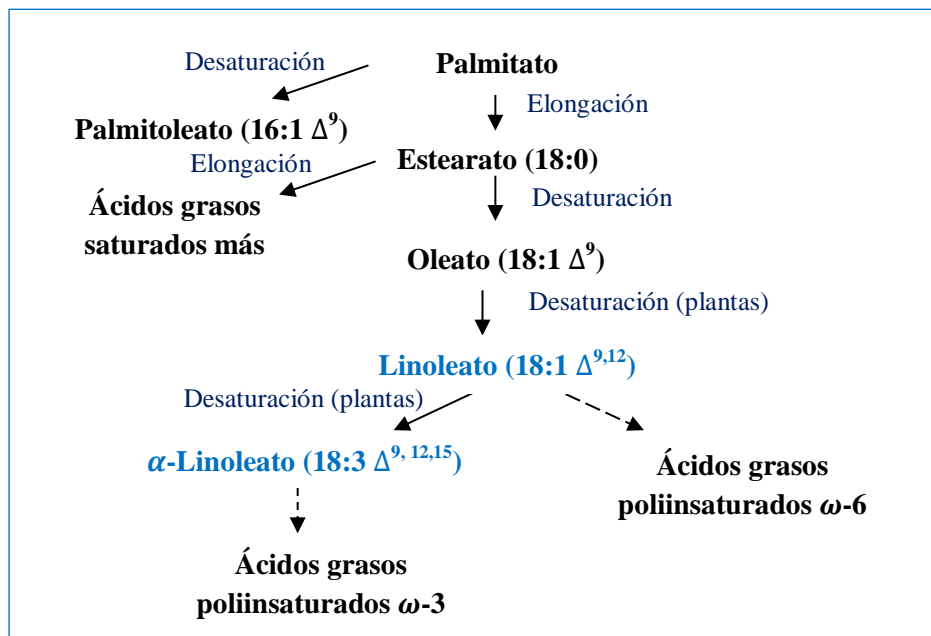
En cambio, Barron *et.al.*, reportaron en 1961, que si se abastece con malonil- CoA no es necesario la presencia de CO_2 , ATP y CoA para la síntesis de palmitato. El largo de la cadena de los ácidos grasos sintetizados por varios ácidos grasos sintetetasas, está en función de la concentración y actividad de una extensa variedad de sustratos, cofactores y enzimas.

Así, es improbable que la función de control del largo de la cadena de ácidos grasos puede ser atribuida a la actividad de una simple enzima. En muchos organismos, las acil-hidrolasas han sido propuestas como elementos de control en determinar el largo de la cadena de los ácidos grasos sintetizados. (Hang y Stumpf, 1971; citados por Conn y Stump en 1974; Flick y Bloch, 1974; Agradi -Libertini y Smith , 1976; citados por Leningher

,1976). Debido a que los principales ácidos grasos en la mayoría de los vegetales son los ácidos insaturados de 18 carbonos, se puede garantizar la biosíntesis de ácidos grasos por un determinado mecanismo. El predominio de estos ácidos grasos (oleico, linoleico y linolenico) es el resultado de una acción coordinada de una serie de sistemas enzimáticos, todos empleando A.C.P. como tioéster (Ohlrogge, Shine y Stumpf, 1978)

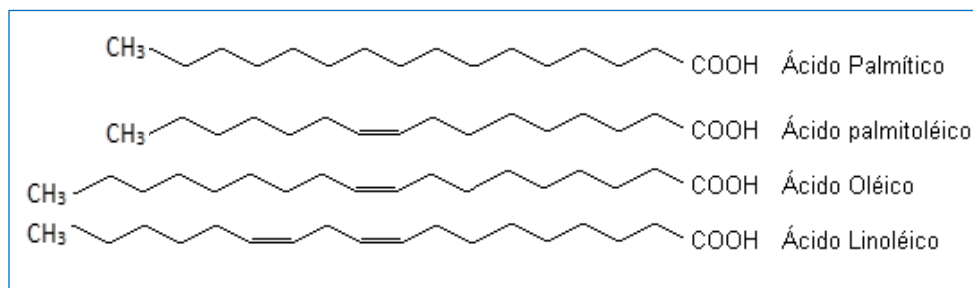
Así la síntesis de palmitoil-ACP de acetil-ACP y malonil-ACP, la conversión específica de Palmitoil-ACP a esteril-ACP por la Palmitoil-ACP elongasa a oleil-ACP por esteril-ACP-desaturasa y la hidrólisis específica de oleil-ACP a ácido oleico libre por la acil-ACP hidrolasa, garantiza la formación de ácido oleico. Es importante señalar que el ácido graso dominante en la aguacate es el oleico (70 a 80%), el cual se acumula en las células preferentemente bajo forma de triglicéridos (Ramos-Jerz, 2007). Además el contenido de aceite en el fruto está marcado también aparte de ácido oleico, por los ácidos grasos palmíticos, linoleico y palmitoleico. Siendo estos cuatro ácidos grasos que representan el 95% del total de los ácidos grasos de la fruta (Mazliak, 1965).

Figura 9: Síntesis de ácidos grasos



Fuente: Ramos-Jerz, 2007

Figura 10: Estructura química de los principales ácidos grasos mono insaturados y poliinsaturados (omegas 3, 6 y 9)



Fuente: Calvani M, Benatti P (2003) Polyunsaturated fatty acids (PUFA).
Sigma-Tou S.P.A. 43pp.

2.2. Tratamientos para la extracción de aceite de palta

Existen diferentes tecnologías utilizadas para la obtención del aceite de palta, algunas de ellas son: extracción por prensado en frío, aplicada comúnmente para la extracción de aceites de semillas ricas en aceite (presenta un rendimiento entre un 10 y 12% del total del contenido graso para la variedad Hass) y la extracción por solventes orgánicos, que permite recuperar hasta 60% del total del contenido graso, pero ambas presentan características de calidad diferentes. (Acosta, 2011)

Actualmente, se han explorado y experimentado diversos métodos de extracción del aceite, planteándose alcanzar altos rendimientos, sin trazas de contaminantes en el producto y conservando las propiedades de los ácidos grasos insaturados, de otros nutrientes y los metabolitos secundarios; así como llegar a ser amigables con el medio ambiente. Dentro de ellas se destaca otro tipo de extracción para el aceite como es la extracción por fluidos supercríticos, que ya viene siendo utilizada en la industria del café y la extracción de aceites esenciales. Este método presenta una elevada rapidez, y recuperación y calidad del aceite extraído. (Martínez, J., 2008)

Recientemente, Restrepo y col. (2012) han comprobado que la extracción por fluidos supercríticos es la técnica más adecuada para la producción de aceite de palta, que permitió alcanzar el máximo rendimiento (18,9%), el menor índice de acidez (0,48%), baja oxidación de los ácidos grasos insaturados (16,87 meq O₂/kg) y mayor índice de yodo (80,18 cg I₂/g).

Tabla 8: Pruebas de Calidad del aceite de aguacate extraído por diferentes métodos.

Indicador de calidad	Métodos de extracción		Limite permisivo máximo (aceite extra virgen)
	Soxhlet	Fluidos supercríticos	
índice de yodo (cg I ₂ /g)	77.85± 2.1	90.18 ±0.78	85-90
índice de peróxido (meq O ₂ /kg)	31.66 ±2.47	16.87± 1.15	Máx. 10
índice de acidez (% ácido oleico)	1.68± 0.14	0.48± 0.35	Máx. 1.5
índice de saponificación (mg KOH/g)	175.07± 2.98	226.18± 1.11	177-198
Gravedad específica g/ml	0.874± 0.05	0.915± 0.04	0.910 - 0.920

Fuente: Restrepo y col. comparación del aceite de aguacate variedad Hass cultivado en Colombia, obtenido mediante fluidos supercríticos. 2012.

En la presente investigación se realizara por los dos métodos de extracción antes mencionados, los cuales serán tanto en frio (Prensado) y caliente (Soxhlet) para obtener el mayor rendimiento y características de calidad deseadas para la industria.

2.2.1. Método en caliente

2.2.1.1.Soxhlet

Consiste en un método de extracción sólido- líquido, que se utiliza generalmente para aislar los componentes lipídicos de una muestra por medio de un solvente. Entre los equipos utilizados para

la extracción con disolventes es el Soxhlet, el cual es un equipo de extracción semicontinua, donde una de las fases, el sustrato, se agrega sola al principio mientras que el disolvente de extracción cumple un ciclo de extracción y purificación continua. La purificación se realiza en forma paralela por destilación del disolvente, de manera que el sustrato siempre está en contacto con el disolvente puro.

Se utiliza a escala de laboratorio pues a nivel industrial resulta costoso por el valor comercial de los disolventes y por el riesgo de explosión o incendio de muchos disolventes orgánicos volátiles. (Ortiz, 2008).

2.2.2. Método en frío

2.2.2.1.Liofilizado

La liofilización es un proceso de secado mediante sublimación. Se ha desarrollado con el fin de reducir las pérdidas de los compuestos responsables del sabor y el aroma en los alimentos, los cuales se pierden durante los procesos convencionales de secado. El proceso de liofilización consta principalmente de dos pasos; el primero consiste en congelar el producto y en el segundo paso el producto es secado por sublimación directa del hielo bajo presión reducida. (Orrego, 2008)

2.2.2.2.Prensado

El prensado es la separación de líquido de un sistema de dos fases (sólido – líquido), que no se puede bombear con facilidad, mediante la compresión en condiciones que permiten que el líquido escape al mismo tiempo que retiene el sólido entre las superficies de compresión. (Rosenthal *et.al.*, 1996). En el proceso las fases sólida y líquida se separan por presión, mientras que la separación final del

aceite de la fase acuosa y de otras sustancias, se hace por centrifugación o decantación.

2.3. Características de calidad del producto

Los métodos químicos mencionados a continuación son características de calidad en todos los aceites y las grasas. Para esto se debe determinar la cantidad equivalente de compuesto necesaria para reaccionar con los grupos funcionales de los aceites o de sus componentes.

- **Índice de Acidez.** Es una medida del contenido de ácidos grasos libres presentes en grasas y aceites. Este resultado es indispensable como prueba de pureza, ya que permite sacar conclusiones acerca del estado de la materia prima al igual que de las reacciones de degradación que se hayan podido producir a lo largo del tratamiento y almacenamiento del aceite. Metodológicamente este índice representa la cantidad en miligramos de hidroxilo de sodio o de potasio necesario para la neutralización de los ácidos grasos libres presentes en 1 gramo de grasa. Generalmente es expresado en porcentaje de ácidos grasos libres o en porcentaje del ácido graso más abundante en el aceite. El ácido graso teóricamente más abundante en el aceite de aguacate es el oleico. Por tal razón, este índice es expresado en función de este ácido graso (Fennema, 2000).
- **Índice de Refracción.** El índice de refracción de una sustancia es la relación entre la velocidad de la luz en el vacío y su velocidad en la sustancia en estudio. En los aceites, el índice de refracción se encuentra estrechamente relacionado a la densidad, masa molecular y constitución del aceite y sirve para identificarlo; también disminuye en forma casi lineal al aumentar el índice de yodo. El índice de refracción puede determinarse con un refractómetro, que abarca una zona de refracción más amplia. La temperatura del aceite y la longitud de onda de la luz influyen mucho en los valores obtenidos (Fennema, 2000).

- **Índice de Yodo.** Es una medida de las insaturaciones presentes en los Ácidos Grasos que conforman un TRIGLICÉRIDO. Los Ácidos Grasos no saturados son líquidos a temperatura ambiente. El Índice de yodo está relacionado con el punto de fusión o dureza y densidad de la materia grasa. Y se define como los gramos de halógeno calculados en yodo que pueden fijar bajo ciertas condiciones 100 gramos de grasa. (Fennema, 2000).
- **Índice de Peróxido.** El Índice de Peróxidos se expresa como los miliequivalentes de oxígeno activo presentes en 1000 g de aceite o grasa, y nos proporciona información sobre el grado de oxidación de un aceite. En las primeras etapas de la rancidez oxidativa se producen diversos peróxidos que modifican las propiedades sensoriales de la grasa, por lo que la prueba del índice de peróxido sólo es representativa en las primeras etapas de la oxidación de grasas. (Badui, 1988)
- **Densidad.** La densidad de las grasas sólidas o líquidas es bastante constante para los diferentes tipos de triglicéridos pero la diferencia es grande entre el estado sólido y líquido. Este cambio de volumen es el que se utiliza para determinar el contenido de sólidos en las grasas parcialmente fundidas. (Fennema, 2000).
- **Punto de Fusión.** El punto de fusión es el grado de temperatura bajo el cual los ácidos grasos de un aceite pasan del estado sólido al líquido. El punto de fusión de la grasa es más alto que la temperatura ambiente (45-50°C) mientras que de un aceite es menor que la temperatura ambiente (5-10°C). El punto de fusión disminuye si el ácido graso es insaturado debido a los dobles enlaces que poseen alta cantidad de energía por lo que no necesita energía para fusionarse. Los ácidos grasos TRANS tienen mayor punto de fusión que sus correspondientes CIS y los ácidos grasos con número par de carbono tiene mayor punto de fusión que su correspondiente ácido graso inmediato superior. (Badui, 1988)

III. MATERIALES Y METODOS

3.1.Lugar de ejecución

La investigación se realizó en el instituto de Investigación Tecnológica Agroindustrial y el Laboratorio de Composición De Productos Agroindustriales de la facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa, la misma que se encuentra ubicada en la avenida universitaria s/n – Bellamar, Provincia del Santa.

3.2.Materiales

Los materiales y equipos que se utilizaron en la investigación fueron:

3.2.1. Materia prima

Muestras de pulpa de palta variedad HASS de descarte.

3.2.2. Materiales de laboratorio

- ✓ Pipetas, placas Petri
- ✓ Matraces y fiolas
- ✓ Bureta, vasos precipitados
- ✓ Cocinilla eléctrica
- ✓ Frascos ámbar de 50 ml
- ✓ Bolsas de polietileno
- ✓ Papel filtro
- ✓ Papel Toalla
- ✓ Capilares
- ✓ Termómetros

3.2.3. Equipos

- ✓ Equipo: Extractor Soxhlet
Marca: FOSS
Modelo: Soxtec TM 2043
- ✓ Equipo: Balanza Analítica
Marca: PRECISA
Modelo: LX 320 SGS
- ✓ Equipo: Rancimat

Marca: METHROM

Modelo: 743 Ω

✓ Equipo: Prensa o Expeler

Marca: JARCON

Modelo: Pat 100X

✓ Equipo: Liofilizador

Marca: LABCONCO

Modelo: 7934044

✓ Equipo: Centrifuga Refrigerada

Marca: SIGMA

Modelo: 4-16KS

✓ Equipo: Refractómetro automático

Marca: RUDOLPH RESEARCH

Modelo: J157

✓ Multiparametro

Marca: THERMO SCIENTIFIC

Modelo: Orión 080017

✓ Cromatografo de Gases

Marca: SHIMADZU

Modelo: GC-2010

3.2.4. Reactivos

✓ Éter de petróleo

✓ Tetracloruro de Carbono

✓ Cloroformo

✓ Ioduro de potasio

✓ Tiosulfato de sodio

✓ Ácido acético glacial

✓ Almidón soluble al 1%

✓ Etanol

✓ Fenolftaleína al 1% en solución etanolica

✓ Hidróxido de potasio

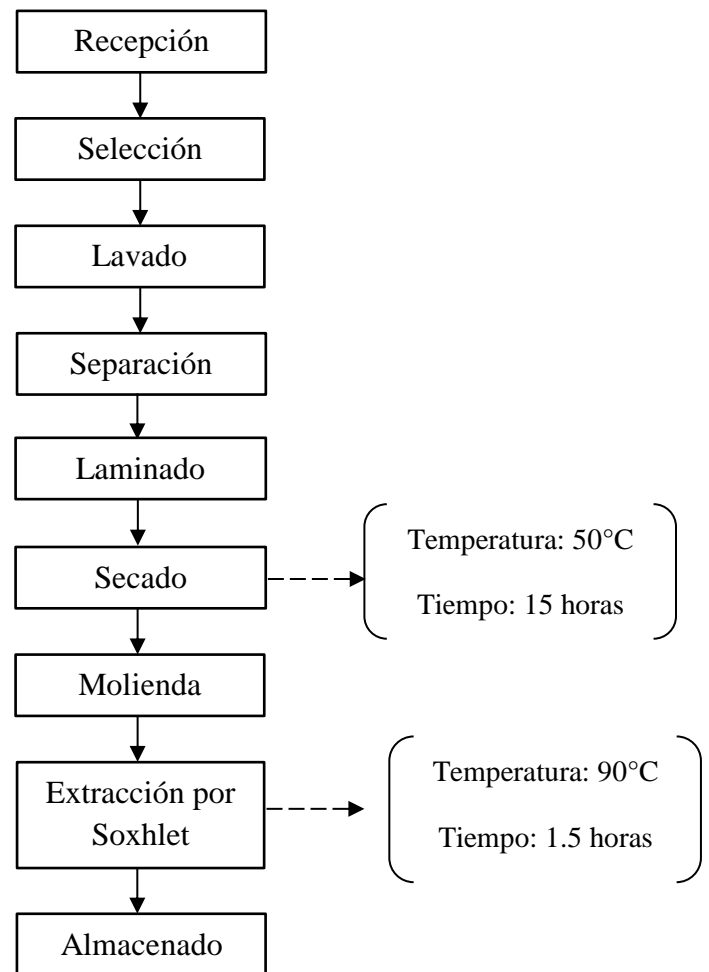
✓ Solución de Wijs

3.3. Metodología de la Investigación

3.3.1. Extracción por Solventes Orgánicos

Se realizó la extracción de lixiviación en caliente con el equipo extractor de grasa y aceites (Soxhlet), completando las 3 etapas de la extracción; ebullición, enjuague y recuperación del solvente o lavado. Las muestras son de aceite de palta (fase inmóvil), para dicha extracción se utilizó éter de petróleo como solvente (fase móvil).

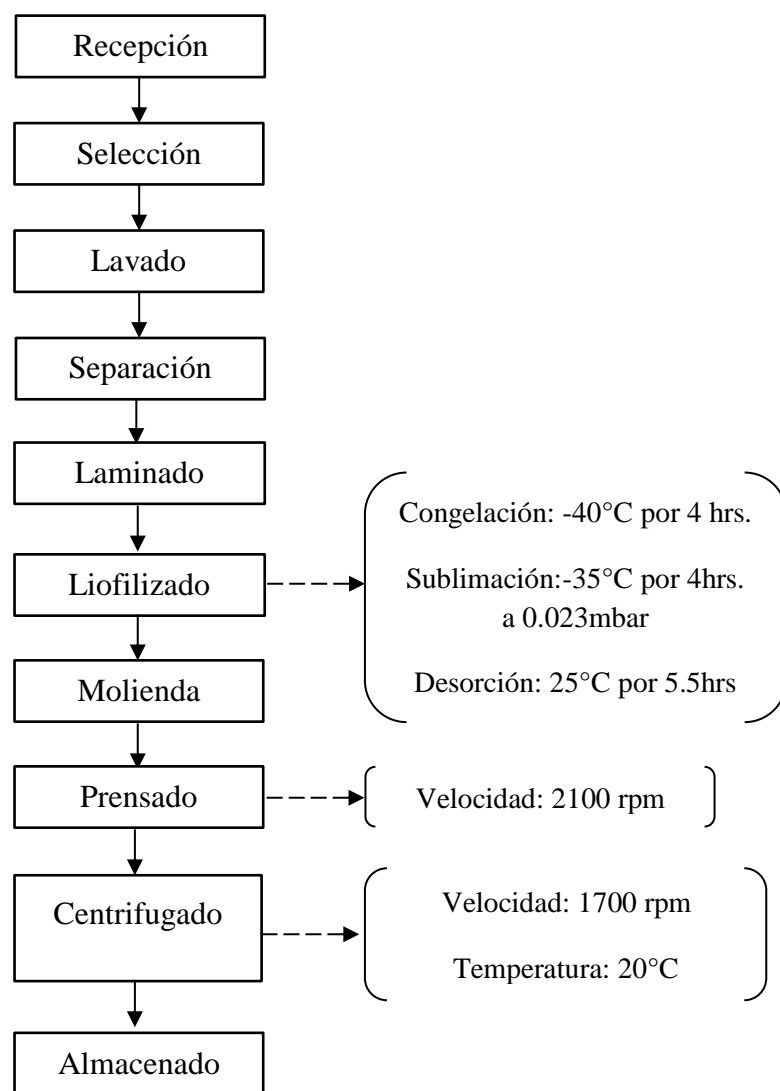
❖ Diagrama de flujo



3.3.2. Extracción por prensado en frío

Se puso en funcionamiento el tornillo prensa en donde su grado de ajuste fue 1/8 y su velocidad fue de 35 Hertz ó 2100 rpm. Luego se introduce un lote de materia seca molida por la tolva, hasta alcanzar una temperatura de 37°C.

❖ **Diagrama de flujo**



3.4. Métodos de análisis

3.4.1. Análisis fisicoquímicos en Pulpa de Palta

La caracterización fisicoquímica se realizó para el estado de madurez E-M3 (maduro). Se realizaron pruebas de %humedad, pH, % Acidez, °Brix, Proteína, Cenizas, Índice de Madurez y Extracto etéreo

3.4.1.1.Método para determinación de cenizas

Se pesó al 2-5 g muestra en una cápsula y se pre calcinó previamente la muestra, evitando que se inflame, luego se colocó en la mufla e incinero a 550 °C por 8 horas, hasta cenizas blancas o grisáceas. Pre enfriar en la mufla apagada, dejar enfriar en desecador y pesar. (A.O.A.C. 923:03, 2005)

3.4.1.2.Método para determinación de proteínas

Se determinó directamente por medio de un equipo Kjeldahl basado en el método UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 (ISO, 2016).

3.4.1.3.Método para determinación de humedad

El contenido de humedad se determinó por el método gravimétrico, con el cual se midió el porcentaje de humedad de la palta fresca. Se pesó aproximadamente entre 45 y 60 gramos y se colocó en una estufa hasta peso constante (aproximadamente 70 °C por 72 horas) (Horwitz, *et. al.*, 1970).

3.4.1.4.Método para determinación de extracto etéreo

Se determinó directamente por medio de un equipo Soxhlet basado en el método A.O.A.C 940.28. Ed. 18(AOAC, 2005)

3.4.1.5.Método para determinar el contenido de aceite

Se realizó extracción lipídica a una muestra pulverizada de 10 gramos obtenida de la pulpa deshidratada, donde se determinó el contenido de humedad. El método de extracción ocupado fue Soxhlet, que es el método oficial de determinación de aceites vegetales en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

El método utiliza como solvente éter de petróleo (60 a 80 °C) durante 6 horas de calentamiento a reflujo (Lee, 1981; Swarts, 1976).

Para el cálculo del contenido de aceite, en base al peso fresco del fruto, se usó la siguiente fórmula (Lee, 1981; Swarts, 1976):

$$\%Aceite P.F. = \frac{EE \times (100 - \%Humedad)}{gr. materia seca}$$

Dónde:

% Aceite P.F. = Porcentaje de aceite del fruto en base peso fresco.

EE = Peso del aceite extraído de la muestra deshidratada (Extracto etéreo).

Porcentaje de humedad = Porcentaje de humedad de la pulpa.

Gramos de materia seca = Gramos de pulpa seca a la que se le extrae el aceite.

3.4.1.6. Método para determinar los sólidos solubles

Los sólidos solubles (°Brix) se determinaron midiendo el índice de refracción a 20°C de las muestras de aguacate en un refractómetro automático (NTC 4624). (ICONTEC, 1999)

3.4.1.7. Método para Determinar el Índice de Madurez

El índice de madurez se determinó para cada condición como la relación existente entre los sólidos solubles y la acidez (Rodríguez *et.al.*, 2005) a través de la siguiente ecuación:

$$Indice\ de\ madurez = \frac{^{\circ}Brix}{\%Acidez}$$

3.4.1.8. Método para determinar la Acidez Titulable y pH

Para la acidez, se peso 10 gr de pulpa de palta y 50 ml de agua destilada. Ésta fue determinada mediante una titulación con

NaOH 0,1 N. El pH se midió con un multiparametro marca Thermoscientific, en forma directa sobre una solución homogénea de 20 gr. de pulpa de palta, bien molida y en 100 ml de agua destilada. (NTC 4623). (ICONTEC, 1999)

3.4.2. Análisis fisicoquímicos en el Aceite de Palta

3.4.2.1. Método del picnómetro para determinar la densidad

Se pesó el picnómetro limpio y seco. Se llenó el picnómetro con la muestra de aceite hasta un poco más arriba del cuello del mismo. Se colocó la tapa y se limpió en caso de haber rebalsado o derramado sobre el picnómetro y se pesó en una balanza analítica. (Hart & Fisher, 1984) .Para el cálculo se empleó la siguiente formula:

$$Grav. Especifica = \frac{W_3 - W_1}{W_2 - W_1}$$

Siendo:

W1 = Peso del picnómetro en gramos limpio y seco

W2 = Peso del picnómetro en gramos conteniendo agua destilada a una temperatura (20°C).

W3 = Peso del picnómetro en gramos conteniendo el aceite a una temperatura (20°C).

3.4.2.2. Método para determinar el Índice de Peróxidos (Rancidez)

Se aplicó el método basado en la Norma INEN 277: 1978 – 02 y se calcula mediante la aplicación de la siguiente formula:

$$IP = \frac{vN}{m} \times 1000$$

Siendo:

IP = índice de peróxidos en meq. De O₂ por kg del producto

v = volumen de la solución de tiosulfato de sodio empleado en la titulación de la muestra en cm³. Corregido del blanco

N = normalidad de la solución del tiosulfato de sodio

m = masa de la muestra analizada, en g.

3.4.2.3. Método para determinar el índice de Yodo

Se pesó entre 0.25 - 0.30 gr. de muestra y se añadió 20 ml. de tetracloruro y 25 ml. de reactivo de Wijs. Se dejó en reposo de 30" en un lugar oscuro. Luego se añadió 20 ml de solución de ioduro de potasio el 15 % y 100 ml. de agua destilada, y agitar. Se tituló con solución de Tiosulfato de Sodio 0.1 N empleando Almidón como indicador, hasta conseguir la desaparición del color azul. Simultáneamente se hace la prueba en blanco (Jacobe, 1958). Para el cálculo se empleó la siguiente formula:

$$II = \frac{(B - M) \times N \times 12.69}{W}$$

Siendo:

II = índice de iodo

M = ml. de la solución gastada de tiosulfato en la muestra.

B = ml. de la solución gastada de tiosulfato en el blanco.

N = Normalidad de la solución de tiosulfato.

W = Gramos de muestra de aceite empleada.

3.4.2.4. Método para determinar el índice de refracción

Se aplicó el método de la Norma INEN 42:1973. Para obtener este valor se lee directamente utilizando el equipo de refractómetro automático.

3.4.2.5. Colorimetría

La medición del color se realizó con un colorímetro marca Minolta modelo CR - 200, que trabaja con el sistema Hunter de notación L*, a*, b*. (James, 1995).

En este ensayo el color se midió tres repeticiones por tratamiento.

3.4.2.6. Método para determinar el punto de fusión

Se aplicó el método basado en la Norma INEN 474:1980-09 y es el método del capilar cerrado.

3.4.2.7. Método para determinar el rendimiento

Con el porcentaje de aceite teórico (B.S) y con los gramos de aguacate en BS utilizados para la extracción, se determinó los gramos de aceite teórico en BS, empleando la ecuación:

$$g \text{ aceite teórico} = \frac{\% \text{ aceite teórico en B.S} \times g \text{ pulpa tratada B.S.}}{100\%}$$

Finalmente, se determinó el rendimiento de la extracción, pesando el aceite obtenido y comparándolo con el teórico, empleando la ecuación:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{g \text{ aceite obtenido}}{g \text{ aceite teorico}} \times 100$$

3.4.2.8. Método para determinar la vida útil- RANCIMAT

La determinación de vida útil de aceites y grasas es la aplicación más común del Rancimat marca METHROM. Se pesó un tamaño de muestra de $3,0 \pm 0,2$ gramos. Se colocó cuidadosamente la muestra directamente en el fondo del tubo de reacción. En los estudios todas las determinaciones se hicieron a 140°C , 160°C y 180°C a un flujo de aire de 15 L/h. Se estimó la vida útil mediante el método de extrapolación a temperaturas usuales de almacenamiento

(20, 25 y 30 °C), estableciendo una relación matemática entre los valores del tiempo de inducción y la temperatura.

$$t_{vida\ útil} = A \times e^{BT}$$

3.4.2.9. Método para determinar el perfil de ácidos grasos

El análisis de las muestras de aceites esenciales se llevó a cabo por cromatografía de gases en un cromatografo SHIMADZU GC-2010, equipado con un detector de ionización por llama y un auto inyector AOC-20I utilizando helio como gas de arrastre. Se tomaron muestras de 0.025 g que se disolvieron en 1,5 mL de hidróxido de sodio 0.5 N, se cubrieron con nitrógeno y se colocaron en baño maría por 5 minutos a 100°C. Se añadieron 2 ml de BF₃ al 12%, se cubrieron con nitrógeno y se colocaron en baño maría por 30 minutos a 100°C, terminado el tiempo se añadió 5ml de NaCl_{sat.} y 1ml de isoctano, agitar fuertemente. Finalmente se cubre con nitrógeno y los viales fueron inyectados en el equipo, para cuantificar el contenido de ácidos grasos. La temperatura de la columna fue de 100°C y una velocidad de 1.20 mL/min, el gas de arrastre utilizado fue helio con un flujo constante de 124 mL/min y una temperatura de 225°C y presión de 261.5 Kpa. La temperatura del detector de masas fue de 300 °C. la temperatura del detector fue de 250°C.

3.5.DISEÑO EXPERIMENTAL

3.5.1. Descripción del proceso para la obtención de aceite de Palta por método en caliente

- ❖ **Recepción.-** Se verifica que las paltas de descarte estén maduras. Almacenar en una cámara de congelación en el laboratorio de Tecnología y fisiología post-cosecha con adecuada aireación asegurándose que se mantengan con un nivel adecuado de temperatura (5-6°C) y humedad (50 – 60 %) para evitar su deterioro.

Figura 11: Recepción de Materia Prima (Palta Hass)



- ❖ **Selección.-** Seleccionar los frutos retirando las impurezas.

Figura 12: Selección de Materia Prima



- ❖ **Lavado y Desinfección.-** Se sumergió el fruto en una solución de hipoclorito de sodio al 0.2% por 10 minutos.

Figura 13: Lavado y Desinfectado



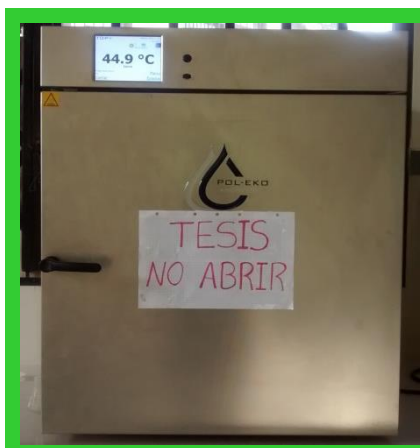
- ❖ **Separación y Laminado.-** Se retiró cascara y semilla del mesocarpio, para posteriormente cortarlo en láminas de 0.5 cm de espesor.

Figura 14: Laminado de la Pulpa de Palta



- ❖ **Secado por Estufa.-** Colocar en una estufa con aireación y secar el fruto a 50 °C por 15 horas.

Figura 15: Secado de la Pulpa de Palta



- ❖ **Molienda.-** Colocar las muestra en un mortero y moler hasta que queden partículas pequeñas. Envasarlas en bolsas de polietileno de alta densidad hasta su extracción.

Figura 16: Pulpa de Palta seca molida.



- ❖ **Extracción del aceite.-** Colocar la muestra de pulpa seca en bolsas de papel filtro y luego en un recipiente con éter de petróleo. Colocar en el equipo Soxhlet para luego proceder a recuperar el solvente.

Figura 17: Extractor de Aceites y Grasas



- ❖ **Almacenamiento.-** colocar en un frasco ámbar, seco y limpio; almacenar a temperatura de refrigeración.

3.5.2. Descripción del proceso para la obtención de aceite de Palta por método en frío

- ❖ **Recepción.**- Se verifica que las paltas de descarte estén maduras. Almacenar en una cámara de congelación en el laboratorio de Tecnología y fisiología post-cosecha con adecuada aireación asegurándose que se mantengan con un nivel adecuado de temperatura (5-6°C) y humedad (50 – 60 %) para evitar su deterioro.
- ❖ **Selección.**- Seleccionar los frutos retirando las impurezas.
- ❖ **Lavado.**- Se sumergió el fruto en una solución de hipoclorito de sodio al 0.2% por 10 minutos.
- ❖ **Separación y troceado.**- Se retiró cascara y semilla del mesocarpio, para posteriormente cortarlo en láminas de 0.5 cm de espesor.

Figura 18: Laminado de Pulpa de palta



- ❖ **Secado por Liofilización.**- Se ubicó las muestras en los manifolds del liofilizador. Los recipientes con el aguacate se sometieron a congelación a una temperatura de -40 °C por 4 horas, la desorción primaria fue a -35°C por 4 horas a la presión de 0.023 mbar, y la desorción secundaria fue a 25°C por 5.5 horas transcurrido este periodo se obtuvo el aguacate deshidratado.

Figura 19: Liofilizador



- ❖ **Molienda.**- Colocar las muestra en un mortero y moler hasta que queden partículas pequeñas. Envasarlas en bolsas de polietileno de alta densidad hasta su extracción.

Figura 20: Pulpa de Palta liofilizada Molida



- ❖ **Extracción del aceite.**- Colocar la muestra de pulpa deshidratada molida en la prensa o expeler para su extracción.

Figura 21: Prensa Expeler



- ❖ **Centrifugado.-** Colocar el aceite en tubos de centrifuga para centrifugar a 1700 rpm a 20°C por 15 minutos.



- ❖ **Almacenamiento.-** Colocar en un frasco ámbar, seco y limpio y almacenar a temperatura de refrigeración.

3.5.3. Diseño Estadístico

Se utilizó el programa estadístico Statgraphics XVI plus, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para establecer si existía o no diferencia significativa entre las medias.

El diseño estadístico que se empleó para evaluar la obtención y características fisicoquímicas del aceite de palta var.Hass fue la metodología del Diseño completamente al azar (DCA) con un solo factor categórico sin bloques, cuyo Modelo Aditivo Lineal (MAL) se presenta de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = La j-ésima observación del i-ésimo tratamiento

μ =la media poblacional

τ_i =efecto del i-ésimo tratamiento sobre la j-ésima observación

ε_{ij} = Efecto del error experimental

La respuesta experimental fue el porcentaje de rendimiento de extracción del aceite de palta y sus características de calidad. Se realizaron como mínimo 3 repeticiones a un nivel de Confianza de 95%, con el fin de evaluar la significancia entre los métodos.

Tabla 9: Modelo del Diseño Experimental

Tratamientos	Rep. 1	Rep. 2	Rep. 3	y_i
Método en Caliente				
Método en Frio				
				$y \dots$

El tratamiento es el resultado de aplicar los niveles a un factor. El factor es un ingrediente que interviene en un tratamiento, mientras que un nivel es cada una de las categorías del factor. Para este caso específico el factor y niveles a considerar serán:

Tabla 10: Factor y niveles del diseño experimental

Factor	Niveles
A: Método de Extracción	A1: Método en Caliente
	A2: Método en Frio

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Análisis de los resultados

4.1.1. Análisis físico-químico del fruto de palta Hass

El número de paltas var. Hass utilizadas en la presente investigación fueron 50.

Tabla 9: Características Físicas de la fruta Húmeda

% Humedad	77.188 ±0.509
Longitud (cm)	6.948±0.586
Diámetro (cm)	4.945±0.535
Peso (g)	79.483±11.548
Color	
L*	25.247±0.586
a*	0.157±0.178
b*	6.413±0.431

En la Tabla 9, se presentan las características físicas de la palta Hass, un porcentaje de humedad de 77.188 ± 0.509 %, una longitud de 6.948 ± 0.586 cm, un diámetro de 4.945 ± 0.535 cm y un peso de 79.483 ± 11.548 . En la tabla A.3.1 (Anexo 3) se muestra que los frutos tienen pesos que van desde 61.72 a 112.01 g, con un peso promedio de $79.483 \text{ g} \pm 11.548$. Estos datos son diferentes a los presentados por Serpa *et.al.* (2014) y Jaque (2005) los cuales utilizaron materias primas adquiridas en supermercados con pesos que varían entre 140 g a 220 g para calibres pequeños y grandes.

Según AFEX-PERU, los calibres exportados de palta HASS son los números 12 -16-18 y 20 es decir pesos que van desde 184g a 371 g. En esta investigación se utilizaron paltas Hass tipo descarte los cuales no cumplen con los requisitos necesarios para la exportación, sin embargo el CODEX (CODEX STAN, 1994) presenta un tipo de calibre 32 para pesos que varían entre 80- 123g y calibre 34 para paltas con pesos menores de 80 g, deduciendo que las paltas utilizadas pertenecen a este tipo de calibres.

En cuanto al color en la cáscara del fruto, los parámetros L*, a* y b* muestran valores de 25.247, 0.157 y 6.413 respectivamente. El valor presentado por a* muestra tendencia al color verde oscuro mientras que el valor de b* muestra tendencia al color azul. Este resultado de color es el más común pues el exocarpio va sufriendo modificaciones de color, la desaparición de la pigmentación verde es consecuencia de la degradación de la clorofila, que va asociada a la síntesis o al desenmascaramiento de otros pigmentos. Los cambios de color o desaparición del color verde constituyen un buen indicativo no destructivo del grado de madurez para muchos frutos, incluyendo la palta Hass. (Correa *et.al.*, 1991)

Tabla 11: Análisis químico de la palta var. HASS

Análisis químico	
% Humedad	77.188 ±0.51
% Cenizas	1.760 ± 0.53
% extracto etéreo	18.508 ± 4.64
% proteína	6.82 ± 0.00
% carbohidratos	4.276±0.00
Totales	
pH	6.783 ± 0.02
°Brix	7.8± 0.00
Índice de Madurez	69.250± 1.44
% Acidez titulable (ácido tartárico)	0.114 ± 0.05

En la Tabla 11 se muestra el porcentaje de humedad realizado a la pulpa de palta Hass, donde el resultado es del 77.188 ±0.509 %; similar al reportado por Ortega (2003) el cual determino la humedad de la misma variedad resultando el 75 %. En las tablas peruanas de composición de alimentos, se reporta un contenido humedad de 79,2 g por cada 100 g de pulpa de palta (INS, 2009) y en otra investigación se reporta un contenido de 68,69 ±

1,47% (Serpa *et.al.*, 2014). Estas diferencias de humedad puede explicarse a que las muestras analizadas se encontraban maduras en estadio 3, y por lo general el grado de madurez de esta fruta tiene una relación directa con la acumulación de aceite y contenido de materia seca de la pulpa (Lee *et al.*, 1983; Lewis, 1978) y una relación inversa o indirecta con el contenido de agua del mesocarpo (Calabrese, 1992; Martínez, 1984).

En 1975, Slater reporta para el cultivar Hass los siguientes valores: aceite 19,5%, agua 70%, proteína 2,39% azúcares 4,1% y cenizas 1,64%. En el 2003 Ortega presenta la composición de la pulpa de palta: humedad (75 %), proteína (1,7%), extracto etéreo (15,4%), carbohidratos (4,4 %) y fibra (1,6%) y Serpa *et.al.* en el 2014 presenta los valores de humedad de $68,69 \pm 1,47\%$; cenizas $2,15 \pm 0,76 \%$; extracto etéreo $21,62 \pm 2,52\%$ y proteína $3,66 \pm 0,19 \%$, los valores citados anteriormente son cercanos a los presentados en la tabla 11 en cuanto a proteínas, cenizas y extracto etéreo. Según Santana (2013) la variedad Hass alcanza en la pulpa niveles de hasta 25% de aceite, con valores promedios de 15-19%, lo que permite lograr rendimientos de alrededor de 10% de la fruta fresca.

El alto contenido de proteínas coloca a la palta entre las frutas de más elevado rango. Estudios de Jaffe y Gross (1923), citados por Biale y Young (1971), en 68 variedades, indican valores extremos de 0,86 % a 4,39 %, con un promedio de 2,10 %. Valores similares reporta Haendler (1965), describiendo un mínimo de 1,14%; un promedio de 2,10 % y un máximo de 4,39 %. En cuanto a la acidez titulable, esta se muestra como ácido tartárico pues es el ácido mayoritario en frutas como la uva y el aguacate. Salgado *et.al.* (2012) cito valores de $0.19 \pm 0.008 \%$ de acidez para palta var. Hass madura mientras que para palta Hass pintón y verde valores de $0.23 \pm 0.007 \%$ y $0.29 \pm 0.006 \%$ respectivamente. Estos valores son similares al obtenido en la muestra madura de palta utilizada. La acidez es un parámetro que puede aumentar o disminuir durante el ciclo de cultivo y en pos cosecha, además de depender del tipo de cultivo que se trate. Por

ejemplo, en el cultivo de tomate cherry el valor decrece a medida que avanza el ciclo de desarrollo mientras que en mini pimientos el valor aumenta a medida que aumenta el periodo de conservación. (CAJAMAR, 2014).

El contenido de sólidos solubles (SS) o °Brix, determina la cantidad de azúcares presentes en el jugo de la fruta, por lo que su determinación constituye un buen estimador del estado de madurez. Ácidos orgánicos, aminoácidos, componentes fenólicos y pectinas solubles contribuyen al contenido de SS, aunque se encuentran en proporciones inferiores al de los azúcares. (Gergoff,2016). El contenido de sólidos incrementa cuando la fruta está madurando y decrece el contenido de humedad (Ozdemir, 2004).

El valor promedio obtenido del fluido exudado del fruto fue de 7.8°Brix comparable al reportado por Salgado et.al (2012) con valores de 4.45 ± 0.06 y 7.39 ± 0.09 para palta hass verde y madura respectivamente.

Con respecto a la acidez activa o pH, este también es un indicador del estado de madurez de la fruta. Según Buelvas y col. (2012) reporta que una palta en estado maduro presenta un valor de pH mayor a 6.49 y en estado verde tiene un valor de 6.26. La FAO (1994) reporta que la palta se desarrolla en un suelo con un pH de 4.3 a 8.3, siendo el óptimo alrededor de 5.6 el cual ofrece un producto de buenas características físicas y sensoriales.

La norma técnica ecuatoriana (2009) reporta los requerimientos fisicoquímicos que debe cumplir el aguacate Hass.

Tabla 12: Requerimientos Físicos y Químicos para Aguacate Hass

	Madurez fisiológica	Madurez comercial
Contenido de aceite (%)	11.0 -12.0	>17.0
Acidez titulable (ácido tartárico) %	8-9	>16
Solidos solubles %	6-7	>8
Penetrabilidad (Kgf/cm2)	50-54	6-7
pH	6.93-6.95	6.45-6.47

Fuente: NTE, 2009

Comparando los datos citados en la bibliografía con el obtenido de pH (6.78), estos son similares. Cabe resaltar que de todos los componentes analizados, el contenido de lípidos y humedad son valores de gran importancia para la presente investigación.

4.1.2. Análisis del porcentaje de humedad de la palta Hass

4.1.2.1. Pérdida de humedad de la pulpa de palta secado a estufa a 50°C.

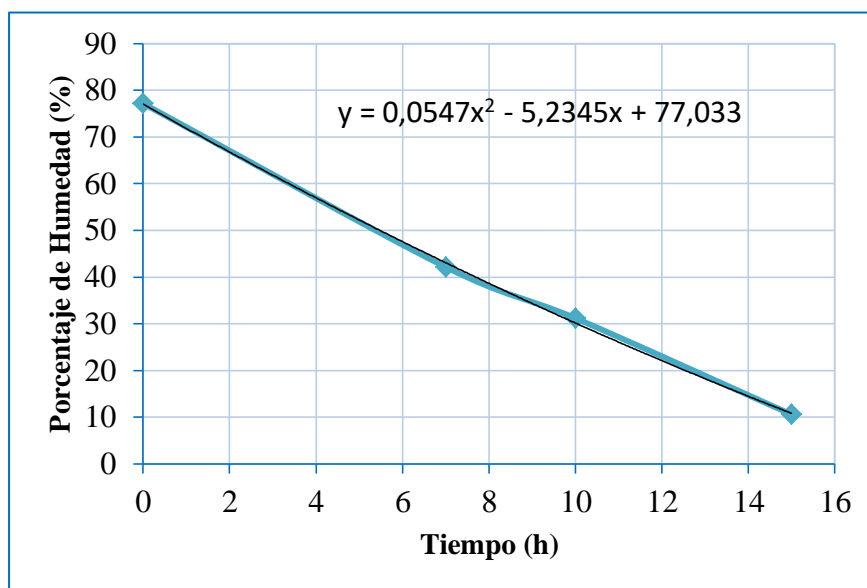
Tabla 13: Pérdida de humedad por secado a 50°C

Tiempo (horas)	% humedad
0	77.188
7	42.151
10	31.193
15	10.572

En la Tabla 13 se muestra el porcentaje de humedad de la palta Hass a las 0 horas el cual es 77.188%, al realizar el secado de la muestra en estufa a una temperatura de 50°C por 15 horas alcanza una humedad de 10.572%. Según Esteban (1993) la extracción de aceite por Soxhlet requiere que la muestra deba contener una humedad de 10% para optimizar el rendimiento.

Costa (2001) en su estudio realizado para extracción de aceite de palta por prensado, reportaron tiempos de secado de la pulpa de 22 horas iniciando con una humedad de $77.87 \pm 0.0160\%$ y terminando con $5.87 \pm 0.005\%$. El secado en dicha investigación fue realizado en un secador de flujo transversal a una temperatura de 60°C para no dañar el perfil de ácidos grasos del aceite.

Gráfico 6: Curva de secado de Palta var. Hass a 50°C



En el gráfico 6, se representa la curva de secado del fruto, obteniéndose una ecuación polinomial, donde se puede estimar el porcentaje de secado a temperatura de 50 del fruto a un tiempo determinado.

Tabla 14: Porcentaje de Masa Removida por Secado en Estufa

Repeticiones	Masa antes de secado por estufa (g)	Masa después de secado por estufa (g)	%Masa Removida
1	110.648	37.372	66.224
2	111.448	37.981	65.920
3	110.237	38.795	64.808
4	110.599	38.013	65.630

4.1.2.2. Pérdida de humedad de la pulpa de palta secado por liofilización

Tabla 15: Pérdida de Humedad por Liofilización

Etapa	Tiempo (horas)	% humedad
Preparación de muestra	0	77.18
Congelación	4	77.18
Secado	13.5	18.99

Gráfico 7: Curva de secado por Liofilización

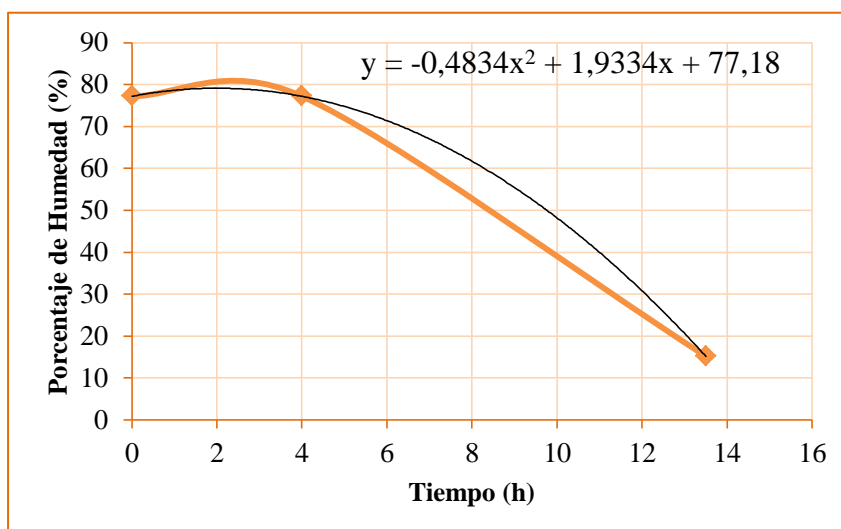


Tabla 16: Porcentaje de Masa Removida por Liofilización

Repeticiones	Masa antes de liofilización (g)	Masa después de liofilización (g)	% Masa Removida
1	250.535	106.92	57.323
2	250.464	105.12	58.030
3	251.480	106.27	57.742
4	250.050	106.10	57.568

4.1.3. Análisis del rendimiento de la extracción de aceite

Tabla 17: Rendimiento de Extracción

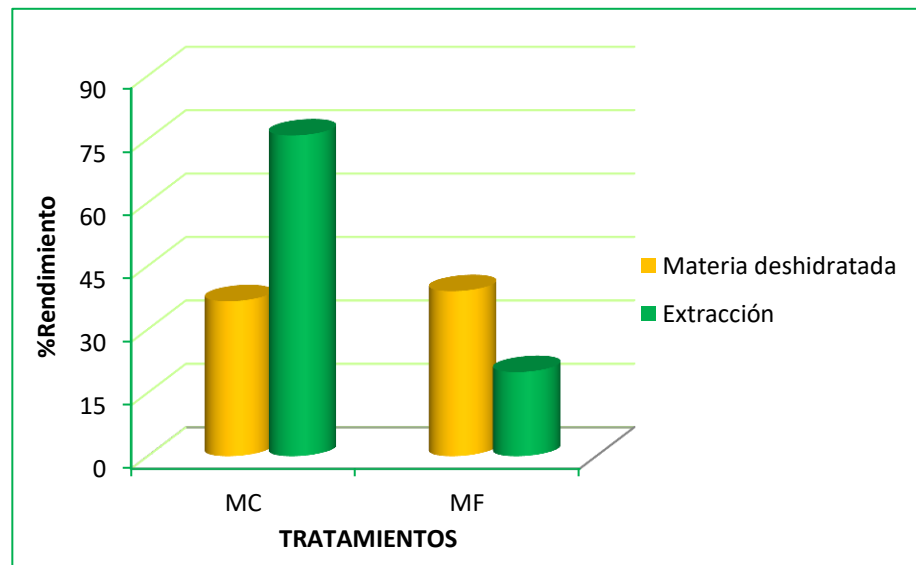
% RENDIMIENTO DE EXTRACCION	Tratamientos	
	Extracción en frio	Extracción en caliente
R1	21.205	73.5813
R2	21.205	73.4636
R3	21.205	80.612
Promedio	21.205±0.00	75.886±3.960

Los resultados obtenidos muestran que el porcentaje de rendimiento en el método frío es de 21.205% mientras que para el método en caliente es de 75.886%. La extracción mediante el uso de solvente (éter de petróleo) dio el mayor rendimiento de aceite con respecto a la pulpa seca, similar al valor promedio reportados por Restrepo *et. al.*, 2012 de 85.5%. El proceso de extracción para el método en frío se realizó en un tornillo prensa, donde la torta resultante aún tiene un contenido de 22,83 por ciento de extracto etéreo.

Si bien la extracción por solvente es la que más porcentaje de rendimiento se obtiene, su uso implica riesgos para la seguridad debido al

uso de solventes orgánicos, por tanto se debe tener mucho cuidado en su extracción y manejo, a diferencia del prensado que tiene una tecnología más limpia, ya que no genera concentraciones de compuestos residuales (Martínez, 2008).

Gráfico 8: Comparación del Rendimiento obtenido de aceite de pulpa de palta con la materia seca en función de la extracción para ambos tratamientos.



Los resultados fueron analizados usando el análisis de varianza (ANOVA) para el plan experimental usado. Para comparar la dispersión y simetría de los datos obtenidos se usó la representación gráfica de cajas y bigotes y para establecer la diferencia significativa entre tratamientos, se usó la prueba de diferencias honestamente significativa de Tukey (HSD), como se muestra a continuación:

➤ **Análisis de varianza para rendimiento**

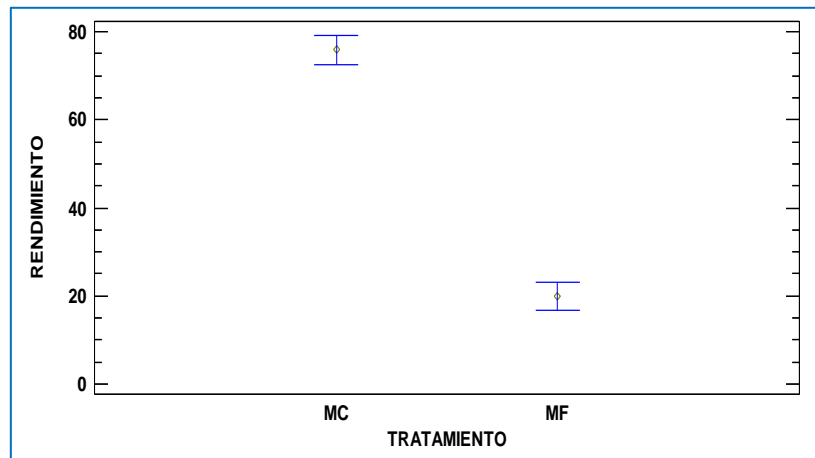
En la tabla 18 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) para rendimiento, el factor “A” representa los tipos de tratamientos, cabe mencionar que este factor consta de dos niveles. Se observa que la significancia del efecto fue determinado usando el valor p ($P < 0.05$), donde el valor p más pequeño indica la significancia alta del coeficiente; para

nuestro caso los valores p indica que los tratamientos son significativos, los cuales tienen un efecto notable en el rendimiento de extracción. Por tanto, al observar el valor de p obtenido en el análisis de varianza, éste fue menor a 0.05, por lo que los tipos de tratamientos si muestran efecto e influencia en los valores del rendimiento de extracción.

Tabla 18: Tabla de Análisis Varianza para el porcentaje de extracción de aceite de Palta

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos Principales					
A: Tratamiento	4693,42	1	4693,42	558,35	0,0000
Residuos	33,6234	4	8,40585		
Total (Corregido)	4727,05	5			

Gráfico 9: Grafico de Medias para el análisis de rendimiento en Aceite de la pulpa de Palta var. Hass



Para determinar la comparación entre ambos tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 5% (Tabla 19), obteniendo dos grupos representativos, de los cuales el grupo B presenta el mejor rendimiento. Dicho de otro modo, el valor absoluto de la diferencia entre las medias de ambos métodos supera la diferencia mínima significativa (5%), por lo que ambas muestran diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 19: Test de Tukey (Comparaciones Múltiples) para RENDIMIENTO por tratamiento

Test: Tukey Alfa:0.05			
<i>Tratamientos</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
MF	3	19,1013	A
MC	3	75,8853	B

4.1.4. Análisis del color en el aceite de palta extraído por método en caliente y aceite extraído por método en frío.

Tabla 20: Análisis del Color

Repeticiones	Aceite de palta método en caliente (AMC)		Aceite de palta Método en frío (AMF)	
	L*, a* y b*	Cromaticidad C*/ Tono H	L*, a* y b*	Cromaticidad C*/ Tono H
R1	L*:49.02 a*:-6.11 b*:44.50	44.917 / 97.818	L*:48.72 a*:-10.38 b*:40.38	41.693 / 104.416
R2	L*:49.10 a*:-6.11 b*:47.49	47.881 / 97.331	L*:49.45 a*:-11.09 b*:45.71	47.036 / 103.637
R3	L*:49.06 a*:-6.13 b*:45.34	45.752 / 97.699	L*:46.83 a*:-7.94 b*:30.99	31.991 / 104.371
R4	L*:49.09 a*:-6.11 b*:46.49	46.889 / 97.487	L*:49.58 a*:-11.59 b*:42.35	43.907 / 105.305
R5	L*:49.12 a*:-6.15	46.023 / 97.679	L*:49.02 a*:-8.6	34.518 / 104.427

	b*:45.61		b*:33.43	
Promedio	L*: 49.078±0.034	C*: 46.2924±1.013	L*: 48.720±1.106	C*: 39.829±6.357
	a*: -6.122±0.016	H: 97.599±0.172	a*: -9.92±1.584	H: 104.431±0.591
	b*: 45.886±1.023		b*: 38.572±6.172	

En la tabla 20 se recogen los valores medios y desviación estándar de los diferentes parámetros del color para las muestras. La muestra de aceite obtenido por método en caliente presentó una luminosidad de 49.098 mientras que sus coordenadas cromáticas tales como a* y b* se encontraron en -6.122 y 45.886, croma de 46.2924 y su ángulo de su tonalidad de 97.599°.

Con respecto al valor presentado por a*, al ser negativa y encontrarse entre los valores de 0 y -10 muestra una tendencia al color verde oscuro. En cuanto al valor presentado por b* muestra una tendencia al color amarillo. Ambas tendencias al color verde y amarillo es propio de los aceites de palta el cual los hace muy atractivos al ojo del consumidor, resultados reportados por Reed (2001), concluyo que el aceite de palta a diferencia del aceite de oliva presenta mayores niveles de clorofila, por lo que el aceite siempre mostrara tendencia al color verde. Con respecto al croma, éste presento un mayor valor (46.2924) a comparación del obtenido en el otro aceite (39.829), si bien ambos pertenecen al segundo cuadrante entre las tonalidades verde y amarillo, este último presenta una tonalidad más verde que el otro.

Los valores de luminosidad L*, coordenadas a* y b*, croma y tonalidad en el aceite obtenido por método en frío mostraron valores

menores de Luminosidad, coordenada b^* y croma siendo 48.720, 38.572 y 39.82. El valor medio de a^* fue de -9.92, el cual muestra una tendencia al color verde y el valor de b^* al color amarillo siendo resultados similares al aceite obtenido por método en caliente. El ángulo de tonalidad fue mayor (104.431) el cual corresponde a un color más verde que el obtenido por el método en caliente.

Según Villalobos (2006) el color de los alimentos se debe a diferentes compuestos, principalmente orgánicos o a pigmentos naturales.

Cuando los alimentos son sometidos a tratamientos térmicos generan tonalidades que van desde un amarillo ligero hasta un intenso café, mediante las reacciones de Maillard (Braverman, 1988; Yaylan, 1990) y de caramelización, en otras ocasiones, los pigmentos que contienen se alteran y cambian de color. Lo mencionado anteriormente explica la ligera variación de color en el aceite extraído por solventes y el aceite extraído por prensado, debido a que el primero involucra un secado de la pulpa a 50°C lo que provocó una reacción de oscurecimiento.

Los resultados fueron analizados usando un análisis de varianza (ANOVA) para el plan experimental usado, para comparar la dispersión y simetría de los datos obtenidos se usó la representación gráfica de cajas y bigotes y para establecer la diferencia significativa entre tratamientos, se usó la prueba de diferencias honestamente significativa de Tukey (HSD), como se muestran a continuación:

➤ **Análisis de varianza de Luminosidad característica del color**

En la tabla 21 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) para la luminosidad una característica del color, indicando que la fuente de variabilidad es un solo factor categórico. El componente A representa los efectos del método de extracción. Cabe mencionar que los métodos de extracción constan de dos niveles.

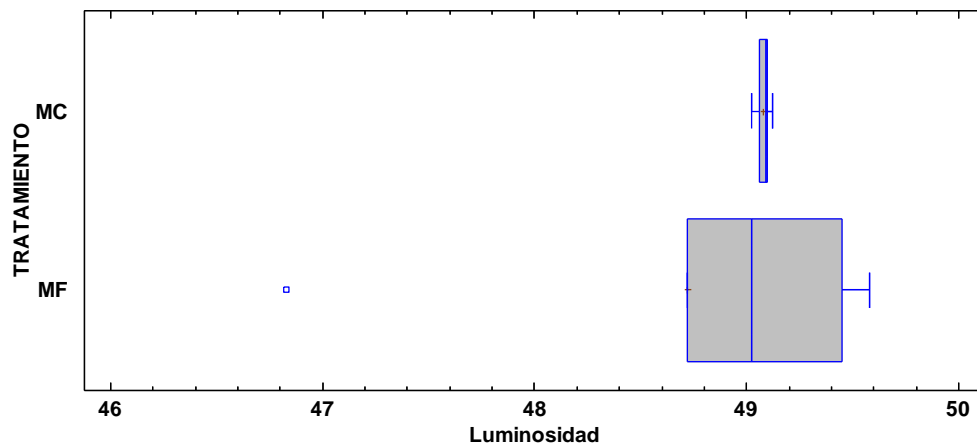
Se observa que la significancia del efecto fue determinado usando el valor p ($P < 0.05$), donde el valor p más pequeño indica la significancia alta

del coeficiente. Para nuestro caso los valores p indican que los tratamientos no son significativos en la variación de la característica de luminosidad del color.

Tabla 21: Análisis de Varianza para la respuesta de Luminosidad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos Principales					
A: Tratamiento	0,32041	1	0,32041	0,52	0,4919
Residuos	4,94068	8	0,617585		
Total (Corregido)	5,26109	9			
Nivel de significancia 95%; p significancia (0.05)					

Gráfico 10: Grafico de cajas y bigotes para Luminosidad



Esta grafica 10 muestra los valores de luminosidad obtenidas por ambos métodos, el valor de la mediana para ambos métodos son similares. Para el método en frio, la parte derecha de la caja es mayor que la de la izquierda; ello quiere decir que los valores de luminosidad comprendidos entre el 50% y el 75% de la población están más dispersas que entre el 25% y el 50%. El bigote de la izquierda es más corto que el de la derecha; por ello el 25% de los valores bajos de luminosidad obtenidos están más concentrados que el 25% de los valores mayores.

Para el método en caliente, la parte izquierda de la caja es menor que la de la derecha; ello quiere decir que los valores de luminosidad comprendidos entre el 25% y el 50% de la población están más dispersas que entre el 50% y el 75%. El bigote de la derecha es ligeramente más corto que el de la izquierda; por ello el 25% de los valores más altos de luminosidad obtenidos están más concentrados que el 25% de los valores bajos.

➤ **Análisis de varianza del Croma característica del color**

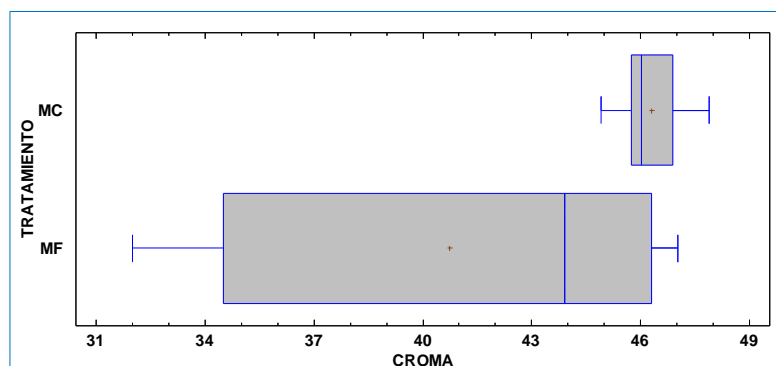
En la tabla 22 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) para el croma una característica del color, indicando que la fuente de variabilidad es un solo factor categórico. El componente A representa los efectos del método de extracción. Cabe mencionar que los métodos de extracción constan de dos niveles.

Se observa que la significancia del efecto fue determinado usando el valor p ($P < 0.05$), donde el valor p más pequeño indica la significancia alta del coeficiente. Para nuestro caso, los valores p indican que los tratamientos no son significativos en la variación de la característica de Croma del color.

Tabla 22: Análisis de varianza para la respuesta croma

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos principales					
A:Tratamiento	76,8288	1	76,8288	3,06	0,1184
Residuos	200,888	8	25,111		
Total (corregido)	277,717	9			
Nivel de significancia 95%; p significancia (0.05)					

Grafico 11: Grafico de Caja y Bigotes para la respuesta Croma



Esta grafica 11 muestra los valores de luminosidad obtenidas por ambos métodos, el valor de la mediana para ambos métodos son diferentes. Para el método en frio, la parte izquierda de la caja es mayor que la de la derecha; ello quiere decir que los valores de Croma comprendidos entre el 25% y el 50% de la población están más dispersas que entre el 50% y el 75%. El bigote de la derecha es más corto que el de la izquierda; por ello el 25% de los valores altos de luminosidad obtenidos están más concentrados que el 25% de los valores bajos.

Para el método en caliente, la parte izquierda de la caja es menor que la de la derecha; ello quiere decir que los valores de croma comprendidos entre el 50% y 75% de la población están más dispersas que entre el 25% y el 50%. El bigote de la izquierda es ligeramente más corto que el de la derecha; por ello el 25% de los valores bajos de luminosidad obtenidos están más concentrados que el 25% de los valores altos en referencia a la mediana.

➤ **Análisis de varianza de Tonalidad característica del color**

En la tabla 21 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) para el tono una característica del color, indicando que la fuente de variabilidad es un solo factor categórico. El componente A representa los efectos del método de extracción. Cabe mencionar que los métodos de extracción constan de dos niveles.

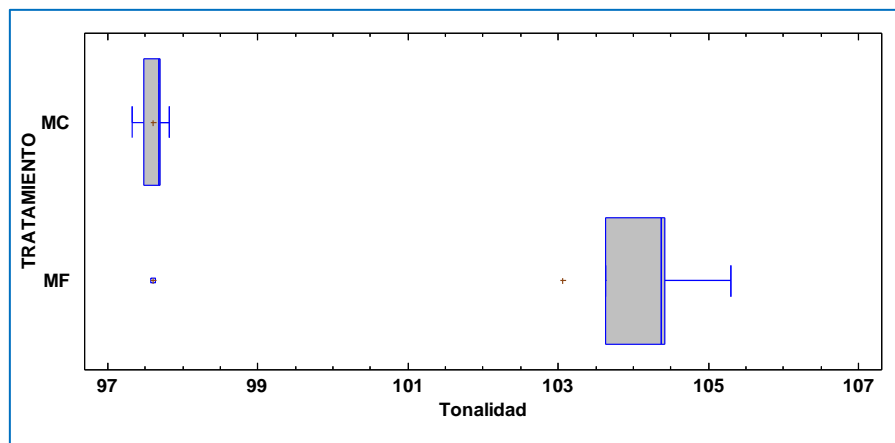
Se observa que la significancia del efecto fue determinado usando el valor p ($P < 0.05$), donde el valor p más pequeño indica la significancia alta

del coeficiente. Para nuestro caso, los valores p indican que los tratamientos son significativos en la variación de la característica de tonalidad del color.

Tabla 23: Análisis de Varianza para Tonalidad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos Principales					
A: Tratamiento	74,6	1	74,6	15,34	0,0044
Residuos	38,9016	8	4,8627		
Total (Corregido)	113,502	9			
Nivel de significancia 95%; p significancia (0.05)					

Gráfico 12: Grafico de Cajas y Bigotes para respuesta de Tonalidad



Esta grafica 12 muestra los valores de tonalidad obtenidas por ambos métodos, el valor de la mediana para ambos métodos son diferentes. Para el método en frio, la parte izquierda de la caja es mayor que la de la derecha; ello quiere decir que los valores de Croma comprendidos entre el 25% y el 50% de la población están más dispersas que entre el 50% y el 75%. El bigote de la derecha es más largo que el de la izquierda; por ello el 25% de los valores bajos de luminosidad obtenidos están más concentrados que el 25% de los valores altos.

Para el método en caliente, la parte derecha de la caja es menor que la de la izquierda; ello quiere decir que los valores de cromia comprendidos

entre el 25% y 50% de la población están más dispersas que entre el 50% y el 75%. El bigote de la izquierda y de a derecha son similares; por ello hay igual número de valores por encima que por debajo de la mediana.

Para determinar la comparación de tonalidad entre ambos tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 5% (Tabla 24), obteniendo dos grupos representativos, de los cuales el grupo A presenta un tono verde intenso y el grupo B un tono de verde menos intenso. Por tanto, se demostró que existe una diferencia significativa entre las medias de los métodos de extracción, presentando un nivel de tonalidades diferentes en el aceite.

Tabla 24: Test de Tukey para Tonalidad por Tratamiento

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
MC	5	97,603	0,196	A
MF	5	104,431	0,196	B

4.1.5. Análisis de Índice de refracción en aceite de palta extraído por método en caliente y aceite extraído por método en frío.

Tabla 25: Análisis de Índice de Refracción a 20°C en el aceite de palta para ambos métodos.

Repeticiones	Aceite de palta método en caliente (AMC)	Aceite de palta método en frío (AMF)
1	1,440	1,469
2	1,440	1,471
3	1,460	1,470
4	1,429	1,469
5	1,439	1,469
Promedio	1,442±0.011	1,470±0.001

En la tabla 25 se exponen los resultados de índices de refracción para las muestras. La muestra de aceite obtenido por método en caliente varía de

1.429 a 1.460 con un promedio de 1.442 y una desviación de 0.01, mientras que el índice de refracción del aceite de palta extraído por método en frío varía de 1.469 a 1.471 con un promedio de 1.470 y una desviación de 0.001. Los valores de índice de refracción en el AMC son relativamente bajos a comparación de otros aceites de composición parecida como el aceite de oliva (1.46-1.47 a 20°C) (CODEX, 1983), mientras que para el AMF los valores se ajustan de acuerdo al rango establecido.

Según la norma técnica mexicana (NTMx, 2008) el valor de índice de refracción en el aceite de palta a 40°C se encuentra entre 1.45 y 1.46. Otras investigaciones realizadas han determinado datos similares de índice de refracción a una temperatura de 25°C que varían de 1.4690-1.4700 para aceite de aguacate extraído por prensa (Alimentación sana, 2010) y Guzmán *et.al.* (2008) reporta un valor de 1.4671.

Para el aceite de palta Hass extraído con éter de petróleo se encuentran valores que varían entre 1.4688 (Guzmán *et.al.*, 2008) y 1.480 (González, 2009) valores relativamente altos en comparación al obtenido en el presente trabajo de investigación.

El índice de refracción de un aceite es un indicador de pureza del mismo, pues está relacionado con el grado de saturación y con la relación cis/trans de los dobles enlaces (Gutiérrez, 2003); su valor puede verse alterado por la oxidación de los ácidos grasos (Hamilton & Rossell, 1986). De esto, se infiere que el AMC se vio influenciado por el método de extracción y que durante la medición el aceite presentó oxidación de ácidos grasos.

Los resultados fueron analizados usando un análisis de varianza (ANOVA) para el plan experimental usado, para comparar la dispersión y simetría de los datos obtenidos se usó la representación gráfica de cajas y bigotes y para establecer la diferencia significativa entre tratamientos, se usó la prueba de diferencias honestamente significativa de Tukey (HSD), como se muestran a continuación:

➤ **Análisis de varianza del Índice de refracción**

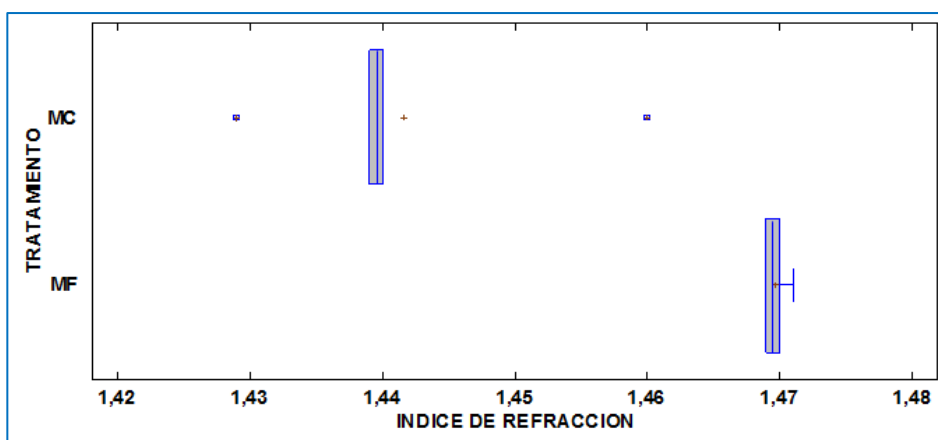
En la tabla 24 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) para el índice de refracción, indicando que la fuente de variabilidad es un solo factor categórico. El componente A representa los efectos del método de extracción. Cabe mencionar que los métodos de extracción constan de dos niveles.

Se observa que la significancia del efecto fue determinado usando el valor p ($P < 0.05$), donde el valor p más pequeño indica la significancia alta del coeficiente. Para nuestro caso, los valores p indican que los tratamientos son significativos en la variación del índice de refracción.

Tabla 26: Análisis de Varianza para Índice de Refracción

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos Principales					
A: Tratamiento	0,00196	1	0,00196	30,60	0,0006
Residuos	0,0005124	8	0,00006405		
Total (Corregido)	0,0024724	9			

Gráfico 13: Gráfico de Caja y Bigotes para Índice de Refracción



Esta grafica 13 muestra los valores de índice de refracción obtenidas por ambos métodos, el valor de la mediana para ambos métodos son diferentes. Para el método en frio, la parte izquierda de la caja es del mismo

tamaño que la de la derecha; ello quiere decir que los valores de IR comprendidos entre el 25% y el 50% de la población tienen la misma dispersión que entre el 50% y el 75%. El bigote de la derecha es más largo que el de la izquierda; por ello el 25% de los valores menores que la media en el IR obtenidos están más concentrados que el otro 25% de los valores altos.

Para el método en caliente, la parte derecha de la caja es menor que la de la izquierda; ello quiere decir que los valores de IR comprendidos entre el 25% y 50% de la población están más dispersas que entre el 50% y el 75%. No presenta bigotes, por tanto no hay valores que están por fuera del 50 % central de la distribución.

Para determinar la comparación de índice de refracción entre ambos tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 5% (Tabla 27), obteniendo dos grupos representativos, de los cuales el grupo A presenta un tono verde intenso y el grupo B un tono de verde menos intenso. Por tanto, se demostró que existe una diferencia significativa entre las medias de los métodos de extracción, presentando un nivel de tonalidades diferentes en el aceite.

Tabla 27: Test de TUKEY para Índice de Refracción por Tratamiento

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
MC	5	1,4416	A
MF	5	1,4696	B

4.1.6. Análisis de la acidez en aceite de palta extraído por método en caliente y aceite extraído por método en frío.

Tabla 28: Análisis de Acidez en el aceite de palta por ambos métodos.

REPETICIONES	Aceite de palta método en caliente	Aceite de palta método en frío
	(AMC) %AGL	(AMF) %AGL
1	0.844	0.633
2	0.842	0.726
3	1.000	0.634
4	0.845	0.546
5	1.021	0.542
PROMEDIO	0.911±0.09	0.616±0,076

La acidez de las muestras de aceites es de $0.616 \pm 0,076$ (ácido oleico mg KOH/g aceite) para el método en frío y 0.911 ± 0.09 (ácido oleico mg KOH/g aceite) para el método en caliente. Al comparar los valores experimentales con los reportados en la literatura, los valores de acidez en el AMF son similares a los reportados por el CODEX STAN (1983) para aceite de oliva (0.3 – 0.6 ácido oleico mg KOH/g aceite) mientras que el AMC muestra un mayor valor. Según la norma técnica mexicana (2008), la acidez obtenida por ambos aceites se encuentran dentro del rango establecido, ya que la norma establece valores entre 0.1 y 1.5 (ácido oleico mg KOH/g aceite) para el aceite de palta. Al comparar ambos resultados de acidez, el resultado del AMC es mayor que el AMF y esto puede deberse a un aumento de la liberación de ácidos grasos por parte de AMC lo cual provoca una rancidez hidrolítica (Badui, 2006).

Molero (2010) reporta que la frescura del fruto antes de ser sometido al proceso de extracción es de gran importancia, puesto que esta característica influencia en los valores de acidez del producto final.

Los resultados fueron analizados usando un análisis de varianza (ANOVA) para el plan experimental usado, para comparar la dispersión y simetría de los datos obtenidos se usó la representación gráfica de cajas y bigotes y para establecer la diferencia significativa entre tratamientos, se

usó la prueba de diferencias honestamente significativa de Tukey (HSD), como se muestran a continuación:

➤ **Análisis de varianza de Acidez**

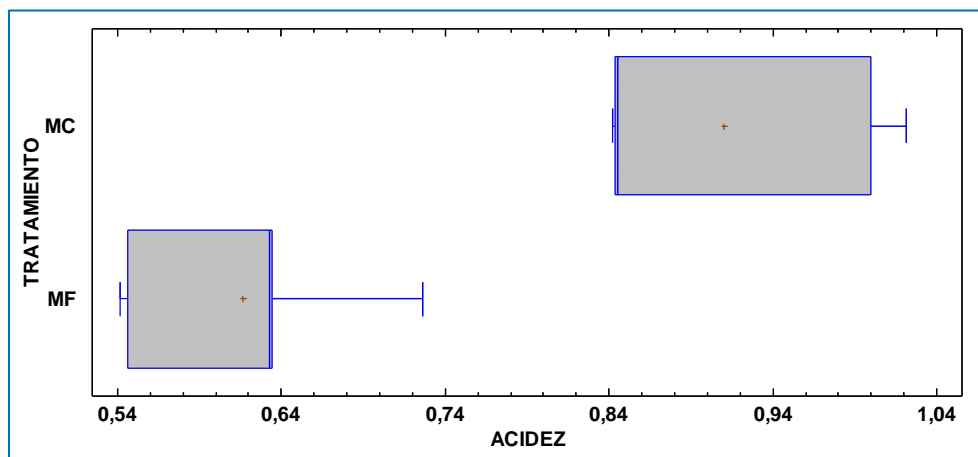
En la tabla 27 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) para el índice de refracción, indicando que la fuente de variabilidad es un solo factor categórico. El componente A representa los efectos del método de extracción. Cabe mencionar que los métodos de extracción constan de dos niveles.

Se observa que la significancia del efecto fue determinado usando el valor p ($P < 0.05$), donde el valor p más pequeño indica la significancia alta del coeficiente. Para nuestro caso, los valores p indican que los tratamientos son significativos en la variación de la acidez.

Tabla 29: Análisis de varianza para Acidez

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos Principales					
A: Tratamiento	0,216384	1	0,216384	30,52	0,0006
Residuos	0,056714	8	0,00708925		
Total (Corregido)	0,273098	9			

Gráfico 14: Grafico de Caja y Bigotes para Acidez por Tratamiento



Esta grafica 14 muestra los valores de acidez obtenidas por ambos métodos, el valor de la mediana para ambos métodos son diferentes. Para el método en frio, la parte izquierda de la caja es mayor que la de la derecha; ello quiere decir que los valores de acidez comprendidos entre el 25% y el 50% de la población se encuentran con más dispersión que entre el 50% y el 75%. El bigote de la derecha es más largo que el de la izquierda; por ello el 25% de los valores bajos de acidez obtenidos están más concentrados que el 25% de los valores altos.

Para el método en caliente, la parte derecha de la caja es mayor que la de la izquierda; ello quiere decir que los valores de acidez comprendidos entre el 50% y 75% de la población están más dispersas que el 25% y el 50%. El bigote de la derecha es más largo que el de la izquierda; por ello el 25% de los valores bajos de acidez obtenidos están más concentrados que el 25% de los valores altos.

Para determinar la comparación de acidez entre ambos tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 5% (Tabla 30), obteniendo dos grupos representativos, de los cuales la media del grupo A es menor que la media del grupo B. Se demostró que existe una diferencia significativa entre la acidez de los aceites obtenidos por distintos tratamientos.

Tabla 30: Test de Tukey para Acidez por Tratamiento

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
MF	5	0,6162	0,0376543	A
MC	5	0,9104	0,0376543	B

4.1.7. Análisis de Punto de Fusión en aceite de palta extraído por método en caliente y aceite extraído por método en frío.

Tabla 31: Análisis de Punto de Fusión en el aceite de ambos métodos

REPETICIONES	Aceite de palta método en caliente (AMC) (°C)	Aceite de palta método en frío (AMF) (°C)
1	15	12
2	15	12
3	15	12
PROMEDIO	15±0.00	12±0.00

Con respecto al punto de fusión del aceite de palta Hass obtenido mediante solventes presentó un valor de 15°C mientras que por prensado un valor de 12°C. El valor obtenido del AMC es relativamente alto en comparación al aceite de oliva virgen (5°C-12°C) (CODEX, 1982) mientras que el AMF muestra un valor dentro del rango.

Según Kirk (1998), los puntos de fusión de los ácidos grasos, aumentan con la longitud de la cadena, y disminuyen con un aumento de la insaturación. Además, debido a que el punto de fusión se altera sensiblemente por la presencia de impurezas esta constante constituye un buen criterio de pureza.

Los ácidos grasos insaturados presentan por lo general puntos de fusión más bajos que los ácidos grasos saturados; esto se debe a que éstos últimos poseen una estructura uniforme lo que les permite empacarse más fácilmente formando cristales. Sin embargo en los ácidos grasos insaturados los dobles enlaces introducen vueltas y pliegues en las cadenas hidrocarbonadas, haciendo muy difícil la formación de cristales; es decir, mientras más dobles enlaces existan, más difícil es que se cristalice, por lo que más bajo será el punto de fusión del aceite. (Jurado, 2009). Por tanto el aceite de palta extraído por método en frío tiene más grasos insaturados que

el aceite extraído por solventes debido a que su punto de fusión es ligeramente menor en 1°C.

Los resultados fueron analizados usando un análisis de varianza (ANOVA) para el plan experimental usado, para comparar la dispersión y simetría de los datos obtenidos se usó la representación gráfica de cajas y bigotes y para establecer la diferencia significativa entre tratamientos, se usó la prueba de diferencias honestamente significativa de Tukey (HSD), como se muestran a continuación:

➤ **Análisis de Varianza para Punto de Fusión**

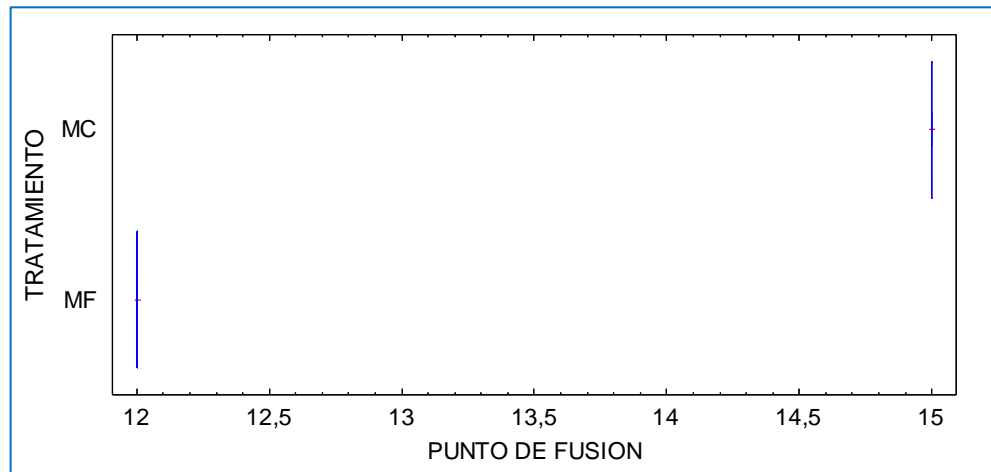
En la tabla 32 se muestra el análisis de varianza (ANOVA) para el punto de fusión, indicando que la fuente de variabilidad es un solo factor categórico. El componente A representa los efectos del método de extracción. Cabe mencionar que los métodos de extracción constan de dos niveles.

Se observa que la significancia del efecto fue determinado usando el valor p ($P < 0.05$), donde el valor p más pequeño indica la significancia alta del coeficiente. Para nuestro caso, los valores p indican que los tratamientos son significativos en la variación del punto de fusión.

Tabla 32: Análisis de Varianza para Punto de Fusión

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos Principales					
A:Tratamiento	13.5	1	13.5	20,1246	0,041226
Residuos	0,00	4	0,000		
Total (Corregido)	13.5	9	13.5		

Gráfico 15: Gráfica de Caja y Bigotes para Punto de Fusión por Tratamiento



Esta grafica 15 muestra los valores de Punto de Fusión obtenidos por ambos métodos, el valor de la mediana para ambos métodos son diferentes. No presentan bigotes, por tanto no hay valores que están por fuera del 50 % central de la distribución.

Para determinar la comparación de punto de Fusión entre ambos tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 5% (Tabla 33), obteniendo dos grupos representativos, de los cuales la media del grupo B es menor que la media del grupo A. Se demostró que existe una diferencia significativa entre el punto de fusión de los aceites obtenidos por distintos tratamientos.

Tabla 33: Test de Tukey para Punto de Fusión por Tratamiento

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
MC	3	15	A
MF	3	12	B

4.1.8. Análisis de la densidad en aceite de palta extraído por método en caliente y aceite extraído por método en frío.

Tabla 34: Análisis de Densidad en el aceite de palta por ambos métodos.

REPETICIONES	Aceite de palta método en caliente (AMC)	Aceite de palta método en frío (AMF)
1	0,8066	0,947
2	0,8072	0,946
3	0,8103	0,947
4	0,8065	0,947
5	0,8097	0,946
PROMEDIO	0,808±0.001	0,947±0.001

Con respecto a la densidad relativa del aceite de palta Hass obtenido mediante solventes presentó un valor de 0.808 (20°C/agua a 20°C) mientras que por prensado un valor de 0.947 (20°C/agua a 20°C). El valor obtenido del AMC es relativamente bajo en comparación al aceite de oliva virgen (0.910-0.916) (CODEX, 1982) mientras que el AMF muestra un valor relativamente alto. La norma técnica mexicana (2008) indica valores de densidades para aceite de palta entre 0.91 y 0.92.

En esta determinación debe considerarse que la densidad disminuye a medida que su peso molecular disminuye y que cuanto mayor sea el grado de insaturación, mayor es la densidad (Gonzales, 2009). Por tanto, el aceite de palta extraído por solventes orgánico se vio afectado por la temperatura de extracción (60°C) en tanto el aceite de palta extraído en frío al presentar mayor densidad que el aceite de oliva, no se vio afectado.

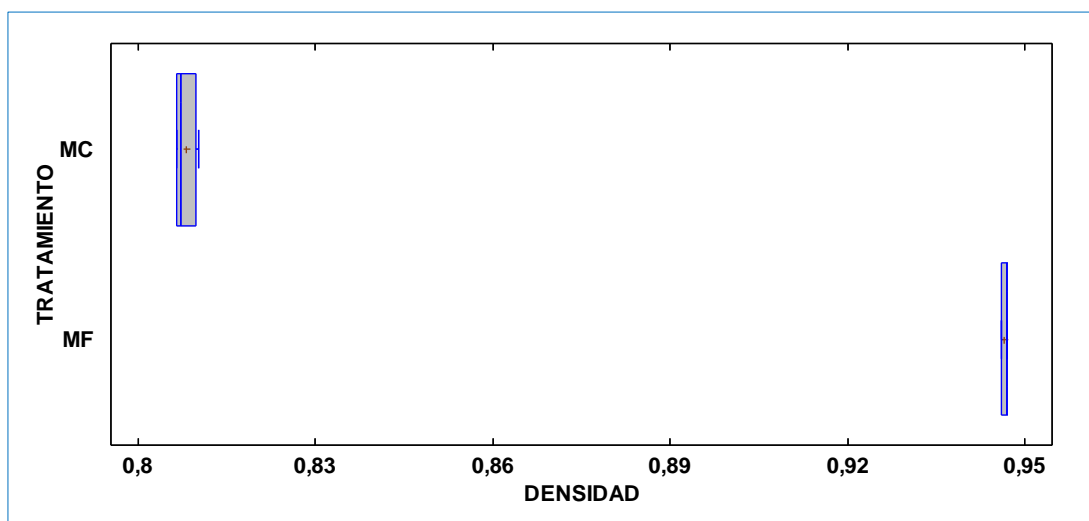
Los resultados fueron analizados usando un análisis de varianza (ANOVA) para el plan experimental usado, para comparar la dispersión y simetría de los datos obtenidos se usó la representación gráfica de cajas y bigotes y para establecer la diferencia significativa entre tratamientos, se usó la prueba de diferencias honestamente significativa de Tukey (HSD), como se muestran a continuación:

➤ **Análisis de Varianza para Densidad**

Tabla 35: Análisis de Varianza para Densidad

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos Principales					
A: Tratamiento	0,0479833	1	0,0479833	27010,04	0,0000
Residuos	0,000014212	8	0,0000017765		
Total (Corregido)	0,0479975	9			

Gráfico 16: Grafica de Caja y Bigotes para Densidad por Tratamiento



Esta grafica 16 muestra los valores de densidad obtenidas por ambos métodos, el valor de la mediana para ambos métodos son diferentes. Para el método en frio, la parte izquierda de la caja es del mismo tamaño que la de la derecha; ello quiere decir que los valores de densidad comprendidos entre el 25% y el 50% de la población tienen los misma dispersión que entre el 50% y el 75%. No presenta bigotes, por tanto no hay valores que están por fuera del 50 % central de la distribución.

Para el método en caliente, la parte derecha de la caja es mayor que la de la izquierda; ello quiere decir que los valores de densidad comprendidos entre el 50% y 75% de la población están más dispersas que el 25% y el 50%. El bigote de la derecha es más ligeramente más largo que el de la izquierda; por ello el 25% de los valores bajos de acidez obtenidos están más concentrados que el 25% de los valores altos.

Para determinar la comparación de densidad entre ambos tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 5% (Tabla 36), obteniendo dos grupos representativos, de los cuales la media del grupo A es menor que la media del grupo B. Se demostró que existe una diferencia significativa entre la densidad de los aceites obtenidos por distintos tratamientos.

Tabla 36: Test de Tukey para Densidad por Tratamiento

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
MC	5	0,80806	0,00059607	A
MF	5	0,9466	0,00059607	B

4.1.9. Análisis del índice de yodo en aceite de palta extraído por método en frío y caliente.

Tabla 37: Índice de yodo del aceite de palta

REPETICIONES	Aceite de palta método en caliente (AMC) (cg I ₂ /g muestra)	Aceite de palta método en frío (AMF) (cg I ₂ /g muestra)
1	82.005	105.098
2	83.393	106.614
3	78.166	105.586
PROMEDIO	80.764±3.114	106.246±1.502

La tabla 37 muestra los valores obtenidos de índice de yodo para ambos aceites. La muestra de aceite obtenido por método en caliente presentó un valor medio de 80,574 cg I₂/g muestra y una desviación estándar de 3.114 mientras que el otro presentó un valor medio de 106,246 cg I₂/g muestra y una desviación estándar de 1.502.

Los resultados obtenidos de índice de yodo para el AMC son similares al obtenido por Restrepo *et.al.* (2012) que reporta valores de 77,85± 2,1 usando como solvente hexano, además el valor obtenido se encuentra dentro del límite máximo establecido por la Norma mexicana (2008) de 80-90 cg I₂/g. El aceite AMF es el que presenta mayor valor debido a que tiene un alto grado de insaturaciones y una mayor predisposición para presentar reacciones oxidativas que deterioran el aceite (Jiménez *et.al.*,1997). Doradea C. (2012) realizó una investigación sobre la extracción de aceite de palta Hass mediante prensado, secando previamente la pulpa utilizando sulfito de sodio y ácido fosfórico, los índices de yodo reportados fueron 84.702±0.251 cg /g muestra y 85,948±0.041 cg /g muestra respectivamente; datos similares a los obtenidos por Restrepo *et.al.* (2012), el cual reporto valores de 78.44±1.41 cg /g muestra para el aceite extraído por prensa.

El índice de yodo es una medida del estado de no saturación de los lípidos (Caro, 1998), a mayor índice de yodo menor es la presencia de ácidos saturados (Pierce, 1960; citado por Calabrese, 1992), según lo anterior el AEMF preserva la mayor cantidad ácidos grasos insaturados que el AEMC.

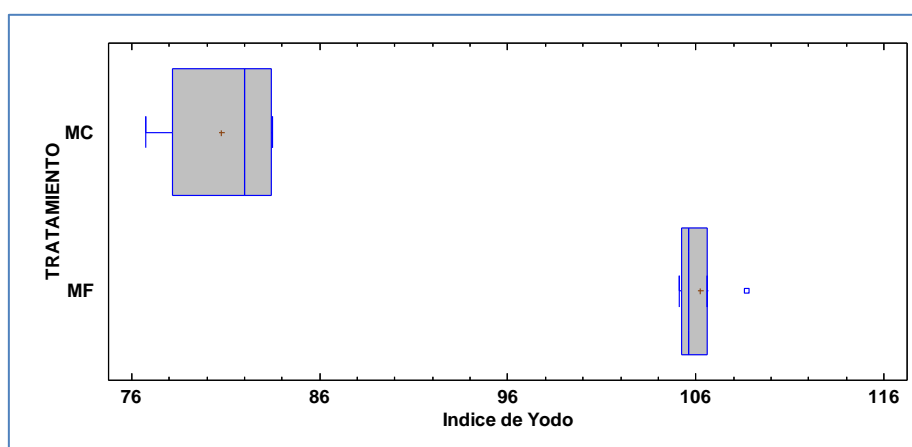
Los resultados fueron analizados usando un análisis de varianza (ANOVA) para el plan experimental usado, para comparar la dispersión y simetría de los datos obtenidos se usó la representación gráfica de cajas y bigotes y para establecer la diferencia significativa entre tratamientos, se usó la prueba de diferencias honestamente significativa de Tukey (HSD), como se muestran a continuación:

➤ **Análisis de Varianza para Índice de Yodo**

Tabla 38: Análisis de Varianza para Índice de Yodo

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos Principales					
A: Tratamiento	1623,41	1	1623,41	271,52	0,0000
Residuos	47,8322	8	5,97903		
Total (Corregido)	1671,24	9			

Gráfico 17: Grafica de Cajas y Bigotes para Índice de Yodo por Tratamiento



Esta grafica 17 muestra los valores de índice de yodo (II) obtenidas por ambos métodos; el valor de la mediana para ambos métodos son diferentes. Para el método en frio, la parte izquierda de la caja es más corta que la de la derecha; ello quiere decir que los valores de índice de yodo comprendidos entre el 50% y el 75% de la población están más dispersos que entre el 25% y el 50%. El bigote de la derecha es más corto que el de la izquierda; por ello el 25% de los valores altos de acidez obtenidos están más concentrados que el 25% de los valores bajos.

Para el método en caliente, la parte derecha de la caja es más corto que la de la izquierda; ello quiere decir que los valores de índice de yodo comprendidos entre el 25% y el 50% de la población están más dispersos que entre el 50% y el 75%. El bigote de la derecha es más corto que el de la izquierda; por ello el 25% de los valores altos de acidez obtenidos están más concentrados que el 25% de los valores bajos.

Para determinar la comparación de índice de Yodo entre ambos tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 5% (Tabla 39), obteniendo dos grupos representativos, de los cuales la media del grupo A es menor que la media del grupo B. Se demostró que existe una diferencia significativa entre el índice de yodo de los aceites obtenidos por distintos tratamientos.

Tabla 39: Test de Tukey para Índice de Yodo por Tratamiento

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
MC	5	80,7638	1,09353	A
MF	5	106,246	1,09353	B

4.1.10. Análisis del Índice de Peróxido en aceite de palta extraído por método en frío y caliente.

Tabla 40: Índice de peróxidos del aceite de palta por Tratamiento

REPETICIONES	Aceite de palta método en caliente (AMC) meq O2 /kg de aceite	Aceite de palta método en frío (AMF) meq O2 /kg de aceite
1	18.980	9.938
2	18.993	9.946
3	19.299	11.639
4	19.155	10.740
5	19.477	9.967
PROMEDIO	19.181±0.211	10.446±0.749

En la tabla 40 se observan los valores obtenidos de índice de peróxido para los aceites. La muestra de aceite obtenido por método en caliente presentó un valor medio de 19.181 meq O2 /kg de aceite y una desviación estándar de 0.211 mientras que el otro presentó un valor medio de 10.446 meq O2 /kg de aceite y una desviación estándar de 0.749. Se obtuvo un valor dentro del rango de índice de peróxidos ya que según el Codex,

aceites como el de oliva virgen, su valor de IP debe ser menor igual a 20 mili equivalentes de oxígeno activo/kg de aceite (CODEX STAN, 1983).

Según la norma técnica Mexicana (2008) el aceite de aguacate debe tener un valor máximo de 10 mili equivalentes de oxígeno activo/kg de aceite comparando con los valores obtenidos, estos fueron relativamente mayores.

Los valores de IP cercanos a 10 presentado por ambas muestras de aceite, puede deberse al alto grado de insaturación que presenta el aceite de palta, los cuales influyen en la velocidad de oxidación ya que los ácidos grasos insaturados cuando están libres se oxidan por lo general más rápido que los ácidos grasos saturados. Los ácidos grasos saturados sólo se oxidan a temperaturas superiores a 60 °C, mientras que los poliinsaturados se oxidan incluso durante el almacenamiento de los alimentos en estado congelado (Martínez, 2010).

Entre ambos métodos, la muestra de aceite por método en caliente presento un valor mayor de índice de peróxidos que el extraído en frío, considerando a este último el más estable, sin embargo el AEMC no presento olor a rancio. La temperatura de extracción y/o la exposición a la luz pudo también aumentar la cantidad de oxígeno disuelto en la muestra (Rady & Madkour, 1995).

El método en frío (AEMF) evito que el aceite sea susceptible a olores y sabores indeseables ocasionados por los hidroperóxidos y peróxidos (Restrepo *et.al.*, 2012).

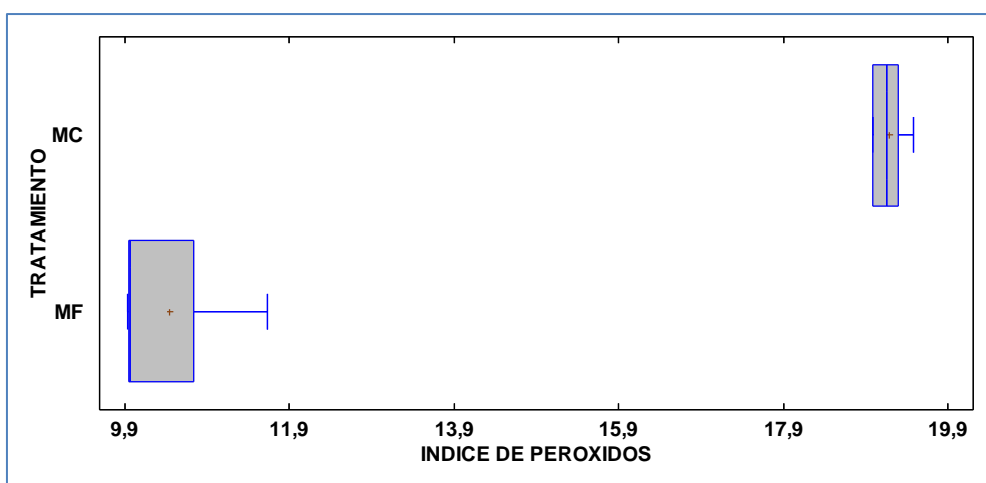
Los resultados fueron analizados usando un análisis de varianza (ANOVA) para el plan experimental usado, para comparar la dispersión y simetría de los datos obtenidos se usó la representación gráfica de cajas y bigotes y para establecer la diferencia significativa entre tratamientos, se usó la prueba de diferencias honestamente significativa de Tukey (HSD), como se muestran a continuación:

➤ **Análisis de Varianza para Índice de Peróxidos**

Tabla 41: Análisis De Varianza Para Índice De Peróxidos

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Efectos Principales					
A: Tratamiento	190,742	1	190,742	629,21	0,0000
Residuos	2,42515	8	0,303144		
Total (Corregido)	193,167	9			

Gráfico 18: Grafica de Cajas y Bigotes para Índice de Peróxido por Tratamiento



Esta grafica 18 muestra los valores de índice de peróxidos obtenidas por ambos métodos; el valor de la mediana para ambos métodos son diferentes. Para el método en frío, la parte derecha de la caja es más corta que la de la izquierda; ello quiere decir que los valores de índice de yodo comprendidos entre el 50% y el 75% de la población están más dispersos que entre el 25% y el 50%. El bigote de la izquierda es más corto que el de la derecha; por ello el 25% de los valores bajos de índice de peróxidos obtenidos están más concentrados que el 25% de los valores altos.

Para el método en caliente, la parte izquierda de la caja es del mismo tamaño que la de la derecha; ello quiere decir que los valores de índice de peróxido comprendidos entre el 25% y el 50% de la población tienen la misma dispersión que entre el 50% y el 75%. El bigote de la izquierda es

más corto que el de la derecha; por ello el 25% de los valores bajos de índice de peróxidos obtenidos están más concentrados que el 25% de los valores altos.

Para determinar la comparación de índice de peróxido entre ambos tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 5% (Tabla 42), obteniendo dos grupos representativos, de los cuales la media del grupo A es menor que la media del grupo B. Se demostró que existe una diferencia significativa entre el índice de peróxido de los aceites obtenidos por distintos tratamientos.

Tabla 42: Test de Tukey para Índice de Peróxido por Tratamiento

<i>TRATAMIENTO</i>	<i>Casos</i>	<i>Media LS</i>	<i>Sigma LS</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
MF	5	10,446	0,246229	A
MC	5	19,1808	0,246229	B

4.10. Estimación de la Vida útil

Tabla 43: Comparación de la Vida útil del aceite de Palta extraído por método en caliente y método en frío a diferentes temperaturas de almacenamiento

Tiempo de Vida Útil (años)		
Temperatura (°C)	Aceite de palta método en caliente (AMC)	Aceite de palta método en frío (AMF)
20	9.211	7.046
25	5.940	4.414
30	3.830	2.765

La vida útil estimada a 20°C, 25°C y 30°C mediante extrapolación (Gráficas 19 y 20) fueron de 9.211, 5.940 y 3.830 años para el aceite obtenido por el método en caliente mientras que para el aceite obtenido por el método en frío fueron de 7.046, 4.414 y 2.765, respectivamente. Al comparar los valores experimentales con los reportados en la literatura, el aceite de palta supera al aceite de oliva (1.63 años) (Farhoosh, 2013), aceite

de girasol (1.68 años) y uva (0.22 años) reportados por Navas (2010) a la temperatura de 25°C.

Pilco (2015) menciona que los aceites durante su almacenamiento sufren una degradación que afecta su vida útil. Esta degradación puede deberse por factores como luz, temperatura, presencia de oxígeno y la alta cantidad de ácidos grasos no saturados presentes en el aceite; las oxidaciones se realizan principalmente en estos ácidos grasos que, cuando están libres, se oxidan por lo general más rápidamente que cuando son parte de moléculas de triglicéridos o fosfolípidos. Los ácidos grasos saturados sólo se oxidan a temperaturas superiores a 60 °C, mientras que los poliinsaturados se oxidan incluso durante el almacenamiento de los alimentos en estado congelado (Martínez, 2010).

Gráfico 19: Estimación de la vida útil del aceite de palta extraído por método en frío a 25°C

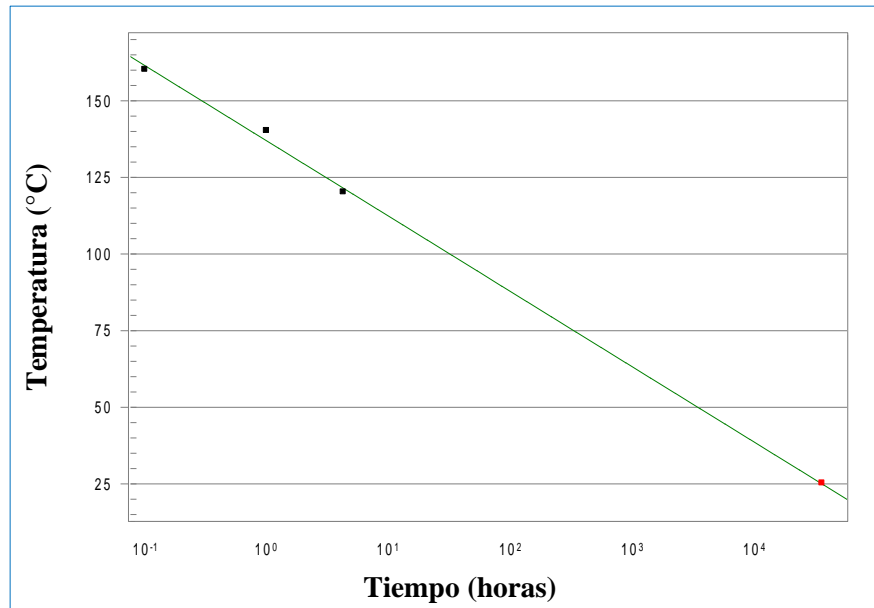
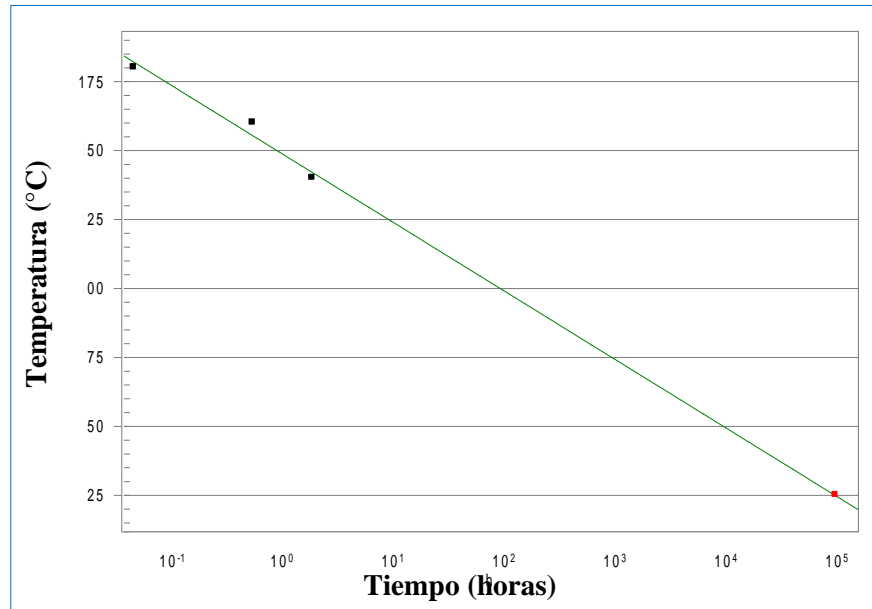


Gráfico 20: Estimación de la vida útil del aceite de palta extraído por método en caliente a 25°C



4.11. Composición de ácidos grasos del aceite de palta extraído por método en caliente (Soxhlet) y frío (Prensa).

En la tabla 44 y gráfico 21 se muestra la composición de ácidos grasos del AMC y del AMF y se compara la composición de ácidos grasos del aceite obtenido por ambos métodos.

Tabla 44: Composición de Ácidos Grasos del aceite de palta Hass extraído por método en caliente (AMC) y método en frío (AMF).

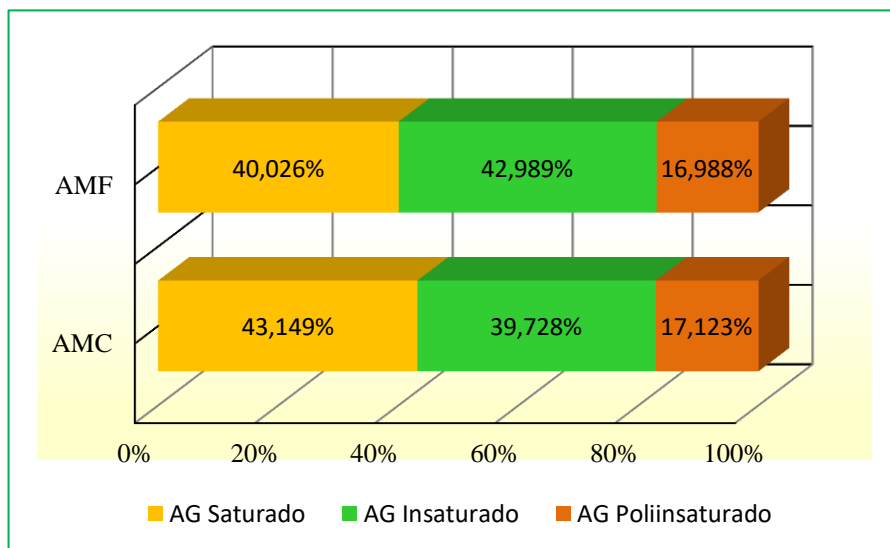
Tipo De Ácido Graso	Ácido Graso	Abreviatura	Concentración (AMC)	Concentración (AMF)
Saturados	Ácido Palmítico	C16:0	28.4%	26.45%
	Ácido Heptadecanoico	C7:0	14.43%	13.58%
	Ácido Oleico	C18:1	39.73%	42.99%
Poliinsaturado	Ácido Araquidónico	C20:4	17.12%	16.99%

Olaeta (2007) señala que el ácido oleico varía entre un 48,4 y un 66,8% para aceite de palta la variedad Hass, este resultado se aproxima a lo

obtenido por Messrs *et al.* (1987), el que señala que el porcentaje relativo de ácido oleico en palta Hass, se encuentra alrededor de un 70,5%. La concentración de ácido oleico obtenido en la presente investigación, fue de 39.73% este valor es bajo en comparación a lo anterior pero similar a lo obtenido por Valdebenito (1981). Resultados menores a estos valores se pueden atribuir al estado de desarrollo del fruto el cual influencia en la variación del contenido lipídico (Appleman *et al.*, 1941).

El segundo ácido de mayor importancia es el ácido araquidónico. El aceite de palta presenta niveles elevados de ácidos grasos poliinsaturados (16.99%) a diferencia del el aceite de oliva (10.66%), pero más bajos que el aceite de girasol (66%) (Cassanovas *et.al.*, 1997). Sin embargo, el aceite de palta contiene una cantidad baja de ácido linolénico (Mataix y Gil, 2002).El ácido araquidónico presenta veinte carbonos en su estructura y pertenece a la familia de los ω -6; según Delfino (2001) estos compuestos desempeñan roles críticos en la estructura de las membranas celulares y en el sistema inmunológico, por lo que son esenciales para el organismo y deben incluirse en la dieta.

Gráfico 21: Composición de Ácidos Grasos del aceite de palta Hass extraído por método en caliente (AMC) y método en frío (AMF)



Como se observa en la gráfica 14 el AMC está conformado en su mayor parte por ácidos grasos saturados, en tanto el AMF está conformado en su mayor parte por ácidos grasos insaturados. En el caso del AMC el ácido oleico (18:1 w9) representa más del 35 % de la totalidad mientras que el araquidónico (20:4 w6) alcanza al 20 %. El AMF está conformado en su mayor parte por ácido oleico, más del 40 %, mientras que el ácido araquidónico se encuentra en una proporción menor al 20 %. Los ácidos grasos saturados están presentes en ambos aceites en muy proporción similar al de los ácidos grasos insaturados.

V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el presente estudio permitieron concluir que:

- Los métodos de extracción mostraron diferencias significativas en los rendimientos. El rendimiento para la extracción de aceite de palta var. Hass (*Persea americana*) fue del 76% para el método en caliente y 21% para el método en frío.
- Las características fisicoquímicas para las muestras de aceite extraídas por método en frío; como acidez, punto de fusión e índice de refracción están dentro de los rangos aceptables según el Codex Alimentarius y la Norma técnica Mexicana para aceite de palta.
- Sólo el porcentaje de ácidos grasos libres del aceite extraído por método en caliente aceites está dentro del rango establecido según el Codex Alimentarius y la Norma técnica Mexicana para aceite de palta.
- El tiempo de vida útil del aceite de palta para ambos tratamientos se determinó en función a la rancidez oxidativa, el aceite obtenido por método en caliente tiene una vida útil de 5 años, mientras que el aceite obtenido por método en frío tiene una vida útil de 4 años.
- El aceite de palta var. Hass (*Persea americana*) obtenido por el método en frío presenta menor cantidad de ácidos grasos saturados (40.03%) que el aceite obtenido por método en caliente (43.149%).
- El aceite de palta var. Hass (*Persea americana*) obtenido por el método en frío presenta mayor cantidad de ácidos grasos insaturados (42.989%).
- Ambos aceites presentan 17% de ácidos grasos poliinsaturados.
- La calidad del aceite palta var. Hass (*Persea americana*) extraído por el método en frío es mayor que el extraído por el método en caliente.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar la deshidratación de pulpa de palta mediante liofilización aplicando diferentes tipos y concentración de coadyuvantes.
- Se recomienda la extracción del aceite de palta utilizando la prensa expeller para evitar el uso de solventes y así poder disminuir el costo de producción y la contaminación.
- Se recomienda tener cuidado durante la extracción de aceite en el equipo extractor de aceites y grasas, con la finalidad que realice un buen lavado a la muestra para eliminar restos de solventes.
- Realizar un estudio de factibilidad para la producción y exportación de aceite de palta.
- Realizar estudios de la torta resultante del aceite de palta y aprovechar por su contenido de carbohidratos, proteínas y su remanente de extracto etéreo.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AOAC (1990). Official Methods of Analysis. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- A.O.A.C. Official Methods of Analysis 13 th Edition, 1984.
- AGRODATA. 2014. Grasas y Aceites Vegetales, Aceite Jojoba, Aceite De Palta, Sacha Inchi, Inca Inchi, Aceite Nuez Perú Exportación Agosto 2015. [En Línea] Recuperado de :[Http://Www.Agrodataperu.Com/](http://Www.Agrodataperu.Com/). [2015, 20 Septiembre].
- ALIMENTOS: Información de alimentos saludables para tu dieta. (en línea) Recuperado de <http://alimentos.cc/aguacate> (2016,30 de marzo)
- ALTER, M. Y GUTFINGER, T. -»Phospholipids in several vegetable oils». -Riv. Ital, Sostanze Grasse 59 (1982) 14-18. Lewis, CE., Morris, R., O'brien, K. -»The oil content of avocado mesocarp». - J. Sci. Food Agric. 29 (1978) 943-949.
- ALTON. E.B. 1961. Aceites y Grasas Industriales. Ed. Reverté Bernandini. BATES, R.P. 1970. Heat-induced off-flavour in Avocado Flesh. Dept. of Food Science, University of Florida, Gainesville, USA.
- BUENROSTRO, M. y LÓPEZ-MUNGUÍA, A. 1986. Enzymatic extraction of avocado oil. Biotechnology Letters. 8 (7): 505-506
- ALZA Y VÁSQUEZ. 2002. Agro exportación: Análisis y perspectivas; producción no tradicional, rentabilidad, mercado y zonas de producción. 2da. Ed. Lima Perú.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST (2005). Official methods of analysis of AOAC International. Association of official analytical chemist, Maryland.
- BAILE, J. AND R. P. YOUNG. 1971. The Avocado Pear. In: The Biochemistry Of Fruit And Their Products. Acad. Press. London And New York. 2:2-63.

- BIZIMANA, V., BREENE, W. y CSALLANY, A. 1993. Avocado oil extraction with appropriate technology for developing countries. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 70 (8): 821-822.
- BLUMENFELD, A. & GAZIT, S., 1972. Gibberellin-Like Activity In The Developing Avocado Fruit. *Physiol. Plant*. 27, 116-120.
- BRIAN, LB. -«Isolation of unpleasant flavor compounds in theavocado».- *J. Agr. Food Chem*. 20 (1972) 753-757.
- CALABRESE, F. 1992. El aguacate. Ediciones Mundi-Prensa. España. 243 p.
- CALVANI M, BENATTI P. (2003) Polyunsaturated fatty acids (PUFA). Sigma-Tou S.P.A. 43pp.
- CASASNOVAS L.J, CRUSSELLS,C.M., PELEGRÍN,D.J. FERREIRA,A.A, SERRANO,A.J., DEL RÍO L.A., et.al. (1997). Cambios en el perfil lipídico de individuos jóvenes tras la sustitución del aceite de girasol de su dieta por aceite de oliva. Hospital Clínico Universitario Lozano Blesa y Servicios médicos de la Academia General Militar de Zaragoza. *Rev Esp Cardiol*. 50:843-50 - Vol. 50 Núm.12.
- COSTA, V. (2001). Extracción enzimática y caracterización del aceite de palta (*Persea Americana Mill.*). Memoria para optar al título de ingeniero agrónomo, escuela de Agronomía, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- CUMMING K, SCHROAMER C. Anatomy of the avocado fruit. *California avocado society*. 1942; 27:56-64.
- CHANEZ, J.F., LAMAUD, E. WEPIERRE, J. Activite biologique des insaponifiables avocado and soja. Interét en cosmetologie» .- Laboratoire de pharmacologie, Center d'Estudes Pharmaceutiques.- Univerité París XI 92290 Chatenay Malabry.
- CHÁVEZ P. 2010. Efecto de la potencia y el tiempo de escaldado en horno microondas sobre la actividad de la polifenoloxidasas, características fisicoquímicas y sensoriales del puré refrigerado de palta (*Persea americana Millar*) var. Fuerte. Memoria para optar el título de Ingeniero Agroindustrial. Escuela de Agroindustria, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

- DANIEL, A. Action des insaponifiables d'avocat et de soja sur l'inflammation du tissu conjonctif.- Extrait de la Gazette Médicale de France. 86 (1979) 2461-2468.
- DELFINO, M.R. Y SARNO, M.C. (2001). Perfil de Ácidos Grasos de Algunos Alimentos Autóctonos de Origen Animal. Cátedra de Análisis Instrumental. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UNNE. Argentina. 4 p.
- DEL TORO, E.M., VELASCO, R.R., LOPEZ, A.R., VASQUEZ, C.C. (2016) Effect of an avocado oil-enhanced diet (*Persea americana*) on sucrose-induced insulin resistance in Wistar rats Q6. Faculty of Medicine, University of Colima, Mexico, Faculty of Nursing, University of Colima, Mexico and Biomedical Research Center, University of Colima, Mexico. *Journal of food and drug analysis* 3 (2016):1-8.
- DUPAIGNE, P. Une nouvelle spécialité pharmaceutique: L'insaponifiable de l'huile d'avocat».- *Fruits* 25 (1970) 915-916.
- GARDIAZABAL, F. 2000. Factores Agronómicos A Considerar En La Implantación De Un Huerto De Paltos. Seminario Internacional De Paltos, Viña Del Mar.
- GARDIAZABAL Y ROSENBERG. 1991. Cultivo del palto. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Quillota. 201 p. Disponible en:
<http://www.avocadosource.com/Find.asp?ID=GardiazabalFrancisco1991>.
- GÓMEZ, M.E. y Mora, CE. -«Extracción de aceite de aguacate».- *Rev. Ion Bucaramanga (Colombia)* 6 (1982) 91-97.
- HAENDIER, L. 1965. L'huile d'avocat et les produits dérivés du fruit.- *Fruits* 20.625-633.
- HART & FISHER (1984) "Análisis Moderno de los alimentos" Editorial Acribia.
- HATTON JR., T. T., HARDING, P. L. AND REEDER, W. F. (1964). Seasonal changes in Florida avocados. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 72, 349-353

- HINCKY, M. Interét en dermatologie d'un oleat d'insaponifiables d'huiles d'avocat et de soja».-Extrait de la «Gazette Médicale de France» 83 (1976) 1171-1172.
- HORWITS, W.; CHICHILO, P.and REYNOLDS, H. 1970. Official methos of analysis of the Association of Official Analitical Chemits. AOAC. Washington, U.S.A., 1015 p.
- HUMAN, T. R. 1987. Oil As By Product Of The Avocado. South African Avocado Grower's Association. 10: 163-164 Mitchell, P. 1965. Cooling Hortocultura Commodities. California Avocado Soc. Yearbook, Pp. 30-32.
- HAENDIER, L. L'huile d'avocat et les produits derives du fruit. Fruits 20(1965)625-633.
- JACOBÉ, M.B. 1958. Chemical Analysis of Food. 3ra. Ed. New York.
- JAUBERT, J.N. -«Une nouvelle techniche de preparation et da raffinage de l'huile d'avocat».- Fruits 25 (1970).
- JAMES, C. Analytical chemistry of foods. First Edition. Edit. Chapman & Hall. EE.UU. 1995.
- JAUBERT, J.N. ->L'huile d'avocat: propriétés technologie».- Industr. Alim. (1970)1411-1416
- JOSEPH, D. and NEEMAN, I. 1982. Characterization of Avocado oil by polyalcoholic compounds in the unsaponifiable fraction. Dept. of Food Eng. Biotech. Technicon, Israel. Ins. of Tech. Hiafa, Israel. Ivista Italiana delle Sostage Grasse. 59(6): 279-284.
- LANZANÍ, A., BONDIOLI, P., MARIANI, C , FEDELÍ, E., PONZETTI, A., PIERALISI, G. Tecnología intégrale di estrazione della sostanza grassa e dipreparazione di farine dal frutto di avocado. Rev. Ital. Sostanze Grasse 63(1986)487-492.
- LÓPEZ OLIVO, SERGIO. Beneficios Para La Salud .Consultado: 25 De Mayo 2012. Pag.1[en línea] Disponible en : http://www.chilealimentos.com/medios/Servicios/noticiero/EstudioMercadoCoyuntura2010/Aceites/Mercado_internacional_aceite_palta_prochile_mayo.pdf

- LOZANO, Y., DHUIQUE MAYER, C., BANNON, C. y GAYDOU, E. 1993. Unsaponifiable matter, total sterol and tocopherol contents of avocado oil varieties. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 70 (6): 561-565.
- MARTÍNEZ N.L., BARRANCO B.B Y MORENO R.V. Extracción de aceite de aguacate: Un experimento industrial. Departamento de Ingeniería Química. Universidad de Granada. Vol. 43 Fase. 1 (1992)
- MARTÍNEZ, O. 1984. Variación estacional en el contenido de aceite y su relación con la palatabilidad, en frutos de palto (*Persea americana* Mill). Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 83 p.
- MARTINEZ NIETO, L., CAMACHO RUBIO, F., RODRIGUEZ VIVES, S., MORENO ROMERO, M.V. Extracción y caracterización del aceite de aguacate. *Grasas y Aceites* 39 (1988) 272-277.
- MARTÍNEZ, J. L. Supercritical fluid extraction of nutraceuticals and bioactive compounds. New York: Taylor & Francis Group. 2008. p. 440.
- MATAIX, J Y GIL, A. (2002). Lípidos Alimentarios. Libro Blanco de los Omega-3: Los ácidos grasos poliinsaturados omega-3 y monoinsaturados tipo oleico y su papel en la salud. Instituto Omega. Editorial Puleva. Granada, España. pp. 13-33. 13.
- MCDONALD, BE. (2000). Canola oil: Nutritional Properties. Canola Council of Canada. [En línea] Recuperado <http://www.canolacouncil.org/>.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA DEL PERÚ (MINAG) 2011 Anuario Agrícola 2011. Consultado: 15 de Agosto de 2012.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA DEL PERÚ (MINAG) 2008 Consultado: 15 de Agosto de 2012.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA DEL PERÚ. Agrodato. (2015). Tendencias de la producción y el comercio de palta y el comercio de palta en el mercado internacional y nacional.[en línea] Recuperado de: <http://minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis>

- MOSTACERO J. Y COL. 2011. Plantas medicinales del Perú: Taxonomía, Ecogeografía, Fenología y Etnobotánica. 1ª. edición. Lima: Fondo editorial de la Asamblea Nacional de Rectores;
- NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. NTC 4624. Jugos de frutas y hortalizas. Determinación del contenido de sólidos solubles. Método refractométrico. ICONTEC, 1999.
- NOMAS MEXICANAS. NMX-F-068-S-1980. Alimentos. Determinación De Proteínas. Normas Mexicanas. Dirección General De Normas. 1980.
- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 277:1978 – 02 Análisis de índice de peróxidos.
- NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 42:1973. Análisis de índice de refracción OLAETA, A.J. Proceedings V World Avocado Congress (Actas V Congreso Mundial del Aguacate) 2003. pp. 749-754.
- OLAETA, J. UNDURRAGA, P. y SCHWARTZ, M. 1999. Determinación de la evolución y caracterización de los aceites en palta, *Persea americana* cv. Fuerte y Hass cultivados en Chile. Revista Chapingo Serie Horticultura 5: 117-122.
- ORTEGA, T.M. (2003). Valor nutrimental de la pulpa fresca de aguacate *Hass*. En: Consejería de Agricultura y Pesca. V Congreso Mundial del Aguacate, 19/24 de octubre de 2003, Málaga, España: Servicio de Publicaciones y Divulgación, 741-748.
- PEARSON, D. 1975. Seasonal english market narration in the composition of South Africa and Israeli Avocados. Journal Food Sci. Agri. 26: 207-213.
- SWARTS, D. 1976. Determining oil content of avocado. Information Bolletin, Citrus and Sub. Tropical fruit Research. Institute N. 41, 5 Hort. Abst.
- PROMPERU (2012). Sistema Integrado de Información de Comercio Exterior (SIICEX). Consultado el 09 de Abril de 2012.
- PUSHKAR S. BORA, NARENDRA NARAIN* , ROSALYND V.M. ROCHA AND MARÇAL QUEIROZ PAULO. Characterization of the oils from the pulp and seeds of avocado (cultivar: Fuerte) fruits .Departamento

- de Tecnología Química e de Alimentos, Universidade Federal da Paraíba, Vol. 52. Fasc. 3-4 (2001), 171-174.
- QUIÑONES, I.N., MEZA, M.O., OSORIO R.G., GALLARDO, V.T. (2013) .Detection of adulterants in avocado oil by Mid-FTIR spectroscopy and multivariate analysis. Departamento de Biofísica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. México, D.F. Journal Food Research International 51 (2013) 148–154.
 - REED 2001. Avocados: - The new wonder oil. Food New Zealand. 31(1):20-25
 - RENGIFO, P. 2014. Memoria para optar el Grado Académico de Doctor en Farmacia y Bioquímica Caracterización del aceite de la semilla de palta *Persea Americana Mill. Var. Hass fuerte* y medición de su actividad antioxidante. Universidad Nacional Mayor De San Marcos Facultad De Farmacia y Bioquímica. Lima, Perú.
 - RODRÍGUEZ, C. 2014. Memoria para optar el Título de Ingeniero Industrial. Estudio de Pre-Factibilidad para la producción y exportación de aceite de palta. Facultad de Ciencias e Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
 - RODRÍGUEZ R.C. 2014. Estudio De Pre-Factibilidad Para La Producción Y Exportación De Aceite De Palta. Tesis Para Optar El Título De Ingeniero Industrial. Pontificia Universidad Católica Del Perú Facultad De Ciencias E Ingeniería. Marzo, Lima.
 - RODRÍGUEZ R.D.; PATIÑO G.M.; MIRANDA L.D.; FISCHER G.; GALVIS, V.J., et.al. 2005. Efecto De Dos Índices De Madurez Y Dos Temperaturas De Almacenamiento Sobre El Comportamiento En Poscosecha De La Pitahaya Amarilla (*Selenicereus Megalanthus Haw.*). Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín, vol. 58, núm. 2, julio-diciembre, 2005, pp. 2837- 2857. Colombia.
 - SADÍR, R. Olio di abacate: Tecnología de la raffinazione. Riv. Ital. Sostanze Grasse 49 (1972) 117-120.

- SERPA G.A., ECHEVERRI L.A., LEZCANO C.M., VÉLEZ A.L., RÍOS F.A. Y GUSTAVO ADOLFO H.G. 2014. Extracción De Aceite De Aguacate Variedad “Hass” (*Persea Americana* Mill) Liofilizado por Prensado En Frio. Revista Investigaciones Aplicadas Pp. 113 - 123. Medellín, Colombia Vol. 8, No. 2. Disponible En: <http://revistas.upb.edu.co/index.php/investigacionesaplicadas>
- SLATER, G.G., SHANKMAN, S., SHEPHERD, J.S. and ALFIA SLATER, R.B. 1975. "Seasonal variation in the composition of California avocados". *J. Agric. Food Chem.* 23(3): 468- 474.
- SOUTHWELL, K. H., HARRIS, R. V. AND SWETMAN, A. A. (1990). Extraction and refining of oil obtained from dried avocado fruit using a small expeller. *Trop. Science.* 30, 121-131.
- TABLAS PERUANAS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS. Ministerio De Salud Del Perú. Instituto Nacional De Salud. Centro Nacional De Alimentación Y Nutrición Instituto Nacional De Salud. Lima, 2009. Disponible En <http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabla%20de%20Alimentos.pdf>
- TANGO, J.S., DA COSTA, S.I., ANTUNES, A.J., FIGUIREDO, LB. - «Composition du fruit et de l'huile de différentes variétés d'avocats cultivés dans l'état de Sao Paulo».- *Fruits* 27 (1972) 143-146.
- THIERS, M.H. -Les insaponifiables d'huiles de soja et d'avocat. Traitement de certaines modalités de la douleur arthrosique. *Le Journal de Medicine de Lyon* (1972)5. París 195-198.
- THIERS, M.H. L'huile d'avocat et son insaponifiable en cosmetologie et en therapeutique dermatologique ou médicale. *Fruits* 26 (1971) 133-136.
- TROPICULTURA (15 octubre 2014). Está maduro mi aguacate Hass. Recuperado de <http://www.tropicultura.com/blog/2014/10/15/esta-maduro-mi-aguacate-hass/>
- TURATTI, S.M. ; SANTOS, L. C. ; dos TANGOJS y ARIMA, K. K. 1985. Characterisation of Avocado Oil extracted by various methods. *Ins. de*

Technology de Alimentos, Campinas, Sao Paulo, Brazil. Oletim de Institute de Tecnología de alimentos Brazil. 22(2): 267-284.

- VALDEBENITO F.A.2012. Plan De Negocios Para La Exportación De Aceite De Paltas: Exportadora Fastfrut Ltda. Tesis Para Optar Al Grado De Magister En Gestión Para La Globalización. Santiago De Chile, Junio. Universidad De Chile Facultad De Ciencias Fisicas Y Matematicas Departamento De Ingenieria Industrial.
- VALENZUELA, A.M. 1986. Extracción y caracterización del aceite de palta. Tesis Ing. Bioquímico. Valparaíso, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad Ingeniería. 106 p. Wolstenholme, B.N., 1986. Energy Costs Of Fruiting As A Yield-Limiting Factor With Special Reference To Avocado. Acta Horticulturae 175, 121-126.

ANEXOS

ANEXO 01

1. FICHA TÉCNICA Y NORMAS PARA LA PALTA PERSEA AMERICANA

Tabla A.1.1. Ficha técnica para la palta Persea Americana

1	Nombre	Palta Persea Americana
2	Familia	El palto pertenece a la familia de Laurácea, domesticada desde tiempos pre-Incas.
3	Descripción	El fruto es una baya, unisemillada, de mesocarpo carnoso y muy agradable, con células ricas en aceites que aportar las 12 vitaminas de las 13 existentes, alto contenido de vitamina E y K, todas las vitaminas B. También es rica en minerales. Según la variedad la piel puede madurar de color morado casi negro ('Hass') o de color verde ('Fuerte') El endocarpio que envuelve a la semilla es delgado y amarillo claro. El peso del fruto es aproximadamente 450 g. Su origen es en los valles interandinos
4	Características Externas	
	Color	Violeta intenso a verde intenso
	%Peso seco	21 ±1 %
	%Aceite	11 ±1%
	calibre	14-16
	4.1. Organolépticas	
	Color	Amarillo verdoso
	Olor	Ocasional y ligero a anís
	Sabor	característico
	4.2. Físicoquímica (100 g de pulpa)	
	Proteína	1.7 g
	Humedad	75 g
	Fibra	1.6
	Aceite	15.4g
	Carbohidratos	5.9 g
	Calorías	160
	4.3. Microbiológicas	
	Coliformes Totales	<3 (MNP/g)
	Mohos osmófilos	<10000 (UFC/g)
	Levaduras osmófilas	<10000 (UFC/g)
	Salmonella	Negativo en 25 g
5	Empaque	
	- Jabas plásticas de 20 kg.	
6	Rotulado	
	- Se realizara de acuerdo a las exigencias del cliente, basándose en las exigencias de cada país y normas internacionales.	
7	Producción	
	- Se realiza con abono orgánico respetando estrictamente la contaminación ambiental y sus controles de sanidad y calidad.	

8	Almacenamiento	
	- Almacenar en lugares seco, ventilado, bajo techo, en parrillas de madera, disectando todo el ambiente.	
9	Cosecha	Var.Hass /Enero-Agosto y Var.Fuerte/Noviembre-Enero

Fuente: Sierra Exportadora-PERÚ, 2015.

Tabla A.1.2.REQUISITOS DE LA NORMA DEL CODEX PARA EL AGUACATE (CODEX STAN 197-1995)

Requisitos	Categoría de calidad		
	Categoría “Extra”	Categoría I	Categoría II
Calidad Comercial	calidad superior	buena calidad	no clasificable en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados
I. Definición Del Producto	Esta Norma se aplica a las variedades comerciales de aguacates obtenidos de <i>Persea americana</i> , de la familia <i>Lauraceae</i> , que habrán de suministrarse frescos al consumidor, después de su acondicionamiento y envasado. Se excluyen los frutos partenocárpicos y los aguacates destinados a la elaboración industrial.		
II. Requisitos mínimos (Todas las categorías)	- defectos de forma y coloración; - defectos de la cáscara (suberosidad, lenticelas ya sanadas) y quemaduras producidas por el sol; la superficie total afectada no deberá superar 6 cm ² . En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto. Cuando haya pedúnculo, podrá presentar daños.		
III. Requisitos de madurez	Los frutos deberán alcanzar un contenido mínimo de materia seca en la cosecha, según variedad, medida por secado a peso constante. - 21% para la variedad Hass; - 20% para las variedades Torres, Fuerte, Pinkerton, Edranol y Reed. Otras variedades incluidas las variedades Antillanas/Indias Occidentales/Guatemaltecas pueden presentar un contenido menor de materia seca.		
IV. Calibre	Los aguacates se pueden clasificar por calibres mediante la siguiente opción: Por el peso del fruto, de acuerdo con el siguiente cuadro:		

		Código de calibre	Peso (en gramos)
		2	> 1220
		4	781 – 1220
		6	576 – 780
		8	456 – 576
		10	364 – 462
		12	300 – 371
		14	258 – 313
		16	227 – 274
		18	203 – 243
		20	184 – 217
		22	165 – 196
		24	151 – 175
		26	144 – 157
		28	134 – 147
		30	123 – 137
		32	80 – 123 (sólo para la variedad Hass)
V. Tolerancia De Calibre	<p>Categoría “Extra”: El 5%, en número o en peso, de los aguacates que no satisfagan los requisitos de esta categoría pero satisfagan los de la Categoría I</p> <p>Categoría I: El 10%, en número o en peso, de los aguacates que no satisfagan los requisitos de esta categoría pero satisfagan los de la Categoría II. No se permitirá más de 1% de aguacates afectados por podredumbre.</p> <p>Categoría II: El 10%, en número o en peso, de los aguacates que no satisfagan los requisitos de esta categoría ni los requisitos mínimos, con excepción de los aguacates afectados por podredumbre que no deberá ser mayor al 2%.</p>		
VI. Envasado	Los aguacates deberán disponerse en envases que se ajusten al Código de Prácticas para el Envasado y Transporte de Frutas y Hortalizas Frescas (CAC/RCP 44-1995).		

ANEXO 02

TABLA A.2.1. REQUISITOS DE LA NORMA MEXICANA PARA ACEITE DE AGUACATE (NMX-F-052-SCFI-2008)

Requisitos	CLASIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN DEL PRODUCTO																																																																																		
	Aceite Crudo de Aguacate		Aceite de Aguacate Refinado																																																																																
I. Definición Del Producto	<p>-Aceite crudo de aguacate: es un líquido graso de color ligeramente ámbar, obtenido por extracción física o química de la pulpa y/o la semilla del fruto del árbol del aguacate (<i>Persea americana</i>).</p> <p>-Aceite de aguacate refinado: es el producto obtenido del aceite crudo de aguacate cuando éste es sometido a un proceso de refinación que puede ser por vía de refinación física o refinación química.</p>																																																																																		
II. Requisitos Sensoriales	<p>Olor: Característico del producto, exento de olores extraños o rancios.</p> <p>Sabor: Característico del producto, exento de sabores extraños o Rancios.</p> <p>Apariencia: Líquido y libre de cuerpos extraños a 293K (20°C).</p>																																																																																		
III. Especificaciones Físicas-Químicas	<p>El Aceite de aguacate debe cumplir con las especificaciones físicas y químicas anotadas en la Tabla 1.</p> <p style="text-align: center;">TABLA 1: Especificaciones fisicoquímicas de aceite de aguacate</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 10px 0;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2" style="text-align: center;">Aceite de Aguacate</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">Aceite Comestible Puro de Aguacate</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">MINIMO</th> <th style="text-align: center;">MAXIMO</th> <th style="text-align: center;">MINIMO</th> <th style="text-align: center;">MAXIMO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PARAMETROS</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ácidos grasos libres (como ácido oleico), en %</td> <td></td> <td style="text-align: center;">1,5</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0,1</td> </tr> <tr> <td>Humedad y materia volátil, en %</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0,5</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0,1</td> </tr> <tr> <td>Color (escala Lovibond)</td> <td></td> <td style="text-align: center;">3,5</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2,0 R</td> </tr> <tr> <td>Densidad relativa 25°C (agua)</td> <td style="text-align: center;">0,910</td> <td style="text-align: center;">0,920</td> <td style="text-align: center;">0,910</td> <td style="text-align: center;">0,920</td> </tr> <tr> <td>Índice de peróxido, en meq /Kg</td> <td></td> <td style="text-align: center;">10,0</td> <td></td> <td style="text-align: center;">2,0</td> </tr> <tr> <td>Prueba fría a 273°K (0°C) (horas)</td> <td style="text-align: center;">NA</td> <td style="text-align: center;">NA</td> <td style="text-align: center;">5,5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Estabilidad en horas OSI a 110°C</td> <td style="text-align: center;">NA</td> <td style="text-align: center;">NA</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Impurezas insolubles, en %</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0,2</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0,1</td> </tr> <tr> <td>Materia insaponificable en %</td> <td style="text-align: center;">NA</td> <td style="text-align: center;">12</td> <td style="text-align: center;">1,0</td> <td style="text-align: center;">1,5</td> </tr> <tr> <td>Índice de refracción a 313 K (40°C) n_D</td> <td style="text-align: center;">1,458</td> <td style="text-align: center;">1,465</td> <td style="text-align: center;">1,458</td> <td style="text-align: center;">1,465</td> </tr> <tr> <td>Índice de yodo cgl₂/g</td> <td style="text-align: center;">85</td> <td style="text-align: center;">90</td> <td style="text-align: center;">85</td> <td style="text-align: center;">90</td> </tr> <tr> <td>Índice de saponificación mg KOH/g</td> <td style="text-align: center;">177</td> <td style="text-align: center;">198</td> <td style="text-align: center;">177</td> <td style="text-align: center;">198</td> </tr> <tr> <td>Aceite mineral</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">Negativo</td> </tr> </tbody> </table> <p>NA significa no aplicable</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">Fuente: Firestone, David; "Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats and Waxes"; AOCS Press, 1999.</p>					Aceite de Aguacate		Aceite Comestible Puro de Aguacate		MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO	PARAMETROS					Ácidos grasos libres (como ácido oleico), en %		1,5		0,1	Humedad y materia volátil, en %		0,5		0,1	Color (escala Lovibond)		3,5		2,0 R	Densidad relativa 25°C (agua)	0,910	0,920	0,910	0,920	Índice de peróxido, en meq /Kg		10,0		2,0	Prueba fría a 273°K (0°C) (horas)	NA	NA	5,5		Estabilidad en horas OSI a 110°C	NA	NA	8		Impurezas insolubles, en %		0,2		0,1	Materia insaponificable en %	NA	12	1,0	1,5	Índice de refracción a 313 K (40°C) n _D	1,458	1,465	1,458	1,465	Índice de yodo cgl ₂ /g	85	90	85	90	Índice de saponificación mg KOH/g	177	198	177	198	Aceite mineral	Negativo			
	Aceite de Aguacate		Aceite Comestible Puro de Aguacate																																																																																
	MINIMO	MAXIMO	MINIMO	MAXIMO																																																																															
PARAMETROS																																																																																			
Ácidos grasos libres (como ácido oleico), en %		1,5		0,1																																																																															
Humedad y materia volátil, en %		0,5		0,1																																																																															
Color (escala Lovibond)		3,5		2,0 R																																																																															
Densidad relativa 25°C (agua)	0,910	0,920	0,910	0,920																																																																															
Índice de peróxido, en meq /Kg		10,0		2,0																																																																															
Prueba fría a 273°K (0°C) (horas)	NA	NA	5,5																																																																																
Estabilidad en horas OSI a 110°C	NA	NA	8																																																																																
Impurezas insolubles, en %		0,2		0,1																																																																															
Materia insaponificable en %	NA	12	1,0	1,5																																																																															
Índice de refracción a 313 K (40°C) n _D	1,458	1,465	1,458	1,465																																																																															
Índice de yodo cgl ₂ /g	85	90	85	90																																																																															
Índice de saponificación mg KOH/g	177	198	177	198																																																																															
Aceite mineral	Negativo																																																																																		

<p>IV. Composición de ácidos grasos</p>	<p align="center">TABLA 2: COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE ACEITE DE AGUACATE (<i>Persea americana</i>)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ACIDOS GRASOS</th> <th>MÍNIMO</th> <th>MÁXIMO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Acido palmítico C16:0</td> <td>9</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>Acido palmitoléico C16:1</td> <td>3</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Acido esteárico C18:0</td> <td>0,4</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>Acido oleico C18:1</td> <td>56</td> <td>74</td> </tr> <tr> <td>Acido linoléico C18:2</td> <td>10</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>Acido linolénico C18:3</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Firestone, David; "Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats and Waxes"; AOCS Press, 1999</p>	ACIDOS GRASOS	MÍNIMO	MÁXIMO	Acido palmítico C16:0	9	18	Acido palmitoléico C16:1	3	9	Acido esteárico C18:0	0,4	1,0	Acido oleico C18:1	56	74	Acido linoléico C18:2	10	17	Acido linolénico C18:3	0	2						
ACIDOS GRASOS	MÍNIMO	MÁXIMO																										
Acido palmítico C16:0	9	18																										
Acido palmitoléico C16:1	3	9																										
Acido esteárico C18:0	0,4	1,0																										
Acido oleico C18:1	56	74																										
Acido linoléico C18:2	10	17																										
Acido linolénico C18:3	0	2																										
<p>V. Contenido de esteroides</p>	<p align="center">TABLA 3: Composición de esteroides del aceite de aguacate (mg/kg)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ESTEROLES</th> <th>MINIMO</th> <th>MAXIMO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Colesterol</td> <td>0</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>Brasicaesterol</td> <td></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Campesterol</td> <td>6</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Estigmaesterol</td> <td>0</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>β-Sitosterol</td> <td>89</td> <td>92</td> </tr> <tr> <td>Δ5-Avenasterol</td> <td>0</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Δ7-Avenasterol</td> <td>0</td> <td>0,2</td> </tr> <tr> <td>Esteroides Totales</td> <td></td> <td>4040</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Firestone, David; "Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats and Waxes"; AOCS Press, 1999</p>	ESTEROLES	MINIMO	MAXIMO	Colesterol	0	0,2	Brasicaesterol		2	Campesterol	6	8	Estigmaesterol	0	2	β -Sitosterol	89	92	Δ 5-Avenasterol	0	3	Δ 7-Avenasterol	0	0,2	Esteroides Totales		4040
ESTEROLES	MINIMO	MAXIMO																										
Colesterol	0	0,2																										
Brasicaesterol		2																										
Campesterol	6	8																										
Estigmaesterol	0	2																										
β -Sitosterol	89	92																										
Δ 5-Avenasterol	0	3																										
Δ 7-Avenasterol	0	0,2																										
Esteroides Totales		4040																										
<p>VI. Composición de tocoferoles</p>	<p align="center">TABLA 4: Composición de tocoferoles del aceite de aguacate (mg/kg)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TOCOFEROLES</th> <th>MINIMO</th> <th>MAXIMO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>α-Tocoferol</td> <td>64</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>γ-Tocoferol</td> <td>0</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>Tocoferoles Totales</td> <td>83</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table> <p>Fuente: Firestone, David; "Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats and Waxes"; AOCS Press, 1999</p>	TOCOFEROLES	MINIMO	MAXIMO	α -Tocoferol	64	100	γ -Tocoferol	0	19	Tocoferoles Totales	83	100															
TOCOFEROLES	MINIMO	MAXIMO																										
α -Tocoferol	64	100																										
γ -Tocoferol	0	19																										
Tocoferoles Totales	83	100																										
<p>VII. Contaminantes químicos</p>	<p>El producto objeto de esta norma no debe contener ningún contaminante químico en cantidades que puedan representar un riesgo para la salud. Los límites máximos para estos contaminantes quedan sujetos a lo que establezca la Secretaría de Salud.</p>																											
<p>VIII. Aditivos para alimentos</p>	<p>Los permitidos por la Secretaría de Salud, en las cantidades que se señalan:</p>																											

	ANTIOXIDANTES	% MAXIMO
	5.5.1.1 Tocoferoles	0,03
	5.5.1.2 Galato de propilo (GP)	0,01
	5.5.1.3 Terbutil hidroquinona (TBHQ)	0,02
	5.5.1.4 Butirato de hidroxianisol (BHA)	0,01
	5.5.1.5 Butirato de hidroxitolueno (BHT)	0,02
	5.5.1.6 Combinación de GP, TBHQ, BHA y BHT (sin exceder límites individuales permitidos)	0,02
	5.5.1.7 Palmitato de ascorbilo	0,02
IX. ALMACENAMIENTO	El producto terminado debe almacenarse en locales que reúnan los requisitos sanitarios que señala la Secretaría de Salud.	

ANEXO 03

**TABLA A.3.1. DATOS DE LONGITUD, DIAMETRO Y PESO DE LA FRUTA
(PALTA var. HASS)**

PALTA HASS EN ESTADIO 3				PALTA HASS EN ESTADIO 3			
Muestra	Diámetro Polar(cm)	Diámetro Ecuatorial (cm)	Peso (g)	Muestra	Diámetro Polar(cm)	Diámetro Ecuatorial (cm)	Peso (g)
1	6,5	4,5	66,08	51	6	5	72,93
2	6,5	4,8	67,31	52	7	5,5	87,1
3	7	5	93,66	53	6,6	4,4	77,45
4	6	4,5	66,08	54	6,5	4,5	66,49
5	6,9	4,5	73,71	55	6	4,7	65,44
6	6,9	4,5	76,07	56	7	4,5	71,35
7	6,5	4,5	67,99	57	8,5	6	104,59
8	7	5	93,83	58	7	4,7	74,41
9	6,7	5	86,91	59	6,5	4,5	68,11
10	6,5	4,5	74,86	60	7	6	95,38
11	7	4,4	73,99	61	7,2	5	90,13
12	6	4,5	71,64	62	6,5	5,2	77,45
13	7,5	5	92,05	63	7	5,4	81,92
14	6	4,5	69,24	64	6	5	73,11
15	7	5	81,35	65	7,5	6	98,88
16	7,5	5	90,33	66	7	6,3	95,26
17	7	5	84,31	67	6,9	5	79,04
18	6,7	5	82,01	68	6,5	4	66,79
19	7,8	5,5	86,38	69	7	5	93,83
20	7,5	5	92,21	70	7	5	88,67
21	6,5	4,5	61,72	71	6,5	5	76,58
22	7	4,5	77,6	72	7,2	4,4	74,99
23	7	4,5	70,58	73	6	4,5	72,17
24	7,4	5	85,28	74	6,6	5	68,25
25	6	4,5	72,35	75	7,5	5	84,24
26	7	4,5	72,3	76	7,4	5	79,01
27	6,5	4,4	68,62	77	7,5	5	91,39
28	6,5	4,5	66,49	78	7	5,4	84,31
29	6	4,7	65,44	79	6,7	4,8	81,22
30	7	4,5	71,71	80	7,8	5,5	86,38
31	8,5	5,5	95,7	81	8	6	101,45
32	6,5	5	74,23	82	7,5	5	93,31
33	7	4,5	69,85	83	6,5	5	74,81
34	7,4	4,6	76,42	84	7	4,5	79,03
35	7	4,5	73,57	85	7	4,5	70,58

36	7	5	74,52	86	8	6,5	112,01
37	7,5	5,3	84,83	87	6,5	4,5	67,79
38	6,6	4,7	66,35	88	6	4,7	64,36
39	7,5	4,5	74,69	89	7	4,5	72,69
40	7,3	4,7	77,01	90	8,5	6	98,61
41	7,5	5,4	87,58	91	6,8	5	77,2
42	6,5	5	76,67	92	6	4,8	60,99
43	7,7	6	85,83	93	7,4	4,6	76,4
44	6	5	73,17	94	7	4,5	73,67
45	7,5	6	97,92	95	7	5	74,61
46	7	6	94,81	96	6	4,5	60,16
47	6,9	5	79,04	97	7,4	4,6	76,5
48	6,5	4	65,48	98	7	4,5	72,59
49	7	5	94,02	99	7	5	74,2
50	8	6,5	110,34	100	8	6	106,39
Promedio				79.483			
Desviación Estándar				± 11.548			

❖ Imágenes de las características físicas de la fruta (palta var. Hass)

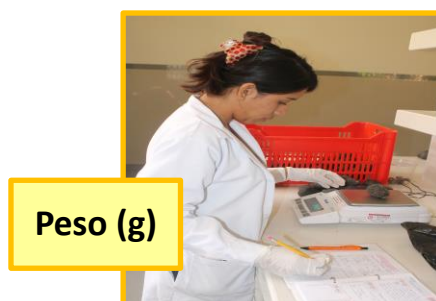
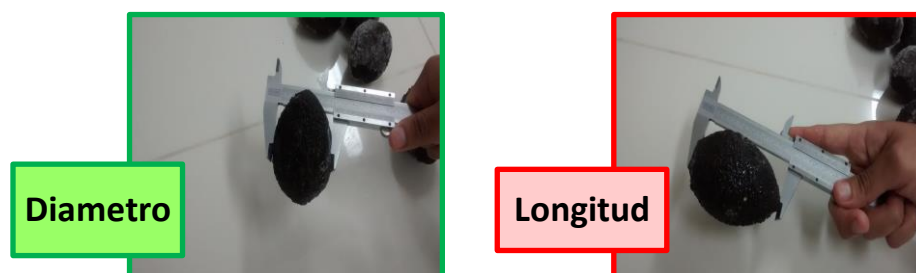
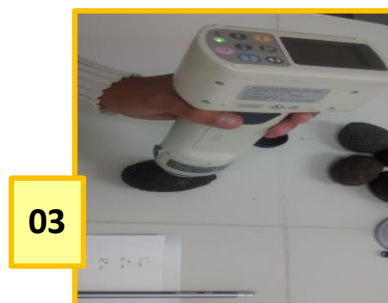


TABLA A.3.2. DATOS DEL COLOR DE LA FRUTA (PALTA var. HASS)

MUESTRA	L*	a*	b*	H (Tono)	C (Croma)
1	25.920	0.120	5.970	88.848	5.971
2	24.850	0.000	6.440	90.000	6.440
3	24.970	0.350	6.830	87.066	6.839
Promedio	25.247	0.157	6.413	88.638	6.417
Desviación Estándar	±0.586	±0.178	±0.431	±1.478	±0.434

❖ **Imágenes de la medición del color de la fruta (palta var. Hass)**



ANEXO 04

4.1. ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE MUESTRAS DE PULPA DE PALTA var. HASS

❖ Análisis de PH

El pH se midió con un multiparametro marca Thermoscientific, en forma directa sobre una solución homogénea de 20 gr. de pulpa de palta, bien molida y en 100 ml de agua destilada para luego ser filtrada.

Tabla A.4.1. Evaluación de pH

MUESTRA	PH
1	6.8
2	6.76
3	6.79
PROMEDIO	6.783
DESVIACION ESTANDAR	±0.021



❖ **Análisis de Acidez**

Para la acidez, se peso 10 gr de pulpa de palta molida y 50 ml de agua destilada. Para determinar su valor, se llevó la muestra hasta un pH 7 utilizando NaOH al 0.2 N, se tituló la muestra neutra hasta obtener un pH de 8.1 con el mismo NaOH. (Germán, 1975).

Para el cálculo se usó la siguiente fórmula:

$$\% \frac{p}{p} \text{ Acido Tartárico} = \frac{V_{gasto} \times N \times Meq \times 100}{gramos muestra}$$

Dónde:

Vgasto = Volumen de NaOH empleado (ml)

N = Normalidad de NaOH

Meq = Mili equivalentes de ácido Tartárico (0.072)

Gramos de muestra = Gramos de pulpa de palta

Tabla A.4.2. Evaluación de %Acidez

MUESTRA	Peso (g)	Gasto (ml)	% Acidez titulable (ácido tartárico)
1	10.1473	0.8	0.113
2	10.1032	0.8	0.114
3	10.1084	0.8	0.114
PROMEDIO			0.114
DESVIACION ESTANDAR			±0.05

❖ **Análisis de Brix**

Se pesó 5 g de muestra molida (pasta) y se añadió 25 ml de agua destilada, se filtró la mezcla y se determinó los grados °Brix en un refractómetro.



❖ **Análisis de Índice de Madurez**

El índice de madurez se determinó para cada condición como la relación existente entre los sólidos solubles y la acidez a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de madurez} = \frac{^{\circ}\text{Brix}}{\% \text{Acidez}}$$

Tabla A.4.3. Evaluación de Índice de Madurez

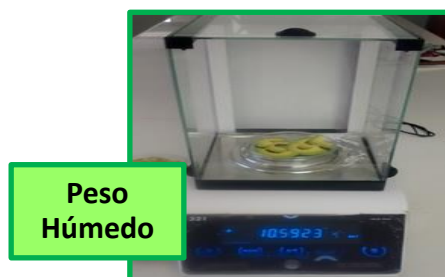
MUESTRA	°Brix y/o % Sólidos solubles	% Acidez titulable (ácido tartárico)	Índice de Madurez
1	7.8	0.113	70.909
2	7.8	0.114	68.421
3	7.8	0.114	68.421
PROMEDIO			69.250
DESVIACION ESTANDAR			±1.436

4.2. ANÁLISIS PROXIMAL DE MUESTRAS DE PULPA DE PALTA

❖ Análisis de humedad en la pulpa de palta

Tabla A.4.4. Evaluación de Humedad (%)

MUESTRA	Peso húmedo (g)	Peso Placa Petri Vacía (g)	Placa Petri + Muestra (g)	Peso Seco (g)	%Humedad
1	5,200	40,723	41,899	1,177	77,373
2	5,213	43,168	44,387	1,219	76,612
3	5,202	43,005	44,171	1,166	77,578
PROMEDIO					77,188
DESVIACIÓN ESTANDAR					±0,509



❖ Análisis de cenizas en la pulpa de palta

Tabla A.4.5. Evaluación de Cenizas (%)

Peso muestra (g)	peso crisol (g)	peso crisol+ muestra (g)	%cenizas
(1) 5,1839	42,2902	42,3499	1,152
(2) 5,0870	42,2211	42,3212	1,968
(3) 5,1145	42,2211	42,3316	2,160
PROMEDIO			1,760
DESVIACIÓN ESTÁNDAR			±0,536

❖ **Análisis del Extracto etéreo de pulpa de palta**

Tabla A.4.6. Evaluación de Extracto etéreo

MUESTRA	Peso muestra seca (g)	peso vaso vacío (g)	peso vaso+ aceite de muestra (g)	%Extracto etéreo (%EE)
1	10.0240	27.9967	36.1128	80.966
2	10.0066	27.7989	36.0543	82.499
3	10.0006	27.7007	35.2408	75.696
4	10.0370	27.9957	35.3135	72.908
PROMEDIO				78.017
DESVIACION ESTANDAR				±4.482



❖ **Análisis Contenido de Aceite en la pulpa de palta en peso en fresco**

Para el cálculo del contenido de aceite, en base al peso fresco del fruto, se usó la siguiente fórmula (Lee, 1981; Swarts, 1976):

$$\%Aceite P.F. = \frac{EE \times (100 - \%Humedad)}{gr. materia seca}$$

Dónde:

% Aceite P.F. = Porcentaje de aceite del fruto en base peso fresco.

EE = Peso del aceite extraído de la muestra deshidratada (Extracto etéreo).

Porcentaje de humedad = Porcentaje de humedad de la pulpa.

Gramos de materia seca = Gramos de pulpa seca a la que se le extrae el aceite.

Tabla A.4.7. Evaluación de Contenido de Aceite

Muestra	Gramos de materia Seca	% Humedad de la pulpa de palta Hass	Peso del aceite extraído (EE)	Contenido de Aceite (%)
1	10.0240	77.188	8.113	18.469
2	10.0066	77.188	8.255	18.825
3	10.0006	77.188	7.540	17.205
4	10.0370	77.188	7.318	16.632
PROMEDIO				17.783
DESVIACION ESTANDAR				±1.035

❖ **Análisis de proteínas en la pulpa de palta**

Figura A.4.8. Evaluación de Proteínas



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES
“COLECBI” S.A.C.
 REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

Pág. 1 de 1

INFORME DE ENSAYO N° 3545-16

SOLICITADO POR	GUILLEN SANCHEZ YOSELIN.
DIRECCION	: Los Olivos Mz. B6 Lote 11 Nuevo Chimbote.
PRODUCTO DECLARADO	: PALTA HASS.
CANTIDAD DE MUESTRA	: 01 muestra
PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA	: En bolsa de polietileno.
FECHA DE RECEPCIÓN	: 2016-11-09
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	: 2016-11-09
FECHA DE TERMINO DEL ENSAYO	: 2016-11-09
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: En buen estado.
ENSAYOS REALIZADOS EN	: Laboratorio Físico Químico.
CODIGO COLECBI	: SS 001976-16

RESULTADOS

ENSAYOS	MUESTRA
Proteínas (%) Factor 6,25	M - 1
	6,82

METODOLOGIA EMPLEADA
 Proteínas : UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.

NOTA:

- Muestra recepcionada en Laboratorios COLECBI S.A.C.
- Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra ensayada.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Fecha de Emisión : Nuevo Chimbote, Noviembre 10 del 2016.
 DVY/jms



Denis M. Vargas Yepéz
 Jefe de Laboratorio
 Físico Químico
 COLECBI S.A.C.



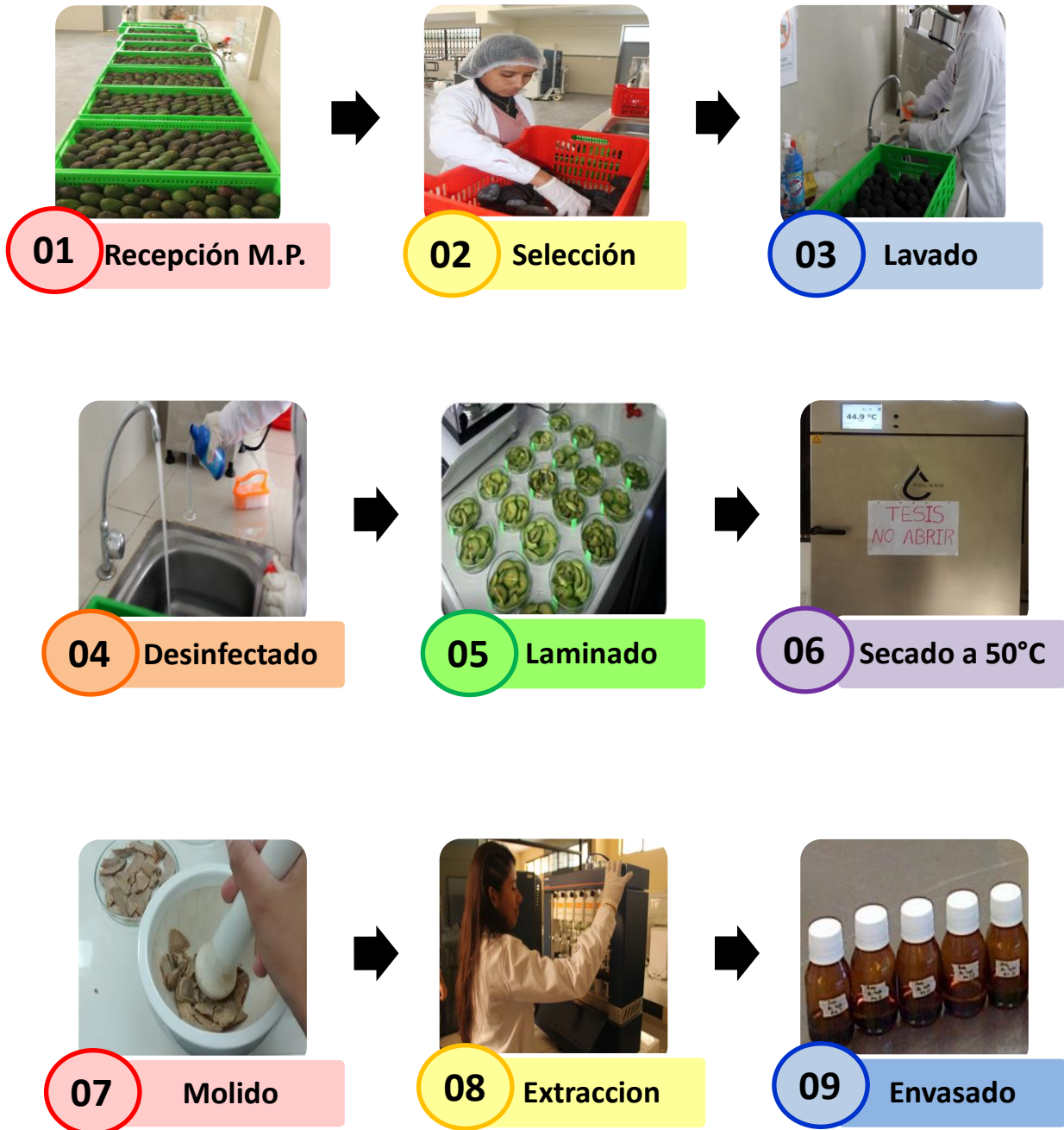
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE INFORME SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DE COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
 Rev. 04
 Fecha 2015-11-30

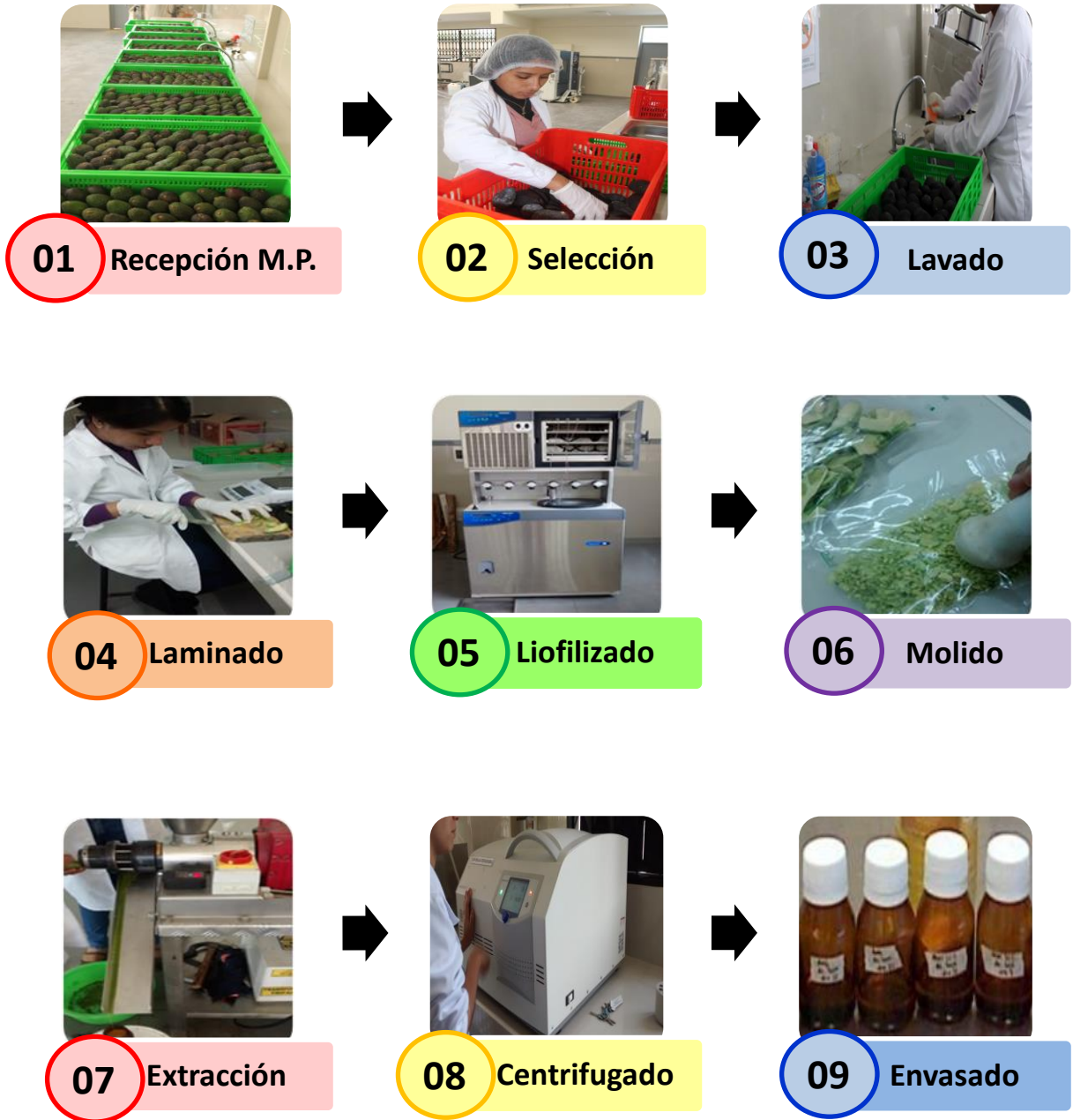
Fuente: Elaborado por laboratorios COLECBI S.A.C.

ANEXO 05

5.1. IMÁGENES DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PULPA DE PALTA POR SOXHLET.

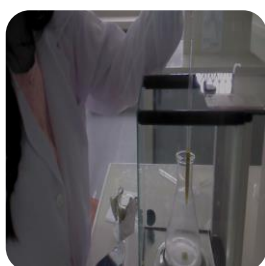


5.2. IMÁGENES DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE PULPA DE PALTA POR PRENSA-EXPELER.



5.3. IMÁGENES DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICO-QUÍMICAS DEL ACEITE DE PALTA EXTRAÍDO POR SOXHLET Y POR PRENSA-EXPELER

❖ Análisis de Índice de Acidez



Peso Muestra
Aceite



Adición -OH e
indicador

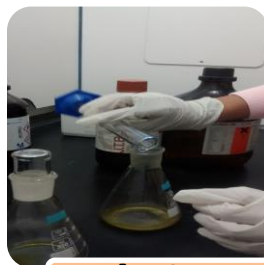


Titulación

❖ Análisis Índice de Peróxidos



Peso Muestra
Aceite



Acetona-
Cloroformo



Adición KI_{sat}



Yodo Liberado

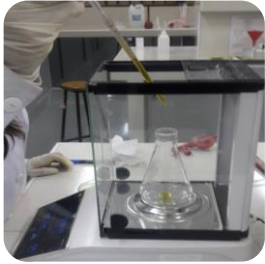


Titulación



Sol. Incolora

❖ Análisis de Yodo



**Peso Muestra
Aceite**



**Sol. Wijs-
Cloroformo**



Adición KI 15%



Adición H₂O_{dest}



**Aparición Color
Azul**

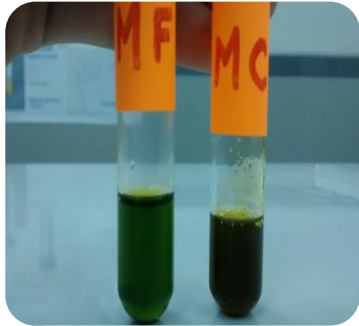


Titulación

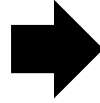


**Desaparición Color
Azul**

❖ **Análisis Índice de Refracción**



Muestras de Aceites de Palta



Refráctometro

❖ **Análisis del Color**



Muestras de Aceites de Palta



Colorimetro

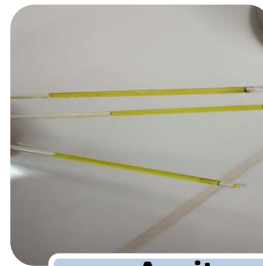
❖ **Análisis del Punto de Fusión**



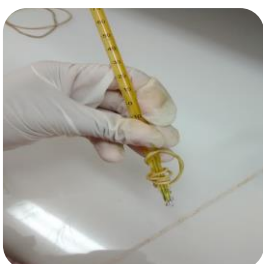
Inmersion



Capilar Cerrado



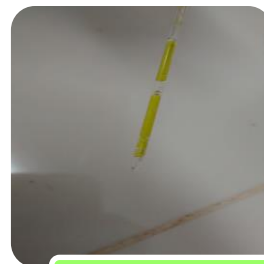
Aceite Solidificado



Fijar a un Termometro



Calentar



Aceite Fundido

5.4. IMÁGENES DE PÉRDIDA DE HUMEDAD DE LA PULPA DE PALTA

❖ En Liofilizado



Pesar Paltas Hass



Pesar Placa Vacía



Pesar Pulpa



Liofilizar



Pesar Placa+Muestra



Envasar Pulpa Liofilizada



Almacenamiento T: 8°C

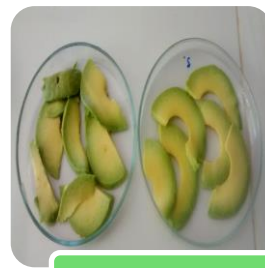
❖ En Secado Por Estufa



Pesar Paltas Hass



Pesar Placa
Petri Vacía



Pesar Pulpa



Secado Estufa



Pesar Placa
Petri+Muestra



Envasar pulpa
seca Molida

5.5 CROMATOGRAMAS DEL PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DEL ACEITE DE PALTA var. HASS OBTENIDO POR MÉTODO EN FRIO Y EN CALIENTE