

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



“EVALUACIÓN DE LA ACCIÓN ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO DE ROMERO
(*Rosmarinus officinalis*) EN EL ACEITE CRUDO DE PALTA (*Persea americana*)
CARACTERIZADA DE MAYOR RENDIMIENTO DE ACEITE, DEL VALLE DEL
UTCUBAMBA – REGIÓN AMAZONAS EN RELACIÓN AL CULTIVAR FUERTE”.

TESIS

Para Optar el Título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTOR:

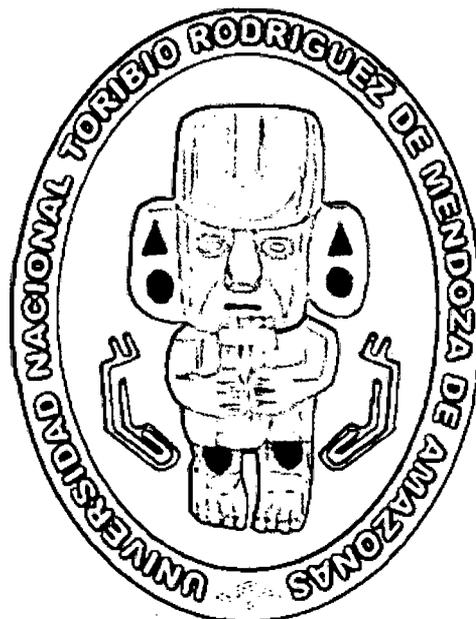
Br. HARVER MERCEDES MEGO BUSTAMANTE

CHACHAPOYAS – PERÚ

2009

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS**

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



**“EVALUACIÓN DE LA ACCIÓN ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO DE ROMERO
(*Rosmarinus officinalis*) EN EL ACEITE CRUDO DE PALTA (*Persea americana*)
CARACTERIZADA DE MAYOR RENDIMIENTO DE ACEITE, DEL VALLE DEL
UTCUBAMBA – REGIÓN AMAZONAS EN RELACIÓN AL CULTIVAR FUERTE”.**

TESIS

Para Optar el Título de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

AUTOR:

Br. HARVER MERCEDES MEGO BUSTAMANTE

CHACHAPOYAS – PERÚ

2009

DEDICATORIA

A Dios que me acompaña siempre

*A mis padres Gerardo y
Francisca, ejemplos de
perseverancia y trabajo, por
su apoyo incondicional.*

*A mis hermanos Nina y
Gerardo que me apoyaron
siempre.*

AGRADECIMIENTO

Mi especial agradecimiento a:

Al Ing. Armstrong Barnard Fernández Jeri, por la Asesoría brindada en la realización del presente trabajo.

Al Blgo. Carlos E. Millones Chanamé, docente y responsable de laboratorio de Biología de la UNAT-A, por el apoyo con los equipos para el desarrollo experimental de la presente investigación. A todo el personal técnico de los diferentes laboratorios por su apoyo y paciencia.

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL “TORIBIO
RODRÍGUEZ DE MENDOZA” DE AMAZONAS**

Dr. Hector Emilio Garay Montañez

PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE GOBIERNO

Ms C. Lorenzo Melquiades Alvites Velezmoro

VICEPRESIDENTE ACADÉMICO DE LA COMISIÓN DE GOBIERNO

Ing. Federico Raúl Sánchez Merino

VICEPRESIDENTE ADMINISTRATIVO DE LA COMISIÓN DE GOBIERNO

Ms. C. Miguel Ángel Barrena Gurbillón

COORDINADOR DE LA CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

AGROINDUSTRIAL



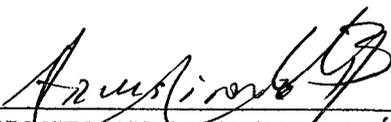
UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUÉZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
Ley de Creación N° 27347 Resolución de funcionamiento N° 114-2001-CONAFU
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS

El docente de la UNAT –A que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada “EVALUACIÓN DE LA ACCIÓN ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO DE ROMERO (*Rosmarinus officinalis*) EN EL ACEITE CRUDO DE PALTA (*Persea americana*) CARACTERIZADA DE MAYOR RENDIMIENTO DE ACEITE, DEL VALLE DEL UTCUBAMBA – REGIÓN AMAZONAS EN RELACIÓN AL CULTIVAR FUERTE”, del Tesista egresado de la carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNAT-A: **Br. HARVER MERCEDES MEGO BUSTAMANTE.**

El suscrito, da el visto bueno del informe final de la mencionada tesis, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiendo se supervisar el levantamiento de las observaciones dadas por el Jurado Evaluado, para su posterior sustentación.

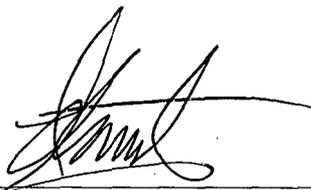
Chachapoyas 15 de julio de 2009



Ms. C. ARMSTRONG BARNARD FERNÁNDEZ JERI.
Asesor de Tesis

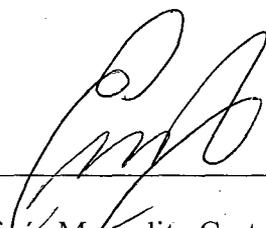
v

La presente ha sido aprobada por el siguiente jurado:



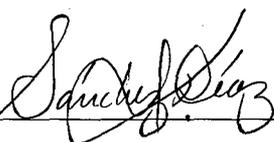
Ing. Elena Victoria Torres Mamani

PRESIDENTE



Ing. Efraín Manuelito Castro Alayo

SECRETARIO



Ing. Sonia Edith Sánchez Díaz

VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Chachapoyas, el día 03 de SETIEMBRE del año 2009, siendo las 16:20 horas, se reunieron los integrantes del Jurado conformado por:

Presidente: ELENA VICTORIA TORRES MAMANI

Secretario: EFRAIN MANUELITO CASTRO ALAYO

Vocal: SONIA EDITH SANCHEZ DIAZ

para evaluar la Sustentación del Informe de Tesis presentado por el(la) bachiller, don(ña) HANVER MERCEDES MEGO BUSTAMANTE,

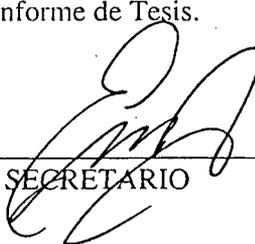
titulado EVALUACION DE LA ACCION ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO DE ROMERO (ROSMARINUS OFFICINALIS) EN EL ACBITO CRUDO DE PALTA

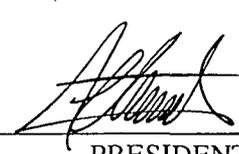
(PENSA AMERICANA) CARACTERIZADA DE MAYOR RENDIMIENTO DE ACBITO DEL VALLE DEL UCHUBAMBA - REGION AMAZONAS EN RELACION AL CULTIVO FUENTE

Después de la sustentación respectiva, el Jurado acuerda la APROBACIÓN (X),

DESAPROBACIÓN () por mayoría (), por unanimidad (X); en consecuencia, el (la) aspirante puede proseguir con el trámite subsiguiente, de acuerdo al Reglamento de Grados y Títulos de la UNAT-A.

Siendo las 18:20 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación del Informe de Tesis.


SECRETARIO


PRESIDENTE


VOCAL

Form6- T

II. MATERIALES Y MÉTODOS	17
2.1. MATERIALES	17
2.1.1. Material biológico	17
2.1.2. Materiales de laboratorio	18
2.1.3. Reactivos	19
2.1.4. Equipos	20
2.2. MÉTODOS	21
2.2.1. Recolección de frutos de palta	21
2.2.2. Determinación del contenido de humedad	22
2.2.3. Determinación del contenido de aceite en peso fresco (Método Soxhlet)	22
2.2.4. Determinación del contenido de pulpa, cascara y semilla de Palta	23
2.2.5. Extracción de aceite crudo de Palta (Método del prensado)	23
2.2.6. Caracterización física y química del fruto (Palta)	26
2.2.6.1 Caracterización física del fruto	26
2.2.6.2 Caracterización química del fruto	27
2.2.6.3 Caracterización química del aceite crudo	27
2.2.7. Recolección y tratamiento del Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	28
2.2.8. Obtención del extracto de Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	28
2.2.9. Prueba de estabilidad de grasa	30

2.2.10. Análisis estadístico y diseño experimental	30
2.2.10.1. Análisis de datos para obtener la selección con mayor rendimiento de aceite	33
2.2.10.2. Caracterización del la selección de palto proveniente del valle del Utcubamba que contiene mayor rendimiento de aceite	34
2.2.10.3. Análisis de datos para evaluar la actividad antioxidante del extracto de romero sobre el aceite de palta	35
III. RESULTADOS	37
3.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL FRUTO	37
3.2. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL FRUTO	40
3.3. RENDIMIENTO DE ACEITE	42
3.4. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA PULPA	44
3.5. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL ACEITE	45
3.6. CARACTERIZACIÓN DE LA SELECCIÓN DE MAYOR RENDIMIENTO	46
3.7. EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO DE ROMERO (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	47
IV. DISCUSIONES	54
V. CONCLUSIONES	60
VI. RECOMENDACIONES	62
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA	64
ANEXOS	68

ÍNDICE DE CUADROS

	Páginas.
Cuadro N° 01: Clasificación taxonómica de las especias	11
Cuadro N° 02: Contenido de humedad, materia seca, aceite en peso fresco y pH de la pulpa de las Paltas seleccionadas.	41
Cuadro N° 03: Rendimiento de aceite en base a 5 kg de materia prima y rendimiento en porcentaje por kilogramo de materia prima	43
Cuadro N° 04: Producción de aceite en kilogramos por hectárea para la variedad Fuerte y selección S-7	44
Cuadro N° 05: Análisis químico del aceite de palta para la variedad testigo y a selección de mayor rendimiento (S-7)	45
Cuadro N° 06: Análisis químico del aceite de Palta para la variedad testigo y la selección de mayor (S-7)	46
Cuadro N° 07: Caracterización físicas de la Selección S-7	47
Cuadro N° 08: Caracterización química de la Selección S -7	47
Cuadro A1: Descripción y principales características de los frutos de palto recolectadas en el Valle del Utcubamba	69
Cuadro A2: Características de la selección de palta S - 1	71
Cuadro A3: Características de la selección de palta S – 2	72
Cuadro A4: Características de la selección de palta S – 3	72
Cuadro A5: Características de la selección de palta S – 4	73
Cuadro A6: Características de la selección de palta S – 5	73

Cuadro A7: Características de la selección de palta S – 6	74
Cuadro A8: Características de la selección de palta S – 7	74
Cuadro A9: Características de la selección de palta S – 8	75
Cuadro A10: Características de la Variedad Fuerte/Testigo	75
Cuadro B1: Contenido de aceite, rendimiento en base a 5 kg, rendimiento por kg y pH de la variedad y selecciones recolectadas en el Valle del Utcubamba	77
Cuadro B2: Contenido de Humedad variedad y selecciones recolectadas en el Valle del Utcubamba	78
Cuadro B3: Análisis de Químicos realizados a la pulpa y aceite crudo de palta de la selección S-7 y la variedad Fuerte.	78
Cuadro B4: Valor de Índice de Peróxidos en meq O ₂ /Kg de aceite de palta crudo sometida a termooxidación	78
Cuadro C1: Análisis de la Varianza para los Peso (g) según Selecciones	80
Cuadro C2: Análisis de la Varianza para Diámetro Ecuatorial (cm.) según Selecciones	81
Cuadro C3: Análisis de la Varianza para Diámetro Polar (cm.) según Selecciones	81
Cuadro C4: Análisis de la Varianza para % Pulpa según Selección	81
Cuadro C5: Análisis de la Varianza para % Semilla según Selección	81
Cuadro C6: Análisis de la Varianza para % Cáscara según Selección	82

Cuadro C7: Contraste Múltiple de Rango para el promedio de Peso, Diámetro ecuatorial y Diámetro Polar (cm.) de frutos de palta de las selecciones estudiadas, del Valle del Utcubamba	82
Cuadro C8: Contraste Múltiple de Rango para Porcentaje de Pulpa, Cáscara y Semilla de frutos de palta de las selecciones estudiadas, del Valle del Utcubamba.	83
Cuadro C9: Análisis de la Varianza para Índice de Peróxidos - Sumas de Cuadrados de Tipo III	84
Cuadro C10: diferencias significativas de las Medias de Índice de peróxidos según tratamientos	85
Cuadro C11: Contraste Múltiple de Rangos para Índice de Peróxidos según tratamientos	85
Cuadro D1: Relación entre el porcentaje de ácidos grasos libres y la concentración de la solución titulante	90
Cuadro F1: Costos de Instalación	100
Cuadro F2: Costos de Mantenimiento	100
Cuadro F3: Producción de aceite de la variedad Fuerte y selección S-7	100
Cuadro F4: Flujo de caja de aceite de palta selección S-7 (expresado en soles)	101
Cuadro F5: Tabla de pagos detallada	103

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Páginas.
Gráfico N° 01: Peso promedio del los frutos de palto del valle del Utcubamba	37
Gráfico N° 02: Diámetros ecuatoriales y polares promedios de los frutos de palta.	38
Gráfico N° 03: Porcentaje de y pulpa, cáscara y semilla de los frutos de palta	40
Gráfico N° 04: Rendimiento de aceite de palta promedio (valores para 5000.g de fruto fresco.	42
Gráfico N° 05: Efecto del extracto de Romero en aceite de palta crudo a concentraciones de: 0,0 % (control); 0,01 % (3 uL); 0,05 % (15 uL); 0,10 % (30 uL).	50

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas.
Figura.Nº.01: Imagen del Romero (<i>Rosmarinus officinalis</i>).	12
Figura Nº 02: Selecciones de palta Geo referenciadas a lo largo del Valle del Utcubamba mostradas según Google Earth.	18
Figura Nº 03: Diagrama de flujo para la extracción del aceite de palta crudo	23
Figura Nº 04: Diagrama del diseño experimental	32
Figura E1: Variedad Fuerte y Selecciones de palta del Valle del Utcubamba	94
Figura E2: Variedad Fuerte recolectada en el valle de Utcubamba	94
Figura E3: Selección S-7 de mayor rendimiento de aceite del Valle del Utcubamba	95
Figura E4: Prensa Artesanal	95
Figura E5: Prensa artesanal (cilindro y bandeja recolectora)	96
Figura E6: Aceite extraído por método de prensado, luego de ser tratado con extracto de Romero	96
Figura E7: Medición del peso para determinar el índice de peróxido del aceite de palta Crudo	97
Figura E8: Titulación determinar el Índice de peróxido del aceite de palta Crudo	97
Figura E9: Aceite de palta crudo variedad Fuerte y selección S-7	98

Figura E10: Extracción de Aceite de palta con éter de petróleo, método Soxhlet	98
Figura.F1.:Diagrama de extracción industrial de aceite de Palta	99

RESUMEN

Los objetivos de la presente investigación fue evaluar el rendimiento de aceite de ocho selecciones de Palta (*Persea americana*) de elevada producción del valle del Utcubamba en relación a la variedad Fuerte y realizar la caracterización físico-química de la selección de mayor de rendimiento, así también, evaluar la actividad antioxidante del extracto de Romero (*Rosmarinus officinalis*) en el aceite crudo de palta sometida a termooxidación.

Para la realización de dicho estudio se realizó la recolección de ocho selecciones de palta (*Persea americana*) a lo largo del valle del Utcubamba desde el anexo San Isidro hasta el Distrito de Magdalena, plantas que presentaran elevados niveles de producción (mayores a la variedad Fuerte), excelentes características fenotípicas de planta y elevado contenido de aceite del fruto; este ultimo referenciado por el productor. La variedad Fuerte fue considerada como nuestro testigo, y se realizaron análisis de las características físicas y químicas del fruto y análisis químicos al aceite.

La selección de mayor rendimiento de aceite de entre las selecciones recolectadas en el Valle del Utcubamba resulto ser la selección S-7, con un rendimiento del 15,931 % de aceite por kilogramo de fruto fresco, perteneciente al fundo “La Rivera” del anexo de San Isidro, cuya propietaria es la Sra. Amalia Rabanal de Saldaña y ubicándose a un altitud de 1710 msnm, y una ubicación en coordenadas UTM es 175603 E / 9308156 N.

La evaluación de la actividad antioxidante del extracto de Romero (*Rosmarinus officinalis*) se realizó ensayando la adición de tres concentraciones (0,01 %, 0,05 % y

0,1 % v/v) de extracto etanólico preparado a partir de Romero y se evaluó la estabilidad oxidativa mediante el método de almacenamiento acelerado en estufa o Test de Schaal y con la finalidad de demostrar el efecto antioxidante del extracto de Romero, se preparó una muestra sin antioxidante (control), cuyos resultados se evaluaron estadísticamente por medio de un diseño estadístico en bloques completamente aleatorizado.

El grado de oxidación se evaluó cuantitativamente por medio del índice de peróxido que se midió cada 24 horas durante una semana para cada una de las concentraciones del extracto de romero; en conclusión se encontró que el extracto de Romero (*Rosmarinus officinalis*) presenta efecto antioxidante con el método ensayado, siendo más significativo la concentración de 0,1 %; mostrándose así el Romero como un compuesto antioxidante.

Para realizar el análisis de datos se empleó el software Statgraphics Plus Versión 5,1 para Windows con la cual se realizó el procesamiento de las variables tanto para la evaluación rendimiento de aceite como el análisis de las características físicas y químicas, utilizando un diseño completamente al azar y la prueba de intervalos múltiples de Duncan al 95 %; para la evaluación de la actividad antioxidante del extracto etanólico de Romero se puso en práctica un diseño en bloques completamente aleatorizado y la prueba de intervalos múltiples de Duncan al 95 % de confianza.

ABSTRACT

The objectives of the present investigation were to evaluate the yield of oil of eight selections of Avocado (*Persea Americana*) of high production of the valley of the Utcubamba in relation to the Strong variety and to carry out the physical-chemical characterization of the selection of bigger than yield, likewise, to evaluate the activity antioxidant of the extract of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) in the raw oil of subjected avocado to oxidation term.

For the realization of this study he was carried out the gathering of eight avocado selections (*Persea American*) along the valley of the Utcubamba from the annex San Isidro until Magdalena's District, plants that presented high production levels (bigger to the Strong variety), excellent characteristic plant phenotypic and high content of oil of the fruit; this I finish indexed by the producer. The Strong variety was considered as our witness, and they were carried out analysis of the physical and chemical characteristics of the fruit and chemical analysis to the oil.

The selection of bigger yield of oil of among the selections gathered in the Valley of the Utcubamba I turn out to be the selection S-7, with a yield of 15,931% of oil for kilogram of fresh fruit, belonging to the "La Rivera" of the annex of San Isidro whose landlady is Mrs. Amalia Rabanal de Saldaña am founded and being located to an altitude of 1710 msnm, and a location in coordinated UTM is 175603 E / 9308156 N.

The evaluation of the activity antioxidant of the extract of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) he was carried out rehearsing the addition of three concentrations (0,01%,

0,05% and 0,1% v/v) of extract prepared ethanol starting from Rosemary and the stability oxidative was evaluated by means of the method of quick storage in stove or Test of Schaal and with the purpose of demonstrating the effect antioxidant of the extract of Rosemary, he/she got ready a sample without antioxidant (witness) whose results were evaluated statistically by means of a statistical design in totally randomized blocks.

The degree of oxidation was evaluated quantitatively by means of the index of peroxide that was measured every 24 hours during one week for each one of the concentrations of the extract of rosemary; in conclusion it was found that the extract of Rosemary (*Rosmarinus officinalis*) it presents effect antioxidant with the rehearsed method, being more significant the concentration of 0,1 %; being shown this way the Rosemary like a compound antioxidant.

To carry out the analysis of data the software Stat graphics Bonus Version it was used 5,1 for Windows with which was carried out the prosecution of the so much variables for the evaluation yield of oil as the analysis of the physical and chemical characteristics, using a design totally at random and the test of multiple intervals of Duncan to 95 %; for the evaluation of the activity antioxidant of the extract ethanol of Rosemary he put into practice a design in totally randomized blocks and the test of multiple intervals from Duncan to the 95 % of trust.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú la producción de Palta (*Persea americana*) ha experimentado notables incrementos en los últimos años, encontrándose en la actualidad con una tendencia creciente en su producción debido al aumento de la demanda en el mercado mundial. La superficie cosechada de palta durante el periodo 1994-2007 experimentó un gran crecimiento, llegando a duplicarse, pasando de 6 368 ha (1994), a 13 603 ha (2007); igual comportamiento tiene la producción con incrementos cada vez mayores hasta alcanzar 121 720 toneladas en el año 2007, con una tasa de crecimiento anual de 6,67 % (DGIA, 2008).

El rendimiento del palto en el Perú es de 9,34 t/ha, siendo una de las más elevadas del mundo y sólo superada por Israel con 11,2 t y México con 10,2 t (Sierra Exportadora 2008).

En el Perú actualmente operan entre 25 y 30 empresas exportadoras de palta (ADEX-Perú, 2008).

En la actualidad el saldo de la balanza comercial nacional del sub sector de aceites y grasas alimenticias muestra un déficit permanente, como resultado del mayor nivel de las importaciones, puesto a que la producción nacional no cubre la demanda interna del sector, hallándose Argentina y Estados Unidos como nuestros principales proveedores sumándose a esto la continúa alza del precio internacional del aceite comestible, consecuencia del incremento en la demanda de las oleaginosas, producto que se está

destinando en mayor proporción a la producción de biodiesel que para aceites de uso alimenticio (DGIA, 2008).

Desde hace varios años la elección de los lípidos comestibles se ha convertido en un aspecto importante para el consumidor, quien está tratando de dirigir sus hábitos alimenticios hacia un estilo de vida más saludable y natural. Es por eso que aceites vegetales, particularmente aquellos ricos en ácido oleico, ácido graso monoinsaturado de conocidos beneficios para la salud cardiovascular, como el aceite de oliva, han experimentado un aumento progresivo en la demanda, reemplazando las grasas de origen animal. La palta es una alternativa atractiva para la agroindustria por su alto contenido de aceite en la pulpa, la cual no sólo permite obtener un alimento saludable para el consumidor, como aceite refinado, sino que también debido a las propiedades de éste, es de gran uso en la elaboración de determinados productos farmacéuticos, tanto cosméticos como medicinales (Costa, 2001).

El contenido graso en las paltas se ve afectado por varios factores, siendo los principales: el cultivar, las condiciones agro-ecológicas en que se cultiva el árbol y el estado de desarrollo del fruto. Se determinó que las tres razas de paltos difieren marcadamente en su contenido de aceite, presentando en base a peso fresco; siendo la Raza una denominación por el origen geográfico de procedencia (Parra, 2005).

En la literatura, no existen parámetros establecidos de calidad para el aceite de palta comestible, debido a que su extracción se realiza principalmente para usos cosmetológicos. Sin embargo, es posible compararlo con el aceite de oliva, para el cual existen estándares de calidad bien definidos, debido a que ambos son aceites

provenientes de frutos y muestran composiciones similares. Ambos presentan un alto contenido de ácidos grasos monoinsaturados, el aceite de oliva presenta en promedio valores de 77 % de monoinsaturados, 9 % de poliinsaturados y 14 % de saturados y el aceite de palta presenta 82 % de monoinsaturados, 8 % de poliinsaturados y 10 % de saturados, siendo también el principal el ácido oleico (Parra, 2005).

Uno de los grandes problemas de las grasas que presentan un alto grado de insaturación como el aceite de palta es su susceptibilidad a la oxidación y enranciamiento, para poder evitar o retardar esta oxidación en un aceite es necesario la utilización de diversos antioxidantes (Pokorny, 2001).

Los antioxidantes sintéticos son ampliamente utilizados en la industria de los alimentos; sin embargo, existe preocupación respecto a su seguridad alimentaria, lo cual ha dirigido el interés hacia los antioxidantes naturales ya que éstos se consideran más seguros. Los antioxidantes naturales pueden, además, reforzar la actividad de los sistemas antioxidantes endógenos aportando una protección extra para el estrés oxidativo. Los alimentos adicionados de antioxidantes naturales pueden ser considerados como alimentos funcionales ya que proveerían de una mejor condición de salud al consumidor (Valenzuela y Sanhueza, 2003).

El Romero (*Rosmarinus officinalis*) es una de las especias más efectivas y se emplea ampliamente durante el procesado de los alimentos. Es la única especia de la que se dispone comercialmente para uso como antioxidante en Europa y Estados Unidos. Dado su uso primario como agente aromatizante, los productos de extractos de Romero no

están incluidos técnicamente como preservantes ni como antioxidantes naturales (Pokorny, 2001).

En la región Amazonas el cultivo de palta está creciendo como en el resto de país, con gran potencial en el valle del Utcubamba, a partir de plantas francas de considerable pluralidad, producidas por el cruzamiento híbrido natural; razón por la que se realiza la presente investigación con la finalidad de estudiar la diversidad de ésta especie y dar conocer así una variedad o tipo de palto que presente alta producción, excelentes características fisiológica y elevado contenido de aceite; por otro lado viendo la importancia de la conservación del aceite de palta se evalúa diferentes concentraciones de extracto de Romero (*Rosmarinus officinalis*) como antioxidante. En tal sentido los objetivos de la presente investigación son:

- Evaluar la actividad antioxidante del extracto de Romero (*Rosmarinus officinalis*) sobre el aceite de palta (*Persea americana*) sometida a termooxidación.
- Evaluar el rendimiento del contenido de aceite de ocho selecciones de palta (*Persea americana*) del valle del Utcubamba en relación a la variedad Fuerte.
- Realizar la caracterización físico-química de la selección de palta (*Persea americana*) del valle del Utcubamba que presente el mayor rendimiento de aceite en función al cultivar Fuerte.

1.1. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL BIOLÓGICO

1.1.1. Palta (*Persea americana*)

1.1.1.1. Descripción taxonómica

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Magnoliopsida
Sub. Clase	:	Magnolíneas
Orden	:	Lurales
Familia	:	Laurácea
Género	:	Persea
Especie	:	Persea americana
Nombre común	:	Palta, aguacate, avocado.

(Maldonado, 2006)

1.1.1.2. Razas ecológicas de acuerdo a su origen geográfico

Antes de que los europeos conocieran los paltos, ya habían sido seleccionados algunos tipos hortícolas, que fueron considerablemente mejorados durante milenios a partir de los tipos silvestres. Estos tipos mejorados pertenecían a tres taxones, variedades botánicas o subespecies distintas, que son las actualmente denominadas razas mexicana (variedad *drymifolia*), guatemalteca (variedad *guatemalensis*) y antillana o “de las tierras bajas” (variedad *americana*) (Whiley y Schaffer, 2007).

De acuerdo a su origen geográfico el palto, *Persea americana*, se encuentra en estado silvestre formando parte de tres razas: mexicana, antillana y guatemalteca. La raza mexicana se distingue por tener en sus hojas un fuerte olor a anís; esto se percibe fácilmente al estrujar una hoja (Herbert y Rafael, 1969). Los frutos son generalmente pequeños (25 a 75 mm. de largo) con pesos de 90 a 180 g, piriformes de cáscara muy delgada, suave y fácilmente quebradiza (Maldonado, 2006).

La raza guatemalteca se caracteriza por tener frutos con cáscara gruesa, correosa y rugosa al tacto. Las plantas tienden a florear más tarde que las de raza mexicana y los frutos tienen una época de maduración mucho más tardía que las otras dos razas (Herbert y Rafael, 1969). Presenta frutos de mediano a gran tamaño (7,5 a 25 cm. de largo), peso de 110 a 1 500 g, esféricos ovalados y piriformes (Maldonado, 2006).

La raza antillana normalmente produce frutos que tienen su cáscara suave, flexible, de consistencia correosa y de mediano grosor (Herbert S. y Rafael F. 1969). Su fruto es de tamaño mediano a grande (7,5 a 25 cm. de largo) con peso de 110 a 1100 g, ovalados a piriformes (Maldonado, 2006).

El contenido de aceite de las paltas, determinado en base al peso fresco del fruto, varía según el eco-tipo (raza hortícola) de 2,5 a 8,0% en los cultivares antillanos, entre 10 a 13% en los

cultivares guatemaltecos y de 15 a 25% o inclusive más, en los cultivares mexicanos (Whiley y Schaffer, 2007).

Se conocen híbridos producidos entre todas las razas descritas, pero solo tienen importancia comercial los cruces de las variedades guatemaltecas con mexicanas y guatemaltecas con antillanas. En el Perú, muchas de las mejores variedades existentes también tienen origen híbrido (Herbert y Rafael, 1969).

El cultivar Fuerte es un híbrido entre las razas mexicana y guatemalteca, llevada a California desde México; es la variedad más importante en este estado norteamericano desde 1920. El fruto es piriforme de tamaño mediano, con 300 a 400 gramos en promedio. La cáscara es ligeramente áspera, verde oscura, medianamente gruesa y de consistencia correosa. La calidad es muy buena, los frutos tienen semillas de tamaño mediano. La planta es vigorosa pero a menudo algo compacta y enanizada. Las producciones son generalmente buenas (100 Kg por planta en la Molina) pero tiene una fuerte tendencia a alterar sus cosechas. En algunos lugares es regularmente auto-fértil, pero generalmente produce mejor si una variedad polinizante es interplantada (Herbert y Rafael, 1969).

1.1.1.3. Ficha técnica

Nombre científico	:	<i>Persea americana</i>
Origen	:	América central y México
Familia	:	Laurácea

Consideraciones Adicionales

Altura de planta ideal	:	6 – 8 m.
Profundidad de raíz	:	2,5 – 8 m.
Variedades más importantes:	:	Fuerte y Hass (exportación).
Periodo vegetativo	:	Inicio de cosecha de 4-5 años.
Vida útil	:	20 – 30 años.
Requerimiento de suelo	:	Textura franco arenosa.
pH	:	5 – 8,5
Épocas de siembra	:	Todo el año.
Épocas de cosecha	:	Noviembre – diciembre.
Temperatura óptima	:	18 – 25 °C.

Mercados Demandantes

Mercado nacional	:	Lima, Piura, Junín, Ica
Mercado internacional	:	EE.UU. y Europa.

Manejo técnico:

Semilla (plantas/h)	:	328 - 333.
Distanciamiento de siembra:	:	7x6 ó 6x5.

Fertilizantes:

Nitrógeno (N) (Kg/h)	:	300 – 400.
Fósforo (P) (Kg/h)	:	100 – 120.
Potasio (K) (Kg /h)	:	60 – 80.

Materia orgánica (t/ha) : 10.

Riego:

Frecuencia de riego (días) : 15 – 20.

Volumen por campaña : 9 000 – 11 000 (m³/h).

(Maldonado, 2006)

1.1.2. Romero (*Rosmarinus officinalis*)

El material vegetal fue recolectado en la provincia de Luya cuya descripción taxonómica se describe a continuación.

1.1.2.1. Descripción taxonómica

Reino : Plantae
División : Magnoliophyta
Clase : Magnoliopsida
Subclase : Asteridae
Orden : Lamiales
Familia : Lamiaceae
Género : Rosmarinus
Especie : *Rosmarinus officinalis*
Nombre común : Romero, rosa marina, hierba de las coronas

(Valle, 2006)

1.1.2.2. El Romero como especia

Una especia es una planta constituida por fibra, azúcar, proteínas, goma, aceites esenciales y otros componentes. Entre estos componentes, el aceite esencial volátil es el que imparte a la especia su aroma particular (Hirasa y Takemasa, 2002).

Botánicamente se clasifica a una hierba como una planta perenne, pero el significado de especia procede de su uso culinario, no de la clasificación vegetal. Una especia debe por tanto ser comestible (Hirasa y Takemasa, 2002).

De hecho ninguna de las definiciones de especia distinguen claramente entre una especia y una hierba, sin embargo, en el Cuadro N° 01 se muestra la clasificación de las especias desde el punto de vista botánico, en éste cuadro también se muestra muchas especias botánicas de la familia Labiatae, Umbelliferae y Zingiberaceae se consideran especias (Hirasa y Takemasa, 2002).

Cuadro N° 01: Clasificación botánica de las especias

Clasificación Taxonómica		Especias	
ANGIOSPERMAE	<i>Dicotyledoneae</i>		
	- <i>Sympetalae</i>		
	<i>Tubiflorae</i>	<i>Labiatae</i>	Albahaca, mejorana, menta, orégano, perilla, romero , salvia, tomillo.
		<i>Solanaceae</i>	Chile, pimentón, pimienta roja.
		<i>Pedaliaceae</i>	Sésamo.
	<i>Campalunatae</i>	<i>Compositae</i>	Manzanilla, achicoria.
	- <i>Archichlamydaeae</i>		
	<i>Piperales</i>	<i>Piperaceae</i>	Cubeba, pimienta larga.
	<i>Ranales</i>	<i>Myristicaceae</i>	Macis, nuez moscada.
		<i>Lauraceae</i>	Laurel, canela de china.
		<i>Magnoliaceae</i>	Anís estrellado.
	<i>Rhoeadales</i>	<i>Cruciferae</i>	Mostaza, wasab.
	<i>Myrtiflorae</i>	<i>Myrtaceae</i>	Pimienta, clavo.
	<i>Umbelliflorae</i>	<i>Umbelliferae</i>	Anís, apio, comino, hinojo, perejil.
	<i>Monocyledonae</i>		
<i>Liliiflorae</i>	<i>Liliaceae</i>	Ajo, cebolla.	
	<i>Iridaceae</i>	Azafrán.	
<i>Scitamineae</i>	<i>Zingiberaceae</i>	Cardamomo, jengibre, cúrcuma.	
<i>Orchidales</i>	<i>Orquidaceae</i>	Vainilla.	

Fuente: Pokorny, 2001.

1.1.2.3. Descripción y hábitat

El Romero (*Rosmarinus officinalis*) es una planta vivaz, leñosa, sub-arbustiva y perfumada pertenece a la familia de las labiadas (labiateae). Puede medir de 50 a 150 cm. de altura y es perenne, frondoso y muy ramificado (López, 2008), como se muestra a continuación: derecha toma frontal del Romero (*Rosmarinus officinalis*), izquierda disposición floral (Cerpa, 2007).



Figura N° 01: Imagen del Romero (*Rosmarinus officinalis*).

Los principios activos se concentran en las hojas y, a veces, en la sumidad florida. Las primeras son rugosas opuestas, alargadas de una tonalidad verde oscura, coriáceas y estrechamente lineares (rayares). Pueden llegar a medir hasta 3 cm de largo y 4 mm de ancho, y sus márgenes enteros enrollados hacia abajo hacen que parezcan casi cilíndricas. La cara superior de las hojas jóvenes es pelosa y de color verde intenso (las hojas adultas son glabras-lampiñas), ésta cara es rugosa y está surcada por el nervio medio, que está hendido.

Este mismo nervio sobresale claramente en el envés, que está cubierto por una densa capa de pelos blanco.

La floración dura casi todo el año y produce flores se caracterizan por presentar dos pétalos dispuestos en dos labios (labiadas) que se agrupan en inflorescencias densas, que se encuentran en las axilas de las hojas. La corola es azulada, rosa o blanca, con manchas violáceas. Toda la planta desprende un fuerte y aromático olor, algo alcanforado. Su sabor es característico también a su aroma, pero áspero y algo picante (López, 2008).

Este arbusto, propio de zonas secas y áridas, es originario de la zona mediterránea, donde también se cultiva. De hecho, sus principales países productores son España, Marruecos y Túnez. La recolección se realiza entre los meses de abril a julio, y se conserva en cajas de cartón o bolsas de papel (López, 2008).

1.1.2.4. Composición química

Entre sus componentes más característicos se encuentran monoterpenos, sesquiterpenos, monoterpenoles, esteres terpénicos, monoterponas, derivados terpénicos, diterpenos tricíclicos, polifenoles entre otros que contribuyen a su complejo sabor.

a. Composición del aceite esencial

El aceite esencial es un líquido incoloro o de color amarillo pálido con un fuerte aroma fresco, alcanforado o mentolado herbáceo y un bajo aroma a madera balsámica. Es usado por las industrias farmacéutica, cosmética y alimenticia como un aditivo para dar fragancia a sopas, cremas, lociones y perfumes. Por otra parte, se conoce sus propiedades biocidas y repelentes para los insectos. Exhibe una buena actividad microbicida contra algunas bacterias y mycetas. Los pulgones son repelidos por su aroma (Cerpa, 2007).

El romero presenta un contenido de $1,35 \pm 0,104$ % en peso de aceite esencial, referenciado en base húmeda y un contenido de humedad de 22,5 % g/g (Cerpa, 2007).

La composición química del aceite esencial del Romero según Cerpa, 2007, es:

Monoterpenos : α - pineno (12,9 - 14,4 %); β -pineno (2,6 - 3,9 %). canfeno (7,3 - 8,6 %); limoneno (3,7 - 4,4 %); verbenona (4,3 - 5,8 %).

Sesquiterpenos : β -cariofileno (4,1 - 5,3 %).

Monoterpenoles : borneol (4,8 - 5,9 %).

Monoterponas : alcanfor (16,1 - 18,1 %).

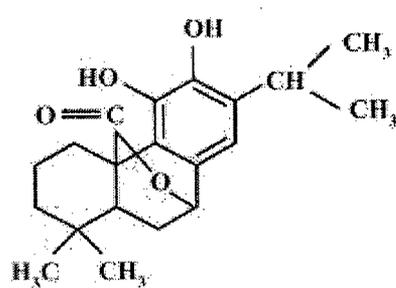
Esteres terpénicos: 1,8-cineol (18,3 - 19,9 %); acetato de bornilo (4,3 - 6,1 %).

b. Componentes antioxidantes

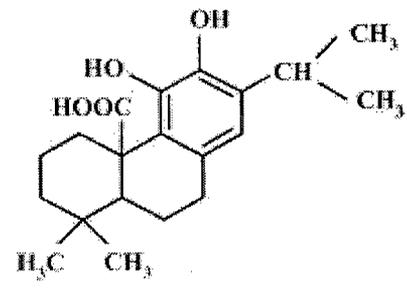
Diversos estudios sobre la composición química del Romero (*Rosmarinus officinalis*), conjuntamente con la evaluación de la capacidad de los extractos de romero para inhibir la oxidación de los lípidos se identificaron y comprobaron componentes activos antioxidantes contenidos en los extractos; dichos componentes son derivados terpénicos y conforman la estructura química antioxidante del romero; los cuales son:

Diterpenos tricíclicos (fenólicos): ácido carnósico (carnosina), carnosol, rosmanol, rosmaridifenol, rosmadial, epirosmanol, isorosmanol, rosmariquinona, ácido rosmarínico. (Pokorny, 2001).

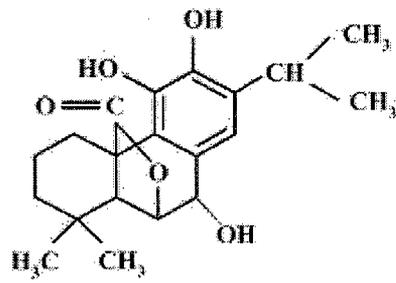
A continuación se muestra la estructura química de los principales componentes que cumplen una acción antioxidante en el Romero (*Rosmarinus officinalis*) (Pokorny, 2001).



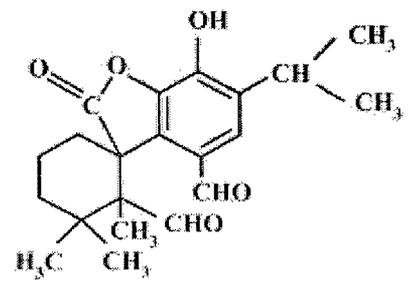
Carnosol



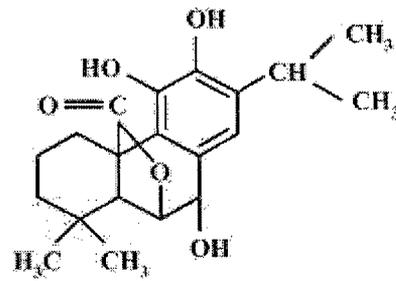
Ácido Carnósico



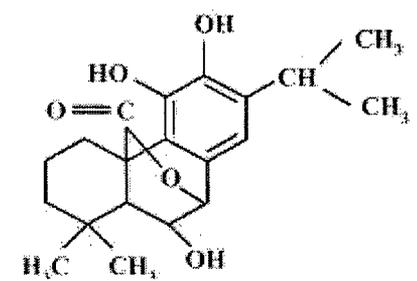
Rosmanol



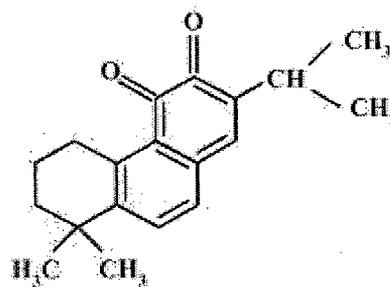
Rosmadiol



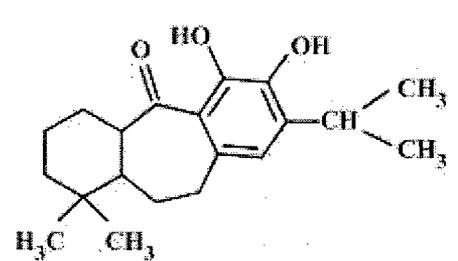
Epirosmanol



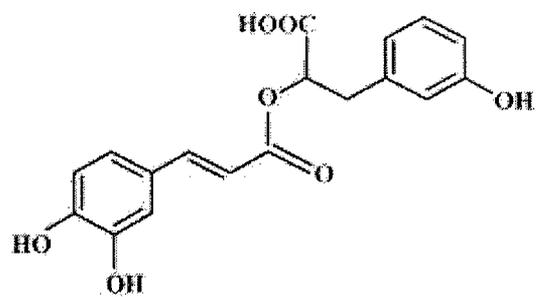
Isorosmanol



Rosmaridifenol



Rosmariquinona



Ácido Rosmarínico

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. MATERIALES

2.1.1. Material biológico

Para el desarrollo de la presente investigación se empleó: Romero (*Rosmarinus officinalis*) proveniente del distrito de Luya y 9 selecciones de Palta (*Persea americana*); 8 seleccionados a lo largo del valle del Utcubamba (teniendo como premisa que presenten una alta producción, excelentes características fisiológicas y un elevado contenido de aceite) y una selección testigo (variedad Fuerte) recolectada en la ciudad de Chachapoyas. Las 9 selecciones de palta recolectadas se codificaron de la siguiente manera: F-9 (Testigo - variedad Fuerte), S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6, S-7, S-8; las cuales fueron geo-referenciadas en coordenadas UTM (Universal Transverse Mercator) para determinar su ubicación, estableciendo de esta manera coordenadas, altitud, propietario, nombre del fundo y realizando una descripción detallada de las características fenotípicas de cada planta, como se muestra en detalle en el Anexo A (Tabla A1).

La elevada producción de las 8 selecciones recolectadas, superan a la variedad Fuerte hasta en un 20 %, en las condiciones cultivadas en el valle del Utcubamba (sin asistencia técnica); pudiendo llegar a duplicar esta diferencia de producción con un sistema de cultivo tecnificado y la asistencia técnica adecuada.

A continuación se muestra una toma satelital según el Google Earth del valle del Utcubamba, indicando los puntos de recolección de cada una de las selecciones empleadas en nuestro estudio (Fuente: Elaboración propia a partir del Google Earth).

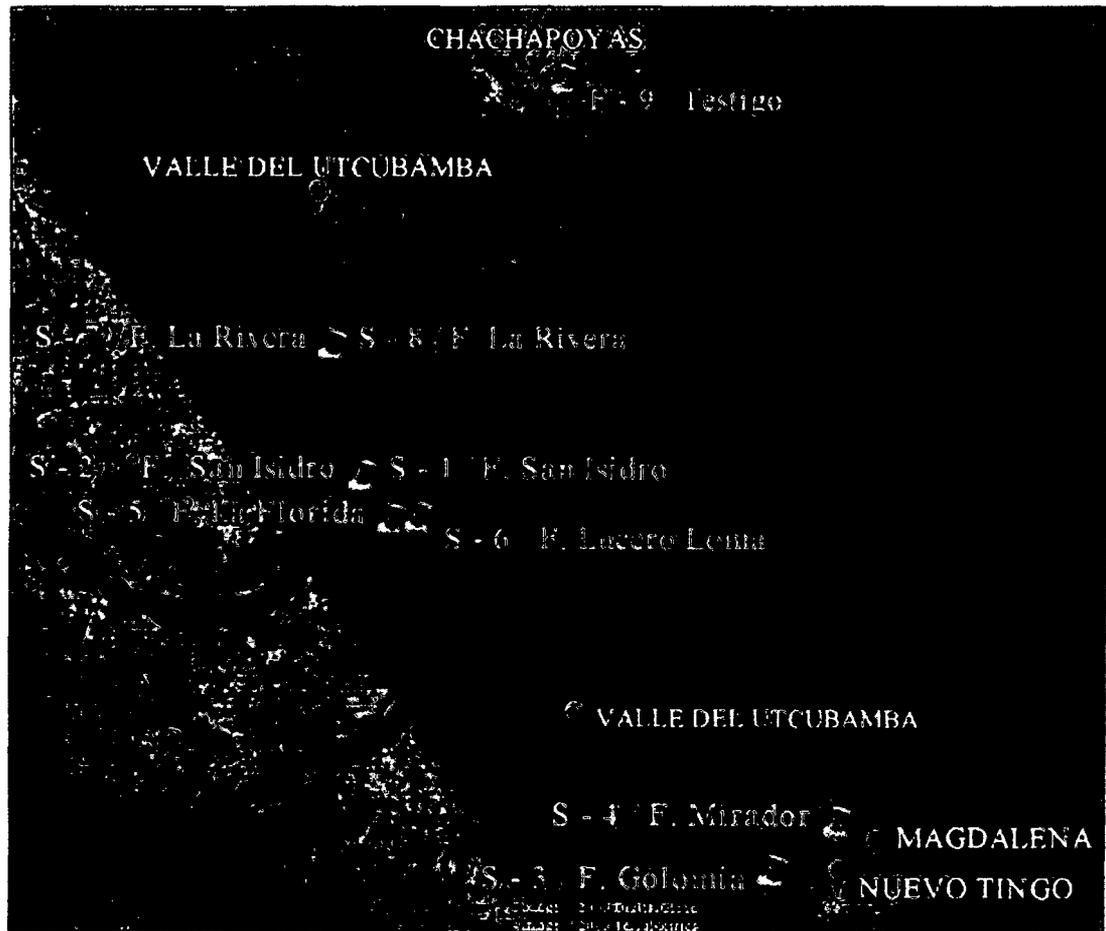


Figura N° 02: Selecciones de palta Geo referenciadas a lo largo del Valle del

Utcubamba mostradas según Google Earth.

2.1.2. Materiales de laboratorio

Materiales de vidrio

- Balón de 1000 mL.
- Bagueta de vidrio.
- Bureta de 50 mL.
- Fiola de 500 mL.

- Matraz de 250 mL.
- Pipeta de 1, 2, 5, 10, 30 mL.
- Probeta de 100 mL.
- Pera de decantación.
- Tubos de ensayo.
- Vasos de precipitación de 50, 500 y 1000 mL.

Otros materiales

- Cocina eléctrica.
- Licuadora doméstica (Marca Oster de 12 velocidades).
- Batidora doméstica (Marca Oster de 6 velocidades).
- Mortero y vástago
- Espátula y cuchillos de acero inoxidable
- Manguera de hule diámetro 12
- Piseta de plástico
- Papel filtro e hilo pabilo.
- Pinzas para buretas.
- Pinza y nuez para pera de decantación.
- Soporte universal.
- Vernier marca Stanley (0-150 mm.).

2.1.3. Reactivos

- Agua destilada.
- Ácido clorhídrico 0,5 N.
- Ácido sulfúrico concentrado.

- Ácido acético glacial 98 %.
- Almidón 1 % (p/v)¹
- Cloroformo.
- Éter de petróleo.
- Etanol 96 %.
- Fenolftaleína 1 %.
- Hidróxido de sodio 0,1 N.
- Hidróxido de potasio 0,5 N.
- Tiosulfato sódico 0,01 N.
- Solución saturada de yoduro de potasio.

2.1.4. Equipos

- Balanza de precisión Cap. 200 g ± 0,1 g Modelo ES-300A
- Balanza de un platillo Cap. 15 lb marca CAVORI
- Baño maría (marca Quimis)
- Centrífuga PLC series (velocidad max. 4 500 rpm.)
- Equipo de extracción de grasa tipo Soxhlet (FISTAOM).
- Estufa de secado y esterilización. Rango 30 a 2000 °C. (RAYPA modelo DO-9D).
- Equipo de destilación fraccionada.
- GPS (Global Positioning System) precisión ± 3 m marca Magellan explorer
- Micro pipeta de precisión serie 6600 / vol. 10-100 μ L.
- Mufla regulable hasta 1200 °C PINZUAR LTDA

¹ (p/v): peso/volumen

- Prensa artesanal².
- pH metro (marca QUIMIS).
- Sistema Semiautomático para determinación de nitrógeno y proteína (RAYPA – DPN 2000).
- Sistema de extracción de fibras (Fibertest RAYPA Modelo F-6).
- Tamizador automático (marca ZONY TEST).
- Termómetro con gradilla (0 a 100 °C Aprox. 1° C)

2.2. MÉTODOS

2.2.1. Recolección de frutos de palta

La recolección de los frutos de Palta se realizó teniendo en cuenta los árboles que contenga la mayor producción posible (las que lleguen a superar a la variedad fuerte) y las mejores características fenotípicas; utilizando indicadores visuales de madurez fisiológica que para el caso de la palta coincide con la madurez comercial y se presenta cuando el fruto alcanza su tamaño característico según el tipo o variedad de palto, presentando un cambio de color en la piel volviéndose opaca, perdiendo así su brillantez característica que posee cuando está inmadura; para el caso de los frutos morados se tuvo en cuenta el cambio del color verde (inmaduro) al color morado y/o rojizos (al acercarse la madurez) el cual fue más del 50 % de la cáscara del fruto; se estima que en ese estado los frutos ya expresan plenamente sus cualidades organolépticas (Parra, 2005).

² Fabricada en el laboratorio de Ingeniería Agroindustrial; se muestra en el Anexo E

2.2.2. Determinación del contenido de humedad

Se homogenizó 5 kg de pulpa de Palta de la cual extrajo 5 g de muestra las cuales fueron llevadas a la estufa a 60 °C hasta peso constante (24 horas). El contenido de humedad se determinó según la fórmula:

$$\% \text{ de humedad} = \frac{(\text{Peso muestra húmeda.}(g) - \text{Peso muestra seca.}(g)) * 100}{\text{Peso muestra húmeda (g)}}$$

2.2.3. Determinación del contenido de aceite en peso fresco (Método Soxhlet)

Para determinar el porcentaje de aceite en peso fresco se utilizó 5 g de pulpa previamente secadas en estufa hasta peso constante, las cuales posteriormente fueron molidas y colocadas en el equipo Soxhlet envueltas en papel filtro rápido por un lapso aproximado de 6 horas utilizando como disolvente éter de petróleo. El contenido en porcentaje de aceite en base peso fresco (*% de aceite de P.F.*) se determinó con la siguiente formula:

$$\% \text{ de aceite P.F} = \frac{EE * (100 - \% \text{ de humedad})}{MS(g)}$$

Donde:

- **EE** : Peso del aceite extraído de la muestra deshidratada (g).
- **MS (g)** : Gramos de pulpa seca a la que se le extrajo el aceite.

La utilización del método Soxhlet en la extracción de aceite tiene como único objetivo establecer el contenido de aceite del fruto en peso fresco que servirá posteriormente para determinar el rendimiento de aceite función de la pulpa y peso del fruto.

2.2.4. Determinación del contenido de pulpa, cascara y semilla de Palta

La determinación del contenido de la pulpa, cascara y semilla se realizó en base a 5 kg de fruto fresco maduro por cada uno de los 9 tratamientos.

2.2.5. Extracción de aceite crudo de Palta (Método del prensado)

Para la extracción del aceite crudo se utilizó el método del prensado que se muestra en la Figura N° 03.

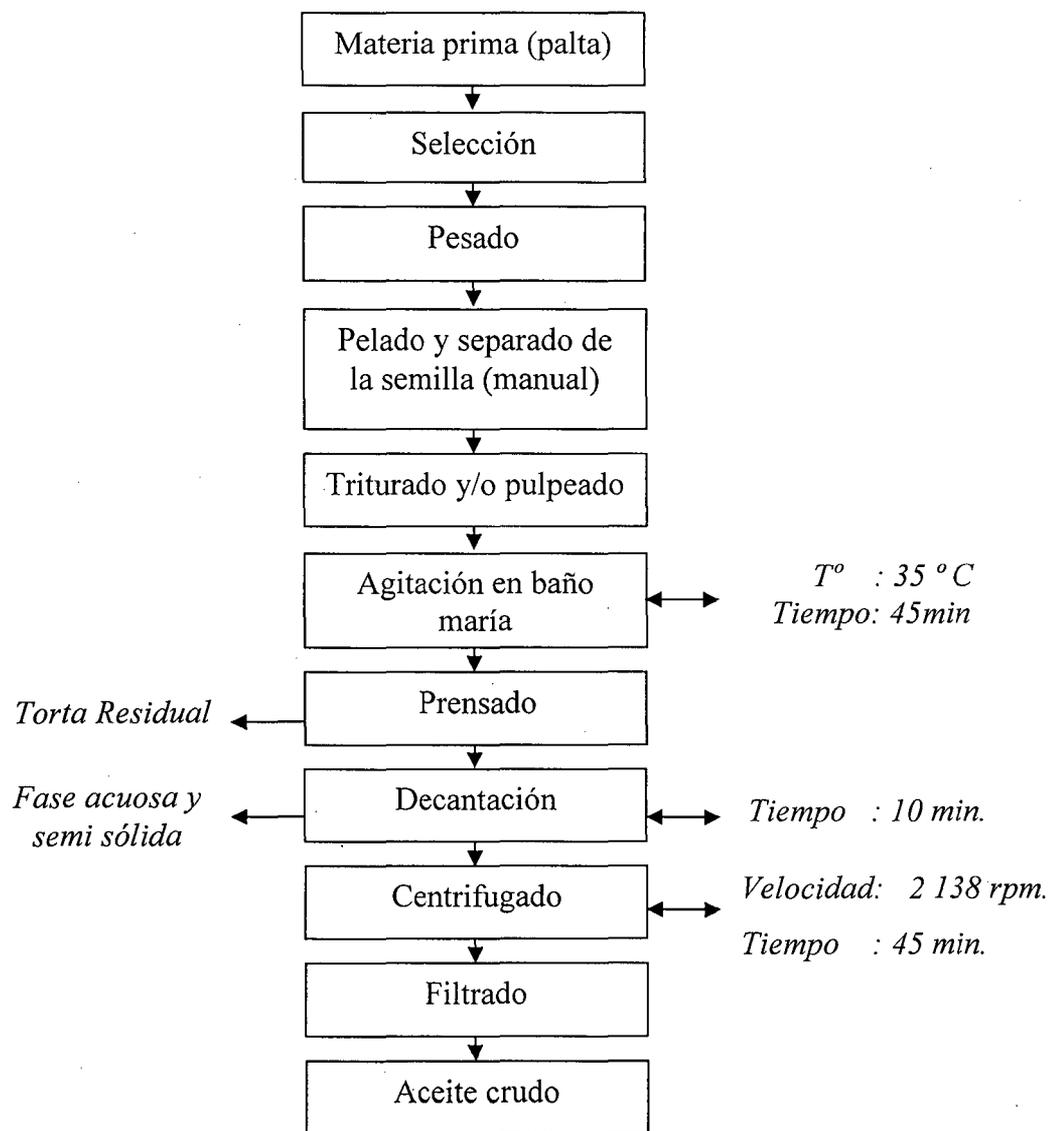


Figura N° 03: Diagrama de flujo para la extracción del aceite de palta crudo

La extracción de aceite con el método del prensado tiene la finalidad obtener un aceite crudo utilizando únicamente procedimientos mecánicos u otros medios físicos en condiciones particularmente térmicas, las cuáles no producirán alteración del aceite y no tendrán más tratamiento posterior que la decantación, centrifugación y filtrado (Codex Stan 33-1981/2^{da} Rev. 2003). Dicho aceite crudo servirá en la presente investigación para realizar análisis químicos de caracterización y determinación de la actividad antioxidante del extracto de romero.

Las actividades realizadas en cada etapa del método de extracción se describen a continuación:

Materia prima

Se utilizaron 2 500 g Paltas maduras por extracción, las cuales fueron escogidas aleatoriamente de la selecciones recolectadas en el valle del Utcubamba.

Selección

Se seleccionaron por inspección visual, escogiendo aquellas que no presentaban heridas abiertas, daños por hongos o magulladuras.

Pelado y separado de la semilla

Este procedimiento se realizó manualmente retirando así la semilla y cáscara de la pulpa.

Triturado

Se realizó utilizando una licuadora doméstica marca Oster de 12 velocidades, hasta que se obtuvo una masa uniforme.

Agitación en baño María

Posterior al triturado, se llevó al tratamiento térmico en baño maría a temperatura de 35 °C por un lapso de 45 minutos; agitando constantemente con una batidora doméstica de seis velocidades hasta que se logró apreciar dos fases una sólida y otra líquida (Parra, 2005).

Prensado

Se utilizó una prensa artesanal como lo muestra en el Anexo E (Figura E4) en la cual se colocó la pulpa tratada térmicamente utilizando tela sintética tipo ceda acondicionada como filtro para realizar la percolación de la mezcla agua - aceite ya liberados de las células con anticipación; dicha mezcla pasó a través de la ceda y se recogió en la bandeja contenedora adaptada en la prensa.

Decantación

Una vez obtenido la mezcla agua-aceite, ésta se llevó a una pera de decantación en la cual se mantuvo por un lapso de 10 min aproximadamente hasta que se logró apreciar claramente dos fases (agua – aceite), separando cuidadosamente el aceite.

Centrifugado

El aceite resultado de la decantación fue llevado hacia la centrífuga a 2 138 rpm por un tiempo aproximado de 45 min para retirar el resto de agua que pudo haber quedado luego de la decantación, procedimiento por diferencia de densidades (Parra, 2005).

Filtrado

El obtenido de la centrifugación se llevó a filtrado utilizando papel filtro rápido lo cual se realizó con la finalidad de retirar impurezas restantes.

Aceite en crudo

El aceite obtenido fue de color verde esmeralda y de olor característico al fruto; la cual se envasó en botellas de vidrio ámbar y se guardó en un lugar fresco para su posterior análisis.

2.2.6. Caracterización física y química del fruto (Palta)

2.2.6.1. Caracterización física del fruto

La caracterización física del fruto se realizó en función del peso, rendimiento de pulpa, porcentaje de cáscara y semilla, la cual fue medida mediante una escala digital (gramos).

$$M_f(g) = M_t(g) - M_s(g) - M_c(g)$$

Donde:

- $M_f(g)$: Peso de la masa fresca de la Fruta
- $M_t(g)$: Masa total del fruto (pulpa, semilla y cáscara)

- M_s (g): Masa de la semilla
- M_c (g): Masa de la cáscara

Se tomaron medidas del diámetro ecuatorial (DE) y polar (DP) de la fruta utilizando un Vernier marca Stanley, a cada una de las selecciones; las características de forma, aspereza y facilidad de pelar la cáscara a mano, así como las demás características relevantes también fueron descritas, como lo muestra el Anexo A (Cuadro A1).

2.2.6.2. Caracterización química del fruto

La caracterización del fruto se llevó a cabo teniendo en cuenta lo siguiente: Porcentaje de proteína, ceniza, fibra, pH, humedad, materia seca, aceite en peso fresco y °Brix. Estos análisis se realizaron por triplicado a la selección de mayor rendimiento (S-7) y la selección testigo (F-9), ambos análisis fueron contrastados mediante un análisis de varianza al 5 % de significancia estadística y por el método de prueba de intervalos múltiples de Duncan al 95% de confianza.

2.2.6.3. Caracterización química del aceite crudo

El aceite utilizado fue obtenido por el método del prensado de las selecciones S-7 (selección de mayor rendimiento) y F-9 (testigo); de la cual se analizó los siguientes parámetros:

porcentaje del índice de ácidos grasos, índice de peróxidos, índice de saponificación, descritos en el Anexo D.

2.2.7. Recolección y tratamiento del Romero (*Rosmarinus officinalis*)

Se utilizó 2 Kg de hojas de Romero las cuales fueron secadas a temperatura ambiente bajo sombra, posteriormente fue reducida a polvo fino en un molino manual, luego fueron llevadas a la estufa a 40 °C hasta peso constante, obteniendo un peso final de secado de 1,4 kg; finalmente fueron pasadas por el tamizador automático a 149 micrones (malla 100) obteniéndose así 500 g de Romero pulverizado luego de desechar romero con diámetro de partícula diferente a la mencionada (Martinello y Pramparo, 2005).

2.2.8. Obtención del extracto de Romero (*Rosmarinus officinalis*)

Para la obtención del extracto se utilizó alcohol etílico (96°); puesto a que son preferibles solventes orgánicos de polaridad intermedia a los no polares o a los fuertemente polares. Probablemente el etanol sea mejor que el metanol, ya que sus residuos no son tóxicos (Pokorny, 2001).

La extracción de los principios activos del Romero, puede realizarse mediante agotamiento de la materia vegetal, con el disolvente, ya sea mediante carga, es decir, por inmersión de la materia vegetal en el disolvente, por percolación o filtrado en caliente ó cualquier otra técnica de extracción sólido por disolvente (Oficina Española de Patentes y Marcas, 2000).

Los principios activos del Romero se extrajeron por maceración; la relación sólido/solvente utilizado fue de 1/5 (p/v³), por un tiempo permisible (7 días), hasta obtener como resultado un extracto verde y viscoso (Oficina Española de Patentes y Marcas, 2000); (Martinello y Prampero, 2005).

Para la realización de la presente investigación se utilizó 30 g de Romero previamente secado y pulverizado la cual fue mezclada con 150 mL de alcohol etílico de 96°; luego de 7 días se realizó repetidas filtraciones con papel filtro rápido.

Para determinar las condiciones operativas adecuadas para la concentración del extracto etanólico, la Oficina Española de Patentes y Marcas recomienda temperaturas de extracción de 30 a 60 °C.

Con el objetivo de separar el mayor contenido de alcohol etílico, componentes volátiles que producen fuertes olores y/o aromas al extracto y tratando de preservar el poder antioxidante del Romero, se optó por realizar una destilación simple a rangos de temperaturas de 30 a 50 °C., finalmente la muestra fue colocada en la estufa a 40 °C para una mejor concentración, obteniéndose así un extracto verde pastoso. El rendimiento del extracto etanólico (180 mL) fue del 12 %.

³ (p/v): peso/volumen

2.2.9. Prueba de estabilidad de grasa

La actividad antioxidante se evaluó mediante la Prueba de almacenamiento acelerado que es una modificación de la prueba o test de Schaal Oven; descritos en el Anexo D.

Para nuestro estudio se colocó cuatro (4) vasos de precipitación con 30 mL de aceite crudo de Palta en cada uno; aceite obtenido mediante prensado, previamente decantado y posteriormente centrifugado. A estas muestras de aceite se le agregó 0 μ L, 3 μ L, 15 μ L y 30 μ L, (0,00 %, 0,01 %, 0,05 % y 0,10 % respectivamente) de extracto de romero; pasado este acondicionamiento dichas muestras fueron colocadas en la estufa previamente regulada y calentada a 60 - 65 °C, en la que permanecieron por un tiempo de 120 horas siendo evaluadas sus índices de peróxidos en lapsos de tiempo de 24 horas respectivamente.

2.2.10. Análisis estadístico y diseño experimental

Se consideró como zona de muestreo al valle del Utcubamba por ser una zona productora de Palta y presentar al mismo tiempo gran variabilidad de esta especie. Se realizó 9 tratamientos (8 selecciones y 1 variedad). Para la determinación del rendimiento de pulpa y aceite, se realizaron 3 repeticiones de 5 Kg. de frutos por cada selección y/o variedad.

Para la caracterización del fruto se tuvo 2 tratamientos, la selección de mayor rendimiento y la variedad fuerte, y se realizó análisis físicos del fruto, análisis químico de la pulpa y análisis química del aceite por cada

tratamiento, utilizando muestras compuesta por 3 repeticiones para cada caso. Ambos tratamientos fueron analizados por un ANVA al 5 % de significancia y una prueba de intervalos múltiples de Duncan al 95 % de confianza

La evaluación de la actividad antioxidante del extracto de Romero en el aceite de palta se llevó a cabo con un diseño en bloque completamente al azar con el promedio de tres repeticiones y analizada una comparación múltiple de Duncan al 95 % de confianza; teniendo 3 diferentes contenidos de extracto de romero en el aceite crudo y un testigo o blanco sin adición de extracto. Las evaluaciones se realizo cada 24 horas por un lapso de 5 días; como lo muestra la figura N° 04.

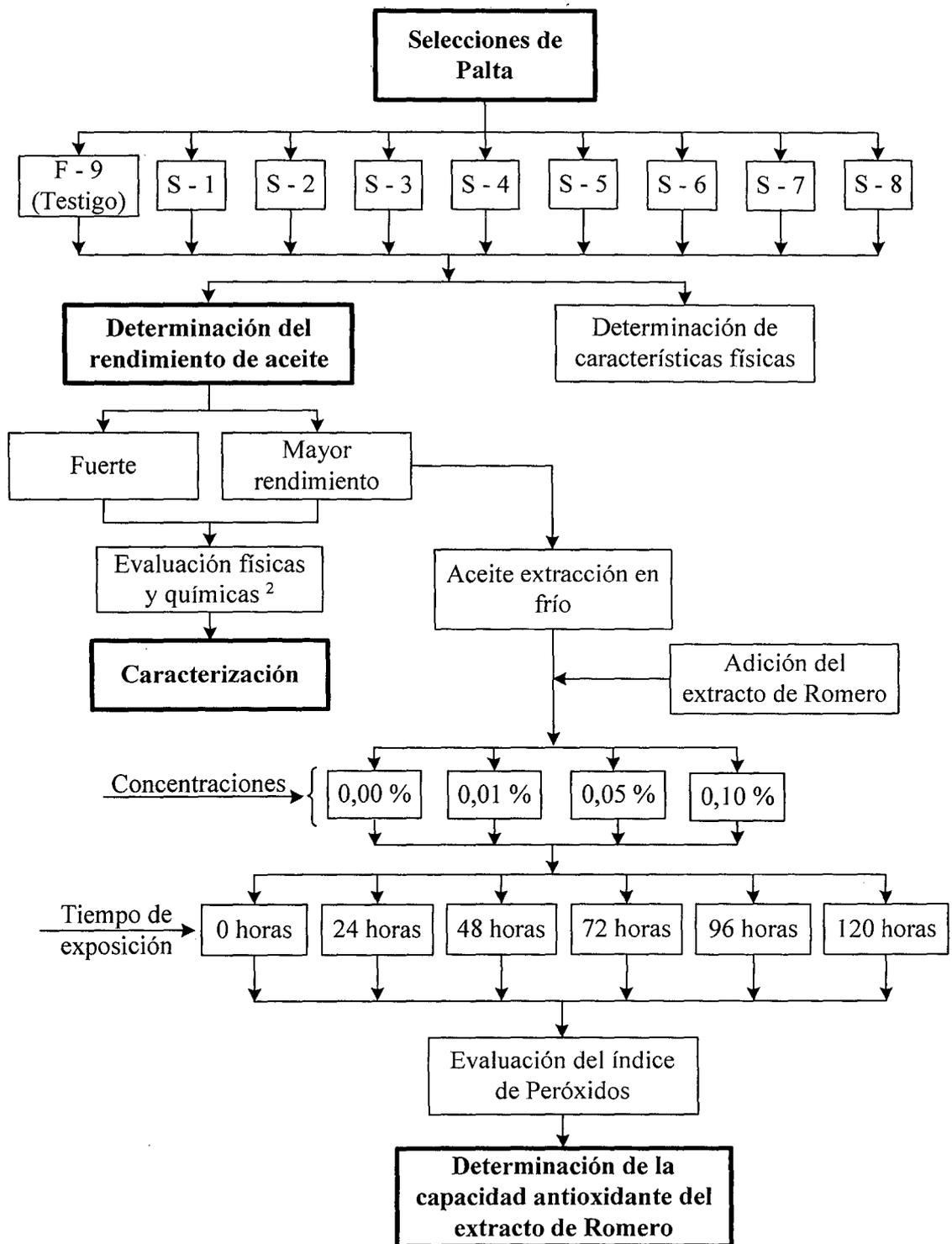


Figura N° 04: Diagrama del diseño experimental

⁴ EFQ: Caracterización física-química del fruto
Caracterización química del aceite crudo

2.2.10.1. Análisis de datos para obtener la selección con mayor rendimiento de aceite

Las unidades experimentales son las selecciones de Paltas recolectadas del valle del Utcubamba:

Unidades experimentales : Selecciones de Paltas

Tratamientos : 9

Repeticiones : 3

Modelo aditivo lineal:

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

Donde:

y_{ij} = Concentración de aceite de la i -ésima variedad.

μ = Efecto de la media.

τ_i = Efecto de la i -ésima variedad de palta.

ε_{ij} = Efecto del error experimental de la i -ésima variedad de palta y j -ésima repetición.

Hipótesis

$$H_o = \mu_i = \mu \quad \forall_i$$

$$H_a = \mu_i \neq \mu \quad \text{Para al menos algún } i$$

(i = Selecciones de palta: S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6, S-7, S-8, F-9)

2.2.10.2. Caracterización de la selección de palto proveniente del valle del Utcubamba que contiene mayor rendimiento de aceite

Unidades experimentales : Características Físico - químicas

Tratamientos : 2

Repeticiones : 4

Modelo aditivo lineal:

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

Donde:

y_{ij} = Características físico - químicas de la i -ésima Variedad.

μ = Efecto de la media.

τ_i = Efecto del i -ésima característica físico-química

ε_{ij} = Efecto del error experimental de la i -característica Físico-química y j -ésima repetición.

Hipótesis

$$H_o = \mu_i = \mu \quad \forall_i$$

$$H_a = \mu_i \neq \mu \quad \text{Para al menos algún } i$$

(i = Características físico-químicas)

2.2.10.3. Análisis de datos para evaluar la actividad antioxidante del extracto de romero sobre el aceite de palta

Unidades experimentales : Concentración de extractos de Romero en aceite de palta

Tratamientos : 4

Bloques : 6

Modelo aditivo lineal:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

y_{ij} = Índice de Peróxido en el i -concentración de romero, j -ésimo día (bloque).

μ = Efecto de la media general.

τ_i = Efecto de la i -ésima concentración de Romero.

β_j = Efecto del j -ésimo día (bloque).

ε_{ij} = Efecto del error experimental de la i -concentración de Romero y j -ésimo día (bloque).

Hipótesis

$$H_o = \mu_i = \mu \quad \forall i$$

$$H_a = \mu_i \neq \mu \quad \text{Para al menos algún } i$$

(i = Concentraciones: 0 %; 0,01%; 0,05 % y 0,1 %)

Para el análisis de los datos se utilizó la prueba de comparación de medias de Duncan con:

Nivel de significancia (α) : 5 %

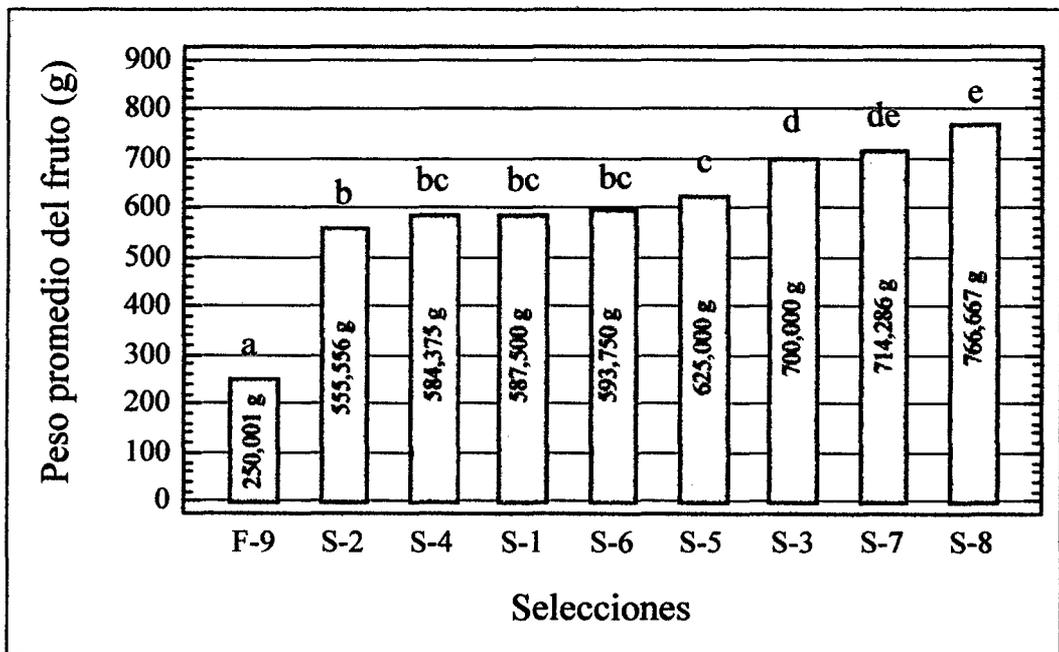
Nivel de confianza ($1-\alpha$) : 95 %

III. RESULTADOS

3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL FRUTO

Peso del fruto

El peso promedio del fruto de la variedad testigo (F-9) fue de 250,001 g siendo éste el menor peso y presentando diferencias significativas con todas las selecciones; la selección S-8 tuvo en promedio 766,667 g de peso siendo el más elevado y no mostrando diferencias significativas con la selección S-7 de peso 714,286 g, pero sí presentando diferencias significativas con el resto de las selecciones. Las selecciones S-1, S-4, S-6 (587,5 g; 584,375 g y 593,750 g respectivamente) no mostraron diferencias significativas en el promedio de sus pesos; como lo muestra el Grafico N° 01.

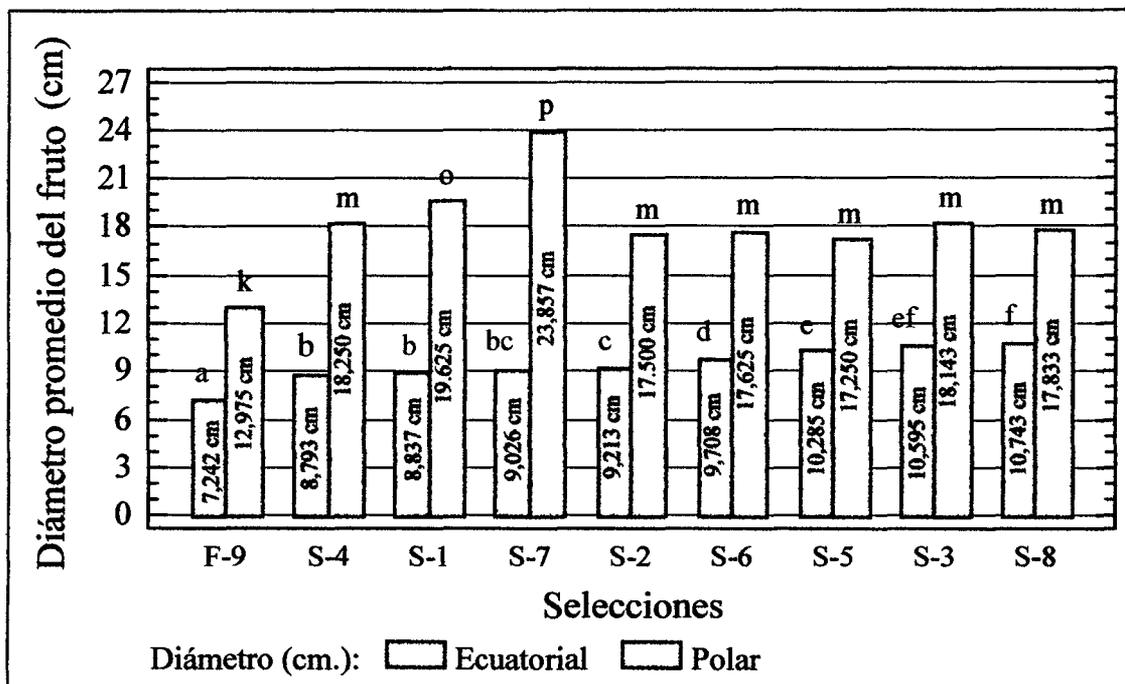


Barras con distintas letras indican diferencias significativas al 5% (método Duncan)

Gráfico N° 01: Peso promedio de los frutos de palto del valle del Utcubamba

Diámetros del fruto

La variedad testigo F-9 obtuvo un diámetro ecuatorial promedio de 7,242 cm. siendo el menor de todos y presentando diferencia significativa con todas las demás selecciones; la selección S-8 obtuvo el diámetro ecuatorial promedio más elevado con 10,743 cm, no mostrando diferencia significativa con la selección S-3 (10,595 cm.), las selecciones S-1, S-4, S-7 (8,837cm., 8,793 cm., 9,026 cm., respectivamente) formaron un grupo homogéneo según el promedio de sus diámetros, no mostrando diferencias significativas entre ellos; como lo muestra el Gráfico N° 02.



Barras con distintas letras indican diferencias significativas al 5% (método de Duncan)

Gráfico N° 02: Diámetros ecuatoriales y polares promedios de los frutos de palta

La selección S-7 presentó el diámetro polar más pronunciado con 23,857 cm., el segundo lugar lo ocupó la selección S-1 con 19,625 cm.; las selecciones S-4, S-2, S-6, S-5, S-3 y S-8 (18,25 cm.; 17,5 cm.; 17,625 cm.; 17,25 cm.; 18,1429 cm.; 17,8333 cm., respectivamente) no presentaron diferencias significativas entre sus

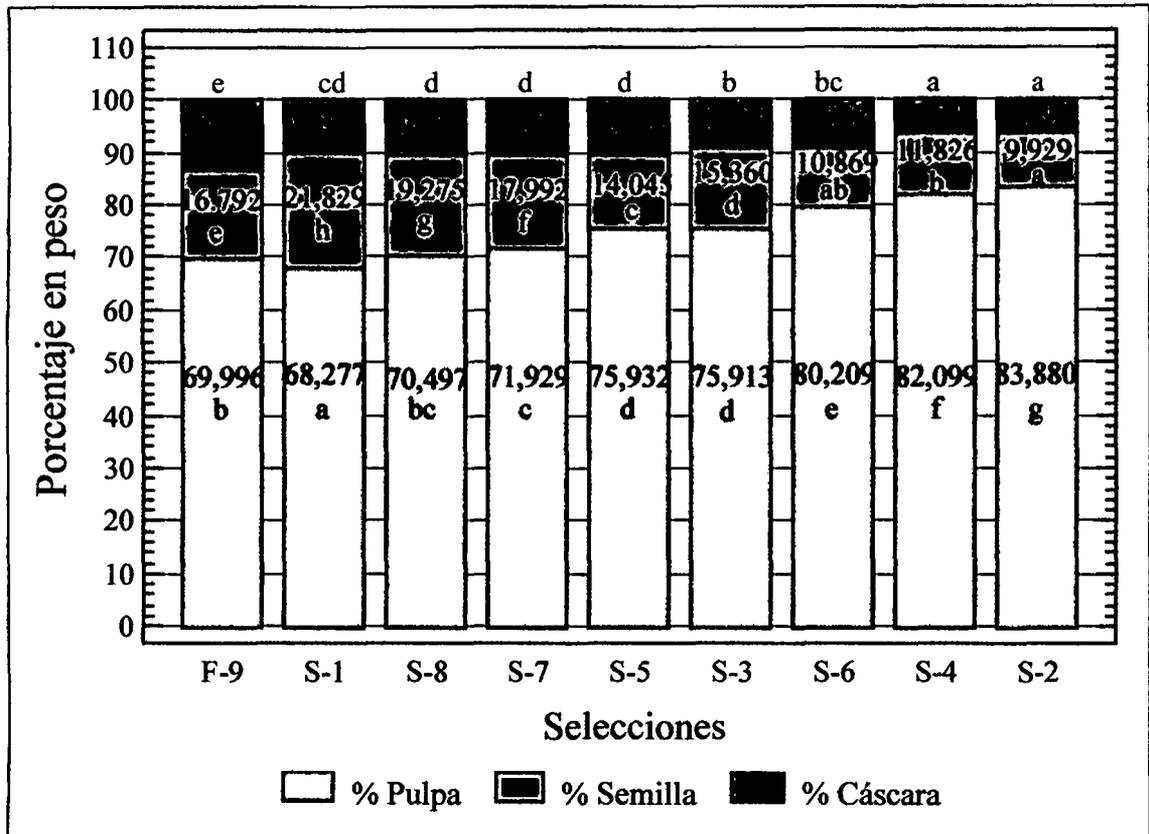
sus diámetros polares. La variedad testigo (F-9) mostró el menor promedio en la medida respecto a su diámetro polar con 12,975 cm. presentando diferencia significativa con todas las demás selecciones; como lo muestra el Grafico N° 02.

Contenido de pulpa, cáscara y semilla

En el Grafico N° 03, se presentan los porcentajes de pulpa, cáscara y semilla de los frutos estudiados. En relación al porcentaje de pulpa, los valores variaron entre 68,277 % correspondiente a la selección S-1 y 83,880 % de la selección S-2, siendo éstas las más elevadas y presentando diferencias significativas con todas las otras selecciones en estudio. La variedad testigo alcanzó en promedio 69,995 %, manteniendo similitud significativa con la selección S-8 (70,497 %).

Con respecto al porcentaje de semilla se puede observar valores que varían entre un 21,829 % correspondiente a la selección S-1 y un 9,929 % correspondiente a la selección S-2. La variedad testigo presentó un valor de 16,792 %; todas las demás selecciones presentan diferencias significativas.

Con respecto al porcentaje de cáscara de las selecciones evaluadas en el valle del Utcubamba, los valores oscilaron entre un 10,228 % y 6,075 % (selecciones S-8 y S-4, respectivamente). La variedad testigo presentó un valor de 13,212 %; mostrando diferencias significativas con todos las selecciones. No se presentaron diferencias significativas entre las selecciones S-1, S-8, S-7, S-5, S-3, S-6 con pesos 9,895 g, 10,228 g, 10,079 g, 10,023 g, 8,727 g, 8,922 g, respectivamente; presentando diferencias con las selecciones S-4, S-2 (11,826 g, 9,929 g. respectivamente). Como lo muestra el Grafica N° 03.



Letras distintas, para una misma variable indican diferencias significativas al 5% (Método de Duncan)

Gráfico N° 03: Porcentaje de pulpa, cáscara y semilla de los frutos de Palta

3.2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL FRUTO

El Cuadro N° 02, muestra el contenido en porcentaje de humedad, materia seca, aceite en peso fresco y pH de la pulpa de las paltas seleccionadas en el valle del Utcubamba, observándose diferencias significativas en cada una de las características mencionadas. La variedad fuerte muestra el menor contenido de humedad con un 63,7 % y un contenido de aceite en peso fresco de 25,531 g siendo éste el más elevado, y presentando diferencias significativas con todas las demás selecciones; la selección S-2 obtuvo el mayor contenido de humedad con un 83,350 % y por ende el menor contenido de aceite (16,650 %), puesto a que ambos parámetros son inversamente proporcionales; las selecciones S-1 y S-7 muestran un contenido de humedad de 70,700 % y 70,875 % respectivamente y

con contenido de aceite de 29,300 % y 29,125 % respectivamente, siendo estos los más próximos a la variedad testigo pero mostrando diferencias significativas entre sus respectivos promedios.

Cuadro N° 02: Contenido de humedad, materia seca, aceite en peso fresco y pH de la pulpa de las Paltas seleccionadas.

Variedad y Selección	Características del fruto			
	% Humedad ⁵	% Materia seca ⁶	% Aceite peso fresco ⁷	pH ⁸
F-9	63,700 a	36,300 g	25,531 g	5,934 a
S-1	70,700 b	29,300 f	20,120 e	6,047 a
S-8	79,625 e	20,375 c	14,752 c	6,611 bc
S-7	70,875 b	29,125 f	22,126 f	6,243 ab
S-5	83,237 f	16,763 b	11,644 b	6,749 c
S-3	85,183 g	14,817 a	11,014 b	6,253 ab
S-6	75,554 c	24,446 e	16,411 d	6,606 bc
S-4	78,150 d	21,850 d	14,203 c	6,267 ab
S-2	83,350 f	16,650 b	9,479 a	6,277 ab

Letras distintas, verticalmente, para una misma variable indican diferencias significativas al 5% (método de Duncan)

⁵ Determinado por el Método de la Estufa (AOAC, 1984)

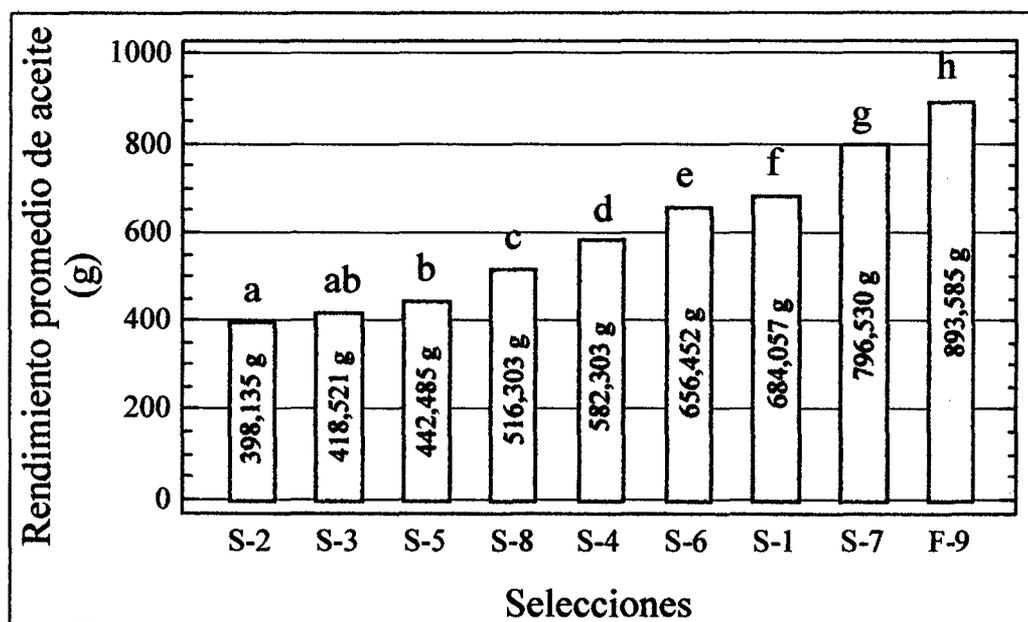
⁶ Calculado a partir del contenido de Humedad

⁷ Determinado por el Método Soxhlet (AOAC, 1984)

⁸ Determinado por pHmetro Digital

3.3 RENDIMIENTO DE ACEITE

El rendimiento de aceite se realizó en base a 5 kg. de fruto y la variedad testigo presentó diferencias significativas con todas las selecciones con 893,585 g de aceite (17,872 % de rendimiento de aceite por kilogramo de materia prima), aproximándose a ésta la selección S-7 con 769,530 g de aceite (15,931 % de rendimiento de aceite por kilogramo de materia prima), debiéndose ésto a que dicha selección (S-7) presentó uno de los niveles mas bajos de contenido de humedad (70,875 %) y uno de los más elevados de aceite en peso fresco (22,126 %) sumado también un buen porcentaje de pulpa (71,929 %); en orden siguiente se encuentra la selección S-1 con 689,057 g de aceite y que al igual que la selección S-7 mostró porcentajes significativos de aceite y pulpa en peso fresco. La selección que presentó el menor rendimiento fue la S-2 con 398.135 g de aceite no mostrando diferencias con la selección S-3 de 418.521 g de aceite, como lo muestra continuación el Grafico N° 04, Cuadro N° 03.



Barras con distintas letras indican diferencias significativas al 5% (método de Duncan)

Gráfico N° 04: Rendimiento de aceite de palta promedio (valores para 5000 g de fruto fresco)

Cuadro N° 03: Rendimiento de aceite en base a 5 kg de materia prima y rendimiento en porcentaje por kilogramo de materia prima

Variedad y selección	Rendimiento de aceite		
	frecuencia	Por 5 kg de materia prima (g)	Por kg de materia prima (%)
F-9	3	893,585 h	17,872 % h
S-7	3	796,530 g	15,931 % g
S-1	3	684,057 f	13,681 % f
S-6	3	656,452 e	13,129 % e
S-4	3	582,303 d	11,646 % d
S-8	3	516,303 c	10,326 % c
S-5	3	442,485 ab	8,850 % ab
S-3	3	418,521 b	8,370 % b
S-2	3	398,135 a	7,963 % a

Letras distintas, verticalmente, para una misma variable indican diferencias significativas al 5% (método de Duncan)

La selección S-7 es un cultivar de un elevado rendimiento productivo siendo éste como el resto de las selecciones recolectadas en el valle del Utcubamba de mayor producción que la variedad Fuerte, ascendiendo ésta diferencia hasta en un 20 % en las condiciones cultivadas en el valle (sin asistencia técnica), pudiendo llegar a duplicar la producción con un sistema de cultivo tecnificada y con la asistencia técnica adecuada. El siguiente cuadro muestra una estimación el rendimiento de aceite por hectárea de producción palta con las características productivas mencionadas anteriormente.

Cuadro N° 04: Producción de aceite en kilogramos por hectárea para la variedad Fuerte y selección S-7

	Producción (t/h)	Rendimiento de Aceite (%)	Producción de aceite (kg/h)
Variedad Fuerte	25 ⁹	17,872	4 467,8
Selección S-7	30	15,931	4 779,0

Fuente: Elaboración propia

En el Cuadro N° 04 se puede apreciar una mayor producción de aceite en kg/ha para la selección S-7 recolectada del valle del Utcubamba, debiéndose esto a la mayor productividad de la selección S-7; premisa que fue la partida para la elección de dicha selección.

3.4 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA PULPA

La evaluación de las características químicas de la pulpa se realizó a la selección que obtuvo el mayor rendimiento de aceite (selección S-7) en relación a las 8 selecciones recolectadas del valle Utcubamba y se comparó estos resultados con la evaluación realizada a la variedad testigo (F-9); observándose diferencias significativas en el pH medido más no mostraron diferencias significativas en las demás características evaluadas, como lo muestra el Cuadro N° 05.

⁹ Sierra Exportadora 2008

Cuadro N° 05: Análisis proximal del fruto de palta para la variedad testigo y la selección de mayor (S-7)

Variedad y selección	Características del fruto ¹⁰				
	Frecuencia	% Proteína ¹¹	% Ceniza ¹²	% Fibra ¹³	pH
F-9	3	2,078 a	1,244 b	1,31 a	5,934 a
S-7	3	1,914 a	1,148 b	1,27 a	6,243 b

Letras distintas, verticalmente, para una misma variable indican diferencias significativas al 5% (método de Duncan)

3.5 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL ACEITE

El Cuadro N° 06 muestra los parámetros químicos evaluados del aceite tanto para la variedad testigo como para la selección S-7 y se puede apreciar que no existe diferencias estadísticamente significativas en los valores de los índices de ácidos grasos libres y los índices de peróxidos, sin embargo, para el índice de saponificación se ve una ligera diferencia mostrada en base a la estadística aplicada; cabe resaltar que los aceites analizados fueron obtenidos por presión como se mostró en la Figura N° 03: Diagrama de flujo para la extracción del aceite de palta.

¹⁰ Resultados expresados en Base Fresca

¹¹ Determinado por el Método de Kjendahl (AOAC, 1984)

¹² Determinado por el método Gravimétrico (AOAC, 1984)

¹³ Determinado por el Método de hidrólisis ácida y alcalina (AOAC, 1984)

Cuadro N° 06: Análisis químico del aceite de Palta para la variedad testigo y la selección de mayor (S-7)

Variedad y selección	Características evaluadas del aceite			
	Frecuencia	% Ácidos grasos libres ¹⁴	Índice saponificación ¹⁵	Índice peróxidos ¹⁶
F-9	3	1,410 a	180,887 a	19,891 a
S-7	3	1,535 a	189,783 b	20,691 a

Letras distintas, verticalmente, para una misma variable indican diferencias significativas al 5% (método de Duncan)

3.6 CARACTERIZACIÓN DE LA SELECCIÓN DE MAYOR RENDIMIENTO

La selección que presentó el mayor rendimiento fue la selección S-7 recolectada en el valle del Utcubamba – “Fundo La Ribera” de propiedad de la Sra. Amalia Rabanal de Saldaña, a una altitud de 1 710 msnm con ubicación geográfica en coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator) de 175603 E - 308156 N, planta franca cuya altura promedio de árbol es de 4,5 metros y una edad de 5 años, predominancia en sus características de la raza mexicana, fruto de forma piriforme muy pronunciada (alargada), de cáscara delgada color verde opaco, piel liza de fácil peladura, pepa mediana, pulpa color amarillenta (descrito en el Anexo A (Cuadro A1). Las características de la selección S-7 se detallan en el Cuadro N° 05, 06, 07 y 08.

¹⁴ Determinado en Función al Ácido Oleico por el Método de Bishop y Col. 1922 (AOCS, 1984)

¹⁵ Determinado por el Método de Koettstorfer de Titulometría (AOAC, 1984)

¹⁶ Determinado por el Método de Wheeler por Titulometría (AOAC, 1984)

Cuadro N° 07: Caracterización físicas de la Selección S-7

Parámetro	Fruto
Peso Promedio	714,286
% Pulpa	71,929
% Semilla	17,992
% Cáscara	10,079
D. polar	23,857
D. ecuatorial	9,026
Peladura de cáscara	Fácil

Cuadro N° 08: Caracterización química de la Selección S -7

Parámetro	Pulpa
% Humedad	70,875
% Materia Seca	29,125
% Aceite Peso Fresco	22,126
% Rendimiento de Aceite por kg de Fruto fresco	15,931
pH	6,243

3.7 EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL EXTRACTO DE ROMERO (*Rosmarinus officinalis*)

La Gráfica N° 05 muestra el efecto antioxidante del extracto de Romero en el aceite crudo de palta con valores de peróxidos en función del tiempo, utilizando la prueba de resistencia a la estabilidad oxidativa de grasa y el método de almacenamiento acelerado en estufa o Test de Schaal descrito en el Anexo D, el cual utiliza la determinación del índice de peróxidos en diferentes intervalos prefijados.

Existen diferentes métodos para el seguimiento de la oxidación lipídica, ya que ésta tiene gran influencia, tanto sobre la aceptabilidad como sobre la calidad nutritiva; sin embargo, no existe ningún método que permita seguir simultáneamente todos los eventos oxidativos ni que pueda resultar igualmente útil en todas las etapas del proceso ni en todas las grasas (Fennema, 2000).

Debido a que las grasas reaccionan con el oxígeno del aire generando peróxidos, que son posteriormente oxidados y descompuestos a alcoholes y aldehídos de bajo peso molecular produciendo rancidez (Hirasa y Takemasa, 2002); se determina que éste factor (peróxidos) es el más perjudicial y determinante en la oxidación de los lípidos por lo que en la presente investigación se plantea la cuantificación del índice de peróxido para evaluar la actividad antioxidante del extracto de romero en el aceite de palta crudo.

Las reacciones de iniciación involucra el periodo de inducción que dan lugar a la formación de ácidos grasos libres a partir de ácidos grasos no saturados, o la descomposición de peróxidos lipídicos (también llamados hidroperóxidos), mediante catalisis por metales o por exposición a la luz; otro factor implicado es el oxígeno singulete que actúa como sensibilizador de pigmentos como la clorofila y la mioglobina.

Las reacciones de propagación o periodo de oxidación, se caracterizan por una cierta acumulación de peróxidos lipídicos o hidroperóxidos; estas reacciones constituyen la etapa de oxidación de los lípidos no saturados por el oxígeno gaseoso y necesitan la intervención de radicales libres, pero los crean tanto como los consumen.

En las reacciones de paralización o periodo de terminación, en las cuales los radicales se asocian para dar compuestos no radicales; estos radicales libres provienen en gran parte de la descomposición de peróxidos lipídicos, que son sustancias muy inestables y reactivas. Entre los compuestos no radicales que se forman están los aldehídos y cetonas, de bajo peso molecular, que son responsables del “olor a rancio”; algunos de estos compuestos se producen directamente de la descomposición del peróxido. Salvo al comienzo de la oxidación, los tres grupos de reacción se desarrollan simultáneamente (Cheftel y Cheftel, 1992).

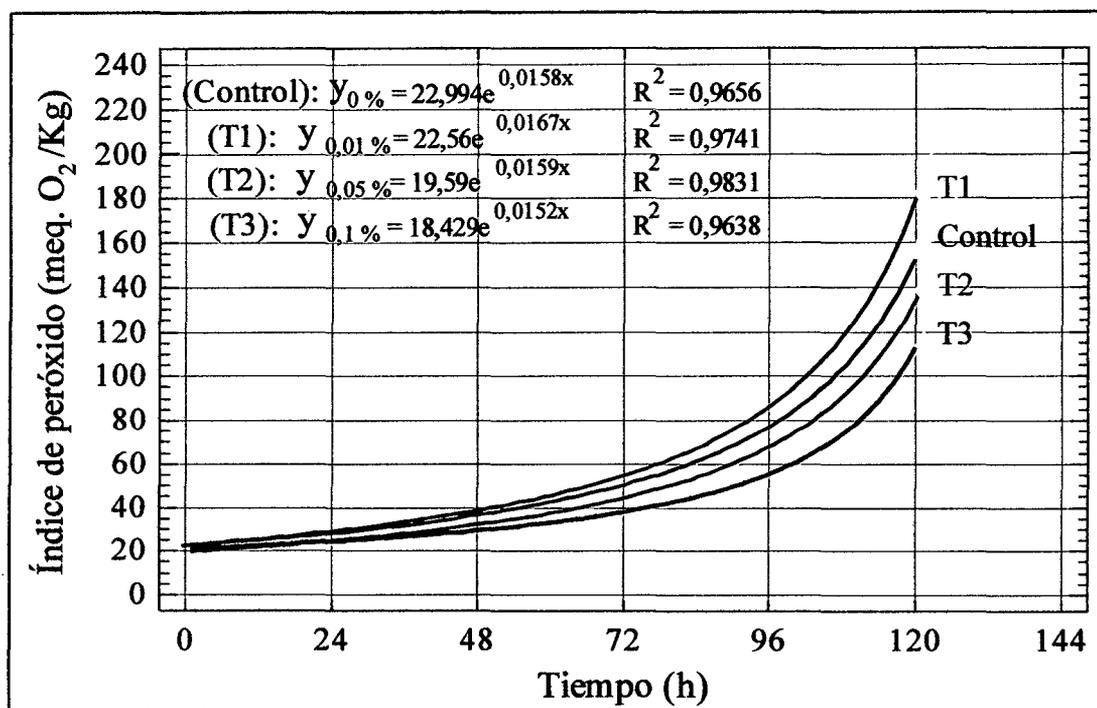
Los peróxidos son los principales productos iniciales de la autooxidación. Puede medirse mediante técnicas basadas en su capacidad de liberar yodo a partir de yoduro de potasio (yodometría), el índice de peróxido (IP) se suele definir en términos de mili equivalentes de oxígeno por kilogramo de grasa. (Fennema, 2000). Este método se usa para valorar el estado de oxidación de un aceite.

En el grafico N° 05 se presenta las curvas luego de la evaluación del incremento del índice de peróxido en función del tiempo para el aceite de palta crudo acondicionado con extractos de romero (ER) frente a un control sin antioxidante; dichas curvas fueron ajustadas en forma exponencial en función del promedio de tres medidas de sus respectivos índices de peróxidos, previamente tabuladas.

En dicha grafica se puede apreciar solamente dos periodos o etapas de oxidación siendo la iniciación inducida por el calor aplicado a la muestra, pigmentos clorofilicos y la absorción de oxígeno mostrándose esta etapa en la gráfica hasta un poco más de las 48 horas pero no sobrepasando las 60 horas; el periodo de

propagación u oxidación propiamente dicha se observa con mas claridad a partir de las 72 horas hasta las 120 horas, en donde se dara la acumulación de hidroperóxidos y ácidos grasos libres; no dejándose mostrar así la paralización o etapa de terminación de la oxidación en nuestra gráfica esto debido al diseño en el tiempo de la misma, en la misma se podría observar la formación de productos no radicalarios como aldehídos y cetonas, responsables del flavor indeseable del aceite.

Gráfico N° 05: Efecto del extracto de romero en aceite de palta crudo a concentraciones de: 0,0 % (control); 0,01 % (3 μL ¹⁷); 0,05 % (15 μL); 0,10 % (30 μL).



El tratamiento T3 (0,10 % - 30 μL), muestra mayor actividad antioxidante, no presentando diferencia significativa con el tratamiento T2 (0,05 % - 15 μL),

¹⁷ Micro litros

como lo demuestra el análisis de varianza en el Anexo C (Cuadro C9) según la prueba de intervalos múltiples de Duncan al 0,5 % de significancia. La muestra control no presenta diferencias significativas en la actividad antioxidante con el tratamiento T1 (0,05 % - 3 μ L). En la figura se incluye también los modelos matemáticos propuestos que describen el comportamiento de cada una de las curvas.

La oxidación de los alimentos empacados a veces se soluciona sustituyendo el oxígeno del envase con un gas inerte como el nitrógeno, aunque el método más común sea emplear antioxidantes con el alimento. Dos antioxidantes sintéticos más conocidos son el butilhidroxianisol (BHA) y el butilhidroxitolueno (BHT), usados en diversos alimentos; sin embargo, ambos son muy volátiles y se descomponen fácilmente a alta temperatura (no son apropiados para alimentos fritos), existe también preocupación a cerca de su posible toxicidad, tanto para el hígado como para los pulmones (Hirasa y Takemasa, 2002).

El extracto de romero como antioxidante carece de toxicidad, es estable hasta 240 °C, su actividad antioxidante se debe principalmente al ácido carnósico y al carnosol en lo que concierne a las bases grasas, y al ácido rosmarínico y rosmanol ante los productos acuosos. Todos ellos mejoran su actividad cuando se combinan con tocoferoles, ácido ascórbico y ácido cítrico (Ramírez, 2008).

El extracto de romero (ER) presenta una eficiencia antioxidante de 2 a 4 veces superior a los antioxidantes sintéticos BHT y BHA (Ramírez, 2008).

Argumentando ésta afirmación establece que:

200ppm de BHA < 100 ppm de ER + 100 ppm de BHA < 200 ppm de ER

La efectividad del extracto de romero evaluado en diferentes aceites y en comparación con antioxidantes comerciales como el BHA y α -tocoferol a una concentración 200 ppm en aceite de soja, se determinó la carencia de actividad antioxidante del BHA y α -tocoferol mientras que el romero si la tenía, confirmando así que el extracto de romero retarda la oxidación más tiempo que el BHA y α -tocoferol. (Hirasa y Takemasa, 2002)

Datos publicados sobre las propiedades antioxidantes de los compuestos individuales aislados a partir del romero señalan que el ácido carnósico y el carnosol son tan efectivos como el BHT. El rosmanol tiene mayor actividad antioxidante que el carnosol siendo el ácido carnósico más potente que el carnosol; también se ha señalado que el ácido carnósico en aceite de soja es más efectivo que el BHT y BHA.

El ácido carnósico y el carnosol poseen capacidad de quelar hierro y absorber radicales de peróxido; haciendo la fase de iniciación y propagación más lenta que los antioxidantes sintéticos.

El rosmaridifenol es más efectivo que el BHA en manteca y equivalente al BHT en este mismo modelo al igual que la rosmariquinona debiendo ésto a su capacidad de donar hidrógenos. El isorosmanol y el epirosmanol poseen una actividad alta en manteca de cerdo como en ácido linoleico; en manteca son 4 veces más activas que el BHA y el BHT (Pokorny, 2001).

En general la efectividad del extracto de romero como antioxidante se basa en el sinergismo y cooperación de los grupos fenólicos que la componen; siendo su mecanismo de acción las propiedades que cada uno de ellos la confiere como es la inactivación de radicales libres lipídicos, estabilizantes de hidroperóxidos, sinergismo y quelante de metales; es debido a estas propiedades que el extracto de romero es efectivo como antioxidante (Pokorny, 2001).

El mecanismo de acción de los antioxidantes sintéticos BHA y BHT para retardar la oxidación se basa en interrumpir la cadena de radicales cediendo un radical hidrogeno (H) a un radical lipídico libre (inactivación de radicales libres). El radical que se forma es relativamente estable y no reacciona con los lípidos.

Estas sustancias antioxidantes (BHA y BHT) disminuyen el número de radicales libres y por tanto bajan la velocidad de oxidación y prolongando el periodo de inducción.

Ambos antioxidantes BHA Y BHT son solubles en lípidos, tienen una acción sinérgica; presentan el inconveniente de tener un olor desagradable y evaporarse rápidamente, este último hace difícil su empleo en alimentos deshidratados; en efecto su adición después de la deshidratación no resuelve siempre el problema porque puede ser insuficiente su penetración en el alimento (Cheftel y Cheftel, 1992).

IV. DISCUSIONES

En 1925, se aprobó la ley N° 422 de estandarización de paltas del estado de California, en Estados Unidos de América, mediante la cual se definió que un fruto estaba legalmente maduro cuando su contenido de aceite alcanzaba un 8% del peso fresco (Caro, 1998). Para nuestro estudio el contenido de aceite en peso fresco presentó valores de 25,531 y 9,479 % correspondiendo éste a la variedad fuerte y selección S-2 respectivamente.

La diferencia de los pesos y diámetros que se muestra entre las selecciones utilizadas en nuestro estudio se debe a que se utilizó plantas francas (plantas no injertadas), híbridas de cruzamiento natural.

En lo referente al contenido en porcentaje de semilla para estudios de mejoramiento se exige hasta un 15 %, sin embargo si una variedad o selección presenta características muy excepcionales, se puede tolerar hasta un 18% de semilla (Parra, 2005), dentro de este rango se encuentran la gran mayoría de las selecciones recolectadas en el valle del Utcubamba. Los porcentajes de pulpa, semilla y cáscara son similares a los determinados en 10 selecciones y variedades cultivadas y estudiadas en Chile por Parra, 2005, cuyos valores fluctuaron para pulpa entre 61 y 72,5 %; para semilla 11,3 y 21,0 % y para la de cáscara 11,4 y 21,1%.

Las selecciones estudiadas en la presente investigación provenientes del valle del Utcubamba presentaron rangos en porcentaje de pulpa entre 68,277 y 83,880 %, semilla entre 9,929 y 21,829 % y cáscara entre 6,191 y 13,212. Para la variedad Fuerte los

porcentajes de pulpa, semilla y cáscara fueron 69,996 %, 16,792 %, 13,212 % respectivamente.

Tango y Limonta, 2004, evaluaron veinticuatro variedades de palta en Brasil y reportaron porcentajes de pulpa entre 58,3 y 81,3 %, de semilla 10,1 y 25,1 % y de cáscara entre 18,7 y 47,1 %; donde la evaluación de la variedad Fuerte obtuvo porcentajes de 65.8 % de pulpa, 22.3 % de semilla y 11.9 % de cáscara.

Se puede observar que los rangos encontrados en la presente investigación referidos al porcentaje de pulpa son mayores que en las selecciones y variedades evaluadas en Chile y Brasil; sin embargo, los contenidos en porcentaje de semilla y cáscara son menores a los valores encontrados en dichos referentes, dejándose notar así mejores características físicas de los frutos estudiados del valle del Utcubamba.

Parra, 2005; reportó para frutos de palta rangos de humedad entre 64,5 y 82,6 %, materia seca entre 17,4 y 35,5 %, porcentajes de aceite en peso fresco entre 6,6 y 19,6 %; también en Brasil Tango y Limonta, 2004; obtuvieron rangos de humedad entre 57,2 y 87,9 %, porcentaje de aceite en peso fresco entre 5,3 y 31,2 % y para la variedad Fuerte valores para los contenido de humedad de 60,5 y 30,3 % de aceite en peso fresco. Respecto a esto, en nuestra investigación se reporta rangos de contenido de humedad entre 70,700 y 85,183 %, porcentaje de materia seca entre 14,817 y 29,300 %, porcentaje de aceite en peso fresco entre 20,120 y 9,479 %, para las selecciones estudiadas. Para la variedad Fuerte valores de humedad de 63,700 %, y un porcentaje de aceite en peso fresco de 25,531 %.

De lo anterior se observa que las selecciones del valle del Utcubamba presentan mayores rangos en contenido de humedad que las selecciones y variedades estudiadas

en Chile y Brasil; sin embargo, el contenido de aceite en peso fresco muestra un valor mayor a lo referenciado por Chile y menor al de Brasil.

El contenido nutricional de la pulpa de palta depende de su ecotipo (subtropical o tropical), del cultivar, del grado de madurez del fruto y de las condiciones de cultivo; según el Departamento Norteamericano de Agricultura (USDA) para los cultivares californianos, principalmente para la variedad Fuerte el contenido nutricional es: proteínas 2,2 %, lípidos 17,0 %, fibra 1,5 % (Whiley y Schaffer. 2007).

Según: García y Quintanilla. 2003; el contenido de proteínas de la pulpa de palta es significativo, teniendo una composición promedio de: grasa 20,00 %, proteínas 2,10 %, cenizas 1,32 %. En la presente investigación se reporta el análisis proximal de la pulpa de palta para la variedad testigo (F-9) y la selección de mayor rendimiento (S-7) siendo: proteína 2,078 y 1,914 %; ceniza 1,244 y 1,148 % y fibra 1,31 y 1,27 % (para F-9 y S-7 respectivamente), mostrándose así ligeras variaciones a los reportes mencionados anteriormente.

El aceite obtenido en el presente estudio mostró un alto índice de peróxido al compararlo con la norma del Codex de grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales, que es 15 meq O₂/kg de aceite y siendo en nuestra investigación de 19,891 y 20,691 meq O₂/kg. de aceite (F-9 y S-7 respectivamente), con un índice de saponificación de 180,887 y 189,783 KOH/g de aceite (F-9 y S-7 respectivamente), y un porcentaje de ácidos grasos libres 1,410 y 1,535 % (F-9 y S-7 respectivamente), puesto a que el aceite vegetal crudo obtenido no fue modificado y se extrajo mediante procedimiento mecánico de prensado y por aplicación únicamente de calor; habiendo sido decantado, filtrado y centrifugado. Los datos concuerdan con los obtenidos por

Costa 2001, cuyo valor para el índice de peróxido fue de 19,58 meq O₂/Kg. de aceite , con un índice de saponificación de 195,01 mg de KOH/g de aceite y 1,56 % de ácidos grasos libres para el aceite crudo, sin embargo, Salgado y Danieli, 2007 presentan para la variedad Margarida evaluada en Brasil un índice de peróxido del aceite crudo de palta de 20,58 meq O₂/Kg, un índice de saponificación de 184,10 mg KOH/g y un 0,91 % de ácidos grasos libres; datos que concuerdan con nuestra investigación.

También nuestros resultados se acercan al establecido por la norma para los aceites de oliva y aceites de orujo de oliva que especifica un máximo nivel del índice de peróxidos para aceites de oliva vírgenes ≤ 20 miliequivalentes de oxígeno activo/kg de aceite, índice de saponificación del 184 - 196 (mg KOH/g de aceite) y un índice de ácidos grasos libres de 2,0 % (Codex Stan 33-1981 / 2^{da} Rev. 2003).

El valor del índice de peróxido obtenido en la presente investigación (19,891 y 20,691 meq. O₂/Kg) comparado con la norma Codex para los aceites de oliva virgen se deja notar similitud en los resultados.

El aceite obtenido por el método del prensado fue de color verde esmeralda oscuro debiéndose ésto a la clorofila, pigmento presente en las plantas, y es la responsable de la absorción de energía lumínica en el proceso de fotosíntesis. El aceite de palta extra virgen (crudo) contiene altos niveles de clorofila (40-60 ppm), mientras que el aceite de oliva extra virgen posee un contenido de clorofila 10 veces menor (4-6 ppm). Si bien la clorofila puede afectar negativamente la estabilidad oxidativa del aceite ya que ésta puede producir la foto oxidación del aceite si se expone a la luz, los consumidores consideran su color como un atributo deseado (López, 2005).

En la evaluación de la actividad antioxidante del extracto de romero se utilizó diferentes concentraciones de extracto, las cuales fueron fijadas teniendo como base los parámetros de la norma del Codex en el cual solo se permite como máximo la aplicación del 0,05 % de antioxidante. En nuestro estudio se utilizó las concentraciones de 0,01 %, 0,05 %, 0,10 % y un control; tomando así un valor medio (establecido por el Codex), un mínimo y un máximo.

La aplicación de la cantidad mínima de antioxidante fue para evaluar si a esta concentración los componentes del extracto de romero presentes podrían actuar como pro-oxidantes, efecto que usualmente se produce cuando las concentraciones de los compuestos son muy bajas, por lo que su acción antioxidante es limitada y su interacción con el oxígeno es prolongada, incrementado así productos de oxidación y favoreciendo la formación de peróxidos (Moreno, 2004).

En la evaluación de la actividad antioxidante del extracto de romero, el tratamiento T3 presentó mejores resultados de conservación del aceite, en el proceso de oxidación inducida por el método de Schaal, reflejando de esta manera la acción antioxidante del extracto de romero en función a nuestro control y a las condiciones en las que se ejecutó nuestro estudio, se deja notar también con el tratamiento T3 que a mayores concentraciones de extracto de romero se obtiene mejores resultado de conservación del aceite crudo de palta.

Según el análisis de varianza mostrado en el Anexo C (Cuadro C9) indica que existe suficiente evidencia estadística con un nivel de significancia del 5 % para aceptar que por lo menos uno de los tratamientos produce resultados diferentes; así mismo, el análisis de comparación múltiple de Duncan demuestra que dicha diferencia existe, y

muestra dos grupos homogéneos, Anexo C (Cuadro C10). Los tratamiento T3 y T2 forman el primer grupo no presentando diferencias significativas entre sus tratamiento; el siguiente grupo lo conforman los tratamiento T1 y Control, grupo que difiere significativamente de los tratamiento T3 y T2 (Montgomery, 2004).

V. CONCLUSIONES

La evaluación de la actividad antioxidante del extracto etanólico de Romero (*Rosmarinus officinalis*) en el aceite de palta sometida a termooxidación, produjo como resultado la mejor conservación en relación a la prueba de control, dejándose notar que a mayor concentración de extracto de Romero existe mayor actividad antioxidante. En ninguno de los tratamientos se logró evidenciar efectos de pro-oxidación estimulados por el extracto incorporado. Se concluye que el extracto de romero incorporado al aceite de palta crudo permite establecer un efecto antioxidante.

El romero redujo significativamente la oxidación de aceite crudo de palta llegando aun máximo de 131,72 meq. de O_2/kg para 120 horas en estufa a 60 °C en comparación del control que mostró 150,21 meq. de O_2/kg a las mismas condiciones. Datos de evaluaciones del extracto de romero en manteca de cerdo también produjeron resultados favorables en la conservación de la oxidación, siendo estas mejorías superiores a las mostradas por el BHT y α -tocoferol teniendo valores de 12, 16 y 30 meq. de O_2/kg para extracto de romero, BHT y tocoferol respectivamente.

Las características físicas de las ocho selecciones de palta recolectadas en el valle del Utcubamba y la variedad Fuerte fueron evaluadas, siendo la selección S-7 la de mejores características entre las ocho selecciones presentando similitud a la testigo.

Se determinó el rendimiento de aceite de las ocho selecciones de palta del valle del Utcubamba y la variedad Fuerte; siendo ésta última la que presentó el mayor rendimiento demostrando diferencias significativas con las ocho selecciones, sin embargo, la selección S-7 fue la de mayor rendimiento (15,931 %) entre las ocho

selecciones estudiadas del valle del Utcubamba siendo ésta la que más se aproximó a la variedad Fuerte (17,872 %).

La estimación de la producción de aceite por hectárea de la selección S-7 fue de 4 779 kg para una productividad de 30 t de fruto fresco por hectárea.

La selección S-7 resultó ser la selección de palta con el mayor rendimiento de aceite en el valle del Utcubamba y las características evaluadas no presentaron diferencia significativa con la variedad Fuerte (Testigo), concluyendo así la existencia de similitudes entre dichos frutos de palto; caracterizando así a la selección S-7.

VI. RECOMENDACIONES

Enfatizar la búsqueda de nuevos antioxidantes naturales con propiedades más adaptables a la variedad de productos comestibles que demanda la industria.

La eficiencia del extracto de romero es altamente positiva. Sin embargo, es necesario realizar investigaciones para desarrollar posibles sinergistas con otros extractos naturales con el fin de mejorar los resultados.

Realizar investigaciones sobre los diferentes métodos de extracción de los principios activos del romero (*Rosmarinus officinalis*) y demás especias, cultivadas en la región Amazonas que presentan características beneficiosas en la conservación de alimentos.

Caracterizar botánica y químicamente nuevas especies vegetales portadoras de principios antioxidantes e incentivar y promover el cultivo de las especias que muestran potencial agroindustrial.

Realizar estudios de aceptación de la pulpa y aceite de palta, teniendo éste último como referente al aceite de oliva, para el cual existen estándares de calidad bien definidos y debido a que ambos son aceites provenientes de frutos y muestran composiciones similares.

Realizar estudios de la Pre factibilidad para la instalación de una planta procesadora de aceite de palta en la región Amazonas teniendo en cuenta la selección de palta S-7 del valle del Utcubamba.

Propagar el cultivo de la selección S-7 en la región Amazonas por ser una selección con elevada producción, excelentes características de fruto y alto de rendimiento de aceite, por ende, presenta potencial como palta aceitera en la región.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA

- ADEX- Perú. Asociación de Exportadores 2008. Disponible en:
<http://www.adexperu.org.pe>. Acceso 02/03/09.
- Aparicio, R. y Harwood, J. 2003. Manual de aceite de Oliva. 1era edición. Edit. AMV. Ediciones y Mundi-Prensa. Madrid - España.
- Cerpa, M. 2007. Hidrodestilación de aceites esenciales: Modelado y caracterización. Universidad de Valladolid - España.
Disponible en: http://www.diputaciondevalladolid.es/extras/ma_agricultura_programas/actividades_agricolas/tesis_doctoral_hidrodestilacion_de_aceites_esenciales.pdf. Acceso 10/05/09
- Codex Stan 33-1981 / 2da Rev. 2003. Norma Para los Aceites de Oliva y Aceites de Orujo de Oliva.
Disponible en: http://www.codexalimentarius.net/web/standard_list.do?lang=es. Acceso 05/05/09
- Costa, V. 2001. Extracción enzimática y caracterización del aceite de palta (*Persea americana* Mill.). Universidad de Chile. Santiago – Chile.
Disponible en: http://www.avocadosource.com/papers/chile_papers_a-z/a-b-c/costaveronica2003.pdf. Acceso 05/05/09
- Cheftel J. y Cheftel H., 1992. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Vol. I. Editorial Acribia S.A. Zaragoza – España.
- DGIA (Dirección General de Información Agraria) 2008. ISA-Informe de seguimiento agro económico. Versión electrónica disponible en:
<http://www.portalagrario.gob.pe/belectronicos.shtml>. Acceso 02/05/09
- Fennema, O. 2000. QUIMICA DE LOS ALIMENTOS. 2da edición. Edit. Acribia Zaragoza – España.

- García T. y Quintanilla J. 2003. Análisis del valor Agregado: Producción de Palta en trozos. UNMSM. Lima-Perú. Publicada por: Red de Revistas científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.
Disponible en: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/publicaciones/indata/Vol6_n2/pdf/analisis.pdf. Acceso 25/04/09
- Gardiazábal, F. y Rosenberg, G. 1991. El Cultivo del Palto. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Santiago - Chile.
Disponible en: http://www.avocadosource.com/papers/chile_papers_a-z/g-h-i/gardiazabalfrancisco1991.pdf. Acceso: 30/05/09. Acceso 10/0408
- Herbert S. Rafael F, 1969. El cultivo del Palto en el Perú. Bol. N° 73. Edición Publicada por la Misión Agrícola de la Universidad de Carolina del Norte - USAID
- Hirasa, K. y Takemasa, M. 2002. Ciencia y tecnología de las especias. Edit. Acribia. Zaragoza - España.
- López, M. 2008. Romero: Planta aromática con efectos antioxidantes. Revista OFFARM. - Vol. 27, Núm. 7, Julio-Agosto 2008. Acceso 15/0508
- López, S. 2005. Beneficios para la Salud del aceite de Palta.
Disponible en: http://www.paltita.com/pdf/salud_es.pdf. Acceso 15/0508
- Maldonado, R. 2006. Cultivo y producción de la Palta 1era Edición. Edit. Ripalme E.I.R.L. Lima-Perú
- Moreno, M. 2004. Evaluación de la actividad antioxidante de extracto de flavonoides de cascara de naranja en aceite de soja desodorizado. Caracas-Venezuela. Disponible en:
http://www.redalyc.uae/evaluacion.mexf/ivic_es.pdf. Acceso 15/0508

- Montgomery, D. 2005. Diseño y análisis de experimentos. Grupo Editorial Iberoamericana. México.
- Martinello M. y Pramparo M. 2005. Poder antioxidante de extractos de Romero concentrados por destilación molecular. Universidad Nacional de Río Cuarto. Publicada por Información Tecnológica - Scielo. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642005000500004&script=sci_arttext. Acceso 10/01/209
- Olaeta, J. 1991. Industrialización de paltas.: Curso internacional, producción, pos cosecha y comercialización de paltas.

Disponible en: http://www.avocadosource.com/journals/civdmchile_1990/civdmchile_1990_pg_18.pdf. 08. Acceso 08/05/09
- Oficina Española de Patentes y Marcas. 2000. Utilización del ácido carnósico por sus propiedades anticarcinógenas y antivíricas. Numero de Publicación: 2 137 963 T3.

Disponible en: http://www.espatentes.com/pdf/2137963_t3.pdf. Acceso. 05/05/09
- Parra. J. 2005. Rendimiento y calidad de pulpa y aceite en nueve selecciones de Palto (*Persea americana* Mill.) en Chile. Universidad de Chile.

Disponible en: http://www.cybertesis.cl/tesis/uchile/2005/parra_j/sources/parra_j.pdf. Acceso 12/0509
- Pokorny J. y Yanishlieva N. 2001. Antioxidante de los Alimentos, Aplicaciones Prácticas. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza – España.
- Primo, Y. E. 1998. Química de los Alimentos. Editorial síntesis S.A. Vallehermoso Madrid – España.

- Ramírez, 2008. Extracción por arrastre de vapor y análisis de propiedades antioxidantes del aceite esencial de romero. Universidad de las Américas Puebla-México. Dponible en :
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lpro/ramirez_c_mp/indice.html. Acceso 06/08/09
- Sierra Exportadora. 2008. Serie de estudios económicos N° 01 Potencial del Cultivo del Palto en la Sierra 2008 - 2011. Edit. Publimagen ABC, SAC. Lima-Perú.
- Tango, J. y Regina, C. 2004. Caracterização Física e Química de Frutos de Abacate Visando a seu Potencial para Extração de Óleo. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal. Publicado por Información Tecnológica - Scielo.
Disponibile en: <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v26n1/a07v26n1.pdf>. Acceso 05/0709
- Valdebenito, J. 1981. Variación estacional del contenido de aceite, humedad y principales ácidos grasos en paltas (*Persea americana* mill.) CV. Hass. Quillota – Chile.
Disponibile en: http://www.avocadosource.com/papers/Chile_Papers_A-Z/V-W-X/Valdebenito Juan 1981.pdf. Acceso 10/01/09
- Valenzuela B. y Sanhueza J. y Nieto S. 2003. Antioxidantes naturales en alimentos funcionales. Universidad de Chile. Publicado por Grasas y Aceites Online.
Disponibile en: <http://grasasyaceites.revistas.csic.es/index.php/grasasyaceites/article/view/245/246>. Acceso 08/0509.
Disponibile en: <http://external.doyma.es/pdf/4/4v27n07a13124840pdf001.pdf>
- Whiley A. y W. Schaffer B. 2007. El Palto. Botánica, producción y usos. Ediciones Universitarias de Valparaíso. Chile
Disponibile en: http://www.euv.cl/archivos_pdf/palto.pdf. Acceso 05/05/09.

ANEXOS

ANEXO A

Cuadro A1: Descripción y principales características de los frutos de palto recolectadas en el Valle del Utcubamba

S-1	S-2
<p>Fundo : San Isidro</p> <p>Propietario : Sr. Napoleón Torrejón S.</p> <p>Ubicación : 174664E / 9305732N</p> <p>Altitud : 1734 msnm.</p> <p>Descripción : 7 años de edad, altura de árbol promedio de 8 metros con apariencia mexicana, color de piel del fruto verde y gruesa ligeramente rugosa y forma alargada. Tamaño de pepa mediana y alargada, color de la pulpa amarilla.</p>	<p>Fundo : San Isidro</p> <p>Propietario : Sr. Napoleón Torrejón Sánchez</p> <p>Ubicación : 174662E / 9305744N</p> <p>Altitud : 1734 msnm.</p> <p>Descripción : 7 años de edad y una altura de árbol promedio de 8,5 metros con apariencia entre las razas guatemalteca con mexicana, cáscara de fruto rugosa semi gruesa color verde, pepas de medianas a pequeñas y color de la pulpa amarilla.</p>
S-3	S-4
<p>Fundo : Golomia</p> <p>Propietario : Sr. Luís Bardales García</p> <p>Ubicación : 176861E / 9295323N</p> <p>Altitud : 1787 msnm.</p> <p>Descripción : 6 años de edad con una altura de árbol promedio de 7,5 metros; predominancia de raza mexicana frutos redondos de piel liza color verde brillante, cáscara doble pepa mediana y pulpa color amarilla.</p>	<p>Fundo : Mirador</p> <p>Propietario : Sr. Felix Culqui Tauma</p> <p>Ubicación : 178351E / 9295398N</p> <p>Altitud : 1834 msnm.</p> <p>Descripción : 8 años de edad y una altura de árbol promedio de 15 metros con apariencias de cruce entre razas guatemalteca con mexicana fruto cónico ligeramente rugosa semi gruesa color verde, pepa pequeña, pulpa amarilla y fibrosa.</p>

S-5	S-6
<p>Fundo : La Florida</p> <p>Propietario : Sr. Teofilo Portocarrero Rimachi</p> <p>Ubicación : 174653E / 9304725N</p> <p>Altitud : 1754 msnm</p> <p>Descripción : 8 años de edad y una altura promedio de árbol 11 metros, con predominancia en sus características de la raza guatemalteca; fruto color morado, fibrosa en los extremos, cáscara gruesa pegada (difícil de pelar), pepa pequeña pulpa color amarilla.</p>	<p>Fundo : Lucero Loma</p> <p>Propietario : Sr. Adolfo Mestanza Rojas</p> <p>Ubicación : 175093E / 9304473N</p> <p>Altitud : 1772 msnm</p> <p>Descripción : 7 años de edad y una altura promedio de árbol de 15 metros con predominancia de la raza mexicana fruto semi cónico, piel de fruto rugosa, cáscara morada arrugándose ésta al madurar semi gruesa, pepa pequeña pulpa color amarilla.</p>
S-7	S-8
<p>Fundo : La Ribera</p> <p>Propietario : Sra. Amalia Rabanal de Saldaña</p> <p>Ubicación : 175603E / 9308156N</p> <p>Altitud : 1710 msnm.</p> <p>Descripción : 5 años de edad y una altura promedio de árbol de 4,5 metros; predominancia en sus características de la raza mexicana; fruto alargado piel liza, cáscara delgada, pepa mediana a grande, pulpa color amarillo cáscara color verde.</p>	<p>Fundo : La Ribera</p> <p>Propietario : Sra. Amalia Rabanal de Saldaña</p> <p>Ubicación : 175591E / 9308153N</p> <p>Altitud : 1710 metros</p> <p>Descripción : 5 años de edad y una altura promedio de árbol de 4 metros; frutos redondos de color de cáscara verde rugoso, pepa mediana a grande y difícil de pelar</p>

F-9 (Testigo -variedad Fuerte)	
Distrito	: Chachapoyas
Propietario	: Ing. Zoilo Maicelo Salón
Ubicación	: 182177E / 9309963N Altitud : 2331 msnm.
Descripción	: 10 años de edad y una altura promedio de arbol de 3.5 metros, cáscara lisa color verde y delgado. Tamaño de pepa pequeña y redonda, color de la pulpa amarilla

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A2: Características de la selección de Palta S-1

Muestra: 8 frutos + 300 g / Peso: 5000 g

Diámetro ecuatorial (cm.)	Diámetro polar (cm.)	Peso (g)	Pulpa (g)	Semilla (g)	Cáscara (g)
8,913	20,000	600,000	410,000	124,000	66,000
8,754	20,000	650,000	455,000	135,000	60,000
9,008	20,000	600,000	420,000	116,000	64,000
8,594	18,500	500,000	335,000	117,000	48,000
8,372	19,000	500,000	330,000	118,000	52,000
9,231	19,000	550,000	378,000	124,000	48,000
8,594	21,000	650,000	445,000	143,000	62,000
9,231	19,500	650,000	440,000	145,000	65,000
		300,000			
8,837	19,625	587,500	401,625	127,750	58,125

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A3: Características de la selección de Palta S-2*Muestra: 9 frutos / Peso: 5000 g*

Diámetro ecuatorial (cm.)	Diámetro polar (cm.)	Peso (g)	Pulpa (g)	Semilla (g)	Cáscara (g)
8,754	16,000	450,000	375,000	47,000	28,000
9,549	18,500	600,000	507,000	58,000	35,000
8,754	16,000	450,000	375,000	40,000	35,000
9,390	18,500	625,000	520,000	68,000	37,000
9,231	18,000	550,000	445,000	62,000	43,000
9,549	18,000	650,000	560,000	60,000	30,000
9,549	18,000	625,000	535,000	54,000	36,000
9,549	18,000	600,000	510,000	58,000	32,000
8,594	16,500	450,000	373,000	48,000	29,000
9,213	17,500	555,556	466,667	55,000	33,889

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A4: Características de la selección de Palta S-3*Muestra: 7 frutos + 100 g / Peso: 5000 g*

Diámetro ecuatorial (cm.)	Diámetro polar (cm.)	Peso (g)	Pulpa (g)	Semilla (g)	Cáscara (g)
10,504	19,500	650,000	485,000	100,000	65,000
10,186	18,000	650,000	505,000	90,000	55,000
11,141	20,000	800,000	615,000	130,000	55,000
10,823	18,000	750,000	560,000	118,000	72,000
10,186	17,500	650,000	490,000	100,000	60,000
10,823	18,000	750,000	585,000	105,000	60,000
10,504	16,000	650,000	482,000	110,000	58,000
		100,000			
10,595	18,143	700,000	531,714	107,571	60,714

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A5: Características de la selección de Palta S-4*Muestra: 8 frutos + 325 g / Peso: 5000 g*

Diámetro ecuatorial (cm.)	Diámetro polar (cm.)	Peso (g)	Pulpa (g)	Semilla (g)	Cáscara (g)
8,913	18,500	550,000	460,000	60,000	30,000
8,594	18,000	550,000	440,000	65,000	45,000
8,913	18,500	650,000	540,000	76,000	34,000
8,276	18,500	550,000	450,000	66,000	34,000
9,072	17,500	525,000	425,000	65,000	35,000
8,754	17,500	600,000	500,000	68,000	32,000
8,913	19,000	650,000	535,000	80,000	35,000
8,913	18,500	600,000	490,000	73,000	37,000
		325,000			
8,793	18,250	584,375	480,000	69,125	35,250

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A6: Características de la selección de Palta S-5*Muestra: 8 fruto / Peso: 5000 g*

Diámetro ecuatorial (cm.)	Diámetro polar (cm.)	Peso (g)	Pulpa (g)	Semilla (g)	Cáscara (g)
10,982	20,000	650,000	500,000	85,000	65,000
9,708	17,000	550,000	400,000	90,000	60,000
10,027	16,000	600,000	460,000	85,000	55,000
10,504	18,000	700,000	550,000	90,000	60,000
10,345	17,500	650,000	500,000	90,000	60,000
10,504	16,500	650,000	470,000	100,000	80,000
10,186	16,500	600,000	460,000	80,000	60,000
10,027	16,500	600,000	460,000	80,000	60,000
10,285	17,250	625,000	475,000	87,500	62,500

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A7: Características de la selección de Palta S-6*Muestra: 8 frutos + 250 g / Peso: 5000 g*

Diámetro ecuatorial (cm.)	Diámetro polar (cm.)	Peso (g)	Pulpa (g)	Semilla (g)	Cáscara (g)
10,345	17,500	700,000	590,000	60,000	50,000
10,504	19,000	650,000	540,000	55,000	55,000
9,390	18,000	550,000	450,000	55,000	45,000
9,549	19,500	550,000	440,000	60,000	50,000
9,072	16,000	500,000	380,000	65,000	55,000
9,708	17,000	650,000	510,000	75,000	65,000
9,549	17,000	600,000	490,000	65,000	45,000
9,549	17,000	550,000	420,000	75,000	55,000
		250,000			
9,708	17,625	593,750	477,500	63,750	52,500

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A8: Características de la selección de Palta S-7*Muestra: 7 frutos / Peso: 5000 g*

Diámetro ecuatorial (cm.)	Diámetro polar (cm.)	Peso (g)	Pulpa (g)	Semilla (g)	Cáscara (g)
9,231	25,000	800,000	590,000	140,000	70,000
8,913	25,000	700,000	500,000	130,000	70,000
8,594	24,000	650,000	450,000	125,000	75,000
9,390	26,000	800,000	580,000	140,000	80,000
8,913	21,000	650,000	470,000	117,000	63,000
9,231	21,000	700,000	510,000	120,000	70,000
8,913	25,000	700,000	500,000	126,000	74,000
9,026	23,857	714,286	514,286	128,286	71,714

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A9: Características de la selección de Palta S-8*Muestra: 6 frutos + 400 g / Peso: 5000 g*

Diámetro ecuatorial (cm.)	Diámetro polar (cm.)	Peso (g)	Pulpa (g)	Semilla (g)	Cáscara (g)
10,663	17,000	750,000	535,000	130,000	85,000
11,300	20,000	850,000	600,000	170,000	80,000
10,186	18,000	775,000	540,000	160,000	75,000
10,504	16,000	650,000	470,000	115,000	65,000
11,300	18,000	800,000	550,000	165,000	85,000
10,504	18,000	775,000	545,000	150,000	80,000
		400,000			
10,743	17,833	766,667	540,000	148,333	78,333

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A10: Características de la Variedad Fuerte/Testigo*Muestra: 20 frutos / Peso: 5000 g*

Diámetro Ecuatorial (cm.)	Diámetro Polar (cm.)	Peso (g)	Pulpa (g)	Semilla (g)	Cáscara (g)
7,162	12,000	230,340	161,000	39,340	30,000
7,162	12,000	225,000	160,000	37,000	28,000
7,162	13,000	240,000	170,000	40,000	30,000
7,480	13,500	273,300	191,000	46,000	36,300
7,321	13,000	250,000	175,000	43,000	32,000
7,480	13,500	276,160	193,000	47,000	36,160
7,162	12,000	220,000	155,000	37,000	28,000
7,162	13,000	250,000	175,000	42,000	33,000
7,321	14,000	250,000	175,000	40,000	35,000
7,003	13,000	280,000	195,000	51,000	34,000
7,003	13,500	240,700	168,000	38,000	34,700
7,639	15,000	298,120	210,000	49,000	39,120

7,321	13,000	261,290	182,000	46,000	33,290
7,162	13,000	255,520	180,000	44,000	31,520
7,162	12,000	252,000	175,000	40,000	37,000
7,321	13,000	250,000	175,000	41,000	34,000
7,003	12,000	210,000	145,000	35,000	30,000
7,480	13,000	254,210	180,000	46,000	28,210
7,003	13,000	233,360	160,000	38,000	35,360
7,321	13,000	250,000	175,000	41,000	34,000
7,242	12,975	250,000	175,000	42,017	32,983

Fuente: Elaboración propia

ANEXO B

Cuadro B1: Contenido de aceite, rendimiento en base a 5 kg, rendimiento por kg y pH de la variedad y selecciones recolectadas en el Valle del Utcubamba

Selección	% de Aceite en peso fresco	Rendimiento de aceite (g), por 5 kg de materia prima	Rendimiento de aceite (%), por kilogramo de materia prima	pH
S-1	19,983	679,408	13,588	6,069
S-1	20,100	683,393	13,668	6,000
S-1	20,276	689,370	13,787	6,071
S-2	9,091	381,818	7,636	6,330
S-2	9,557	401,398	8,028	6,000
S-2	9,790	411,188	8,224	6,500
S-3	11,142	423,401	8,468	6,259
S-3	10,846	412,140	8,243	6,500
S-3	11,053	420,023	8,400	6,000
S-4	14,159	580,511	11,610	6,000
S-4	14,159	580,511	11,610	6,350
S-4	14,290	585,886	11,718	6,450
S-5	12,471	473,909	9,478	6,948
S-5	11,734	445,883	8,918	6,750
S-5	10,728	407,664	8,153	6,550
S-6	16,232	649,281	12,986	6,672
S-6	16,770	670,794	13,416	6,563
S-6	16,232	649,281	12,986	6,584
S-7	22,282	802,161	16,043	6,150
S-7	22,018	792,666	15,853	6,580
S-7	22,077	794,763	15,895	6,000
S-8	14,263	499,188	9,984	6,490
S-8	15,485	541,975	10,840	6,580
S-8	14,507	507,745	10,155	6,762
F-9	25,555	894,432	17,889	5,801
F-9	25,410	889,350	17,787	5,950
F-9	25,628	896,973	17,939	6,050

Fuente: Elaboración propia

Cuadro B2: Contenido de Humedad variedad y selecciones recolectadas en el Valle del Utcubamba

Selección	% de Humedad	Selección	% de Humedad
S-1	70,600	S-5	83,200
S-1	70,800	S-5	83,433
S-1	70,800	S-6	75,550
S-1	70,600	S-6	75,667
S-2	83,200	S-6	75,633
S-2	83,600	S-6	75,367
S-2	83,200	S-7	70,400
S-2	83,400	S-7	71,400
S-3	86,067	S-7	71,533
S-3	84,833	S-7	70,167
S-3	85,200	S-8	80,200
S-3	84,633	S-8	80,400
S-4	76,600	S-8	78,400
S-4	77,000	S-8	79,500
S-4	78,800	F-9	63,800
S-4	80,200	F-9	63,600
S-5	83,183	F-9	63,600
S-5	83,133	F-9	63,800

Fuente: Elaboración propia

Cuadro B3: Análisis de Químicos realizados a la pulpa y aceite crudo de Palta de la selección S-7 y la variedad Fuerte.

Selección	% Proteína de la pulpa	% de ceniza de la pulpa	% AGL del aceite	I. Saponificación del aceite	I. de Peróxidos del aceite
S-7	1,969	1,098	1,974	192,020	20,889
S-7	1,859	1,397	1,692	187,780	20,348
S-7	1,914	1,248	0,940	189,550	20,837
F-9	2,188	1,195	1,410	178,870	19,915
F-9	1,969	1,093	1,880	180,560	20,567
F-9	2,078	1,144	0,940	183,230	19,192

Fuente: Elaboración propia

Cuadro B4: Valor de Índice de Peróxidos en meq O₂/Kg de aceite de palta crudo sometida a termooxidación

Horas	Tratamientos											
	Testigo (0,00 %)			T-1 (0,01 % - 3 μ L)			T- 2 (0,05 % - 15 μ L)			T- 3 (0,1 % - 30 μ L)		
	<i>R₁</i>	<i>R₂</i>	<i>R₃</i>	<i>R₁</i>	<i>R₂</i>	<i>R₃</i>	<i>R₁</i>	<i>R₂</i>	<i>R₃</i>	<i>R₁</i>	<i>R₂</i>	<i>R₃</i>
0	20,56	20,91	20,19	20,91	20,87	20,89	20,33	20,37	20,35	20,95	20,72	20,84
24	40,38	40,00	40,19	40,20	40,00	40,10	29,70	31,78	30,74	26,17	28,00	27,08
48	52,94	49,02	50,98	53,33	46,15	49,74	38,68	39,09	38,89	34,23	34,91	34,57
72	62,96	56,14	59,55	64,00	66,36	58,26	53,51	51,89	52,70	45,61	44,35	44,98
96	117,00	112,62	114,81	118,18	125,45	121,82	104,55	88,70	96,62	80,00	84,17	82,08
120	143,64	157,00	150,32	164,00	175,45	169,73	138,18	139,47	138,83	124,35	139,09	131,72

Fuente: Elaboración propia

ANEXO C

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES OBTENIDAS

ANÁLISIS DE VARIANZA DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICA DEL FRUTO

Las siguientes tablas C1, C2, C3, C4, C5, C6, descomponen la varianza de sus respectivas variables (Peso (g), Diámetro ecuatorial (cm.), Diámetro polar (cm.), % de pulpa, % de semilla y % de cáscara) en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de los grupos. El F-ratío, es el cociente de la estimación entre grupos y la estimación dentro de los grupos. Puesto que el p-valor del test F en todos los casos es inferior a 0,05, hay diferencia estadísticamente significativa entre las respectivas variables medias de un nivel de Selecciones a otro, para un nivel de confianza del 95,0%. Para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras, se realizó el Test de Rangos Múltiples con el método de Duncan al 95 % de confianza.

Cuadro C1: Análisis de la varianza para los peso (g) según selecciones

Fuente	Sumas de cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	2498810	8	312352,0	98,93	0,0000
Intra grupos	227333,0	72	3157,4		
Total (Corr.)	2726150	80			

Cuadro C2: Análisis de la varianza para diámetro ecuatorial (cm.) según selecciones

Fuente	Sumas de cuadrados	Gl.	Cuadrado medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	116,054	8	14,5068	130,89	0,0000
Intra grupos	7,97959	72	0,110828		
Total (Corr.)	124,034	80			

Cuadro C3: Análisis de la varianza para diámetro polar (cm.) según selecciones

Fuente	Sumas de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	733,434	8	91,6793	72,91	0,0000
Intra grupos	90,5351	72	1,25743		
Total (Corr.)	823,969	80			

Cuadro C4: Análisis de la varianza para % pulpa según selección

Fuente	Sumas de cuadrados	Gl.	Cuadrado Medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	2391,58	8	298,948	115,74	0,0000
Intra grupos	185,964	72	2,58283		
Total (Corr.)	2577,54	80			

Cuadro C5: Análisis de la varianza para % semilla según selección

Fuente	Sumas de cuadrados	Gl.	Cuadrado medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	1056,72	8	132,09	107,93	0,0000
Intra grupos	88,1187	72	1,22387		
Total (Corr.)	1144,84	80			

Cuadro C6: Análisis de la varianza para % cáscara según selección

Fuente	Sumas de cuadrados	Gl.	Cuadrado medio	Cociente-F	P-Valor
Entre grupos	477,382	8	59,6727	58,8	0,0000
Intra grupos	73,011	72	1,01404		
Total (Corr.)	550,393	80			

TEST DE RANGOS MÚLTIPLES MÉTODO DE DUNCAN PARA LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL FRUTO

Las tablas C7, C8, C9, C10 muestran la aplicación de un procedimiento de comparación múltiple (método de Duncan) para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras; se identifican grupos homogéneos según que se representa según letras en la columna. Dentro de cada columna, las letras similares forman un grupo de medias entre las cuales no hay diferencias estadísticamente significativas. El método utilizado para discernir entre las medias es el procedimiento de Duncan de comparaciones múltiples. Con este método, hay un 5,0 % de riesgo de considerar uno o más pares como significativamente diferentes cuando su diferencia real es igual a 0.

Cuadro C7: Contraste de rango múltiple para el promedio de peso, diámetro ecuatorial y diámetro polar (cm.) de frutos de palta de las selecciones estudiadas, del Valle del Utcubamba

Variedad y selecciones	Frecuencia	Características		
		Peso	Diámetro ecuatorial	Diámetro polar
F-9	20	250,001 a	7,242 a	12,975 k
S-5	8	555,556 b	8,793 b	17,250 m

S-2	9	584,375 bc	8,837 b	17,500 m
S-6	8	587,500 bc	9,026 bc	17,625 m
S-8	6	593,750 bc	9,213 c	17,833 m
S-3	7	625,000 c	9,708 d	18,143 m
S-4	8	700,000 d	10,285 e	18,250 m
S-1	8	714,286 de	10,595 ef	19,625 o
S-7	7	766,667 e	10,743 f	23,857 p

Letras distintas, verticalmente, para una misma variable indican diferencias significativas al 5% (método de Duncan)

Cuadro C8: Contraste de Rango múltiple para porcentaje de pulpa, cáscara y semilla de frutos de palta de las selecciones estudiadas, del Valle del Utcubamba.

Variedad y selecciones	Frecuencia	Características del fruto		
		% Pulpa	% Semilla	% Cáscara
F-9	20	69,996 b	16,792 e	13,212 e
S-1	8	68,277 a	21,829 h	9,894 cd
S-8	6	70,497 bc	19,275 g	10,228 d
S-7	7	71,929 c	17,992 f	10,079 d
S-5	8	75,932 d	14,045 c	10,023 d
S-3	7	75,913 d	15,360 d	8,727 b
S-6	8	80,209 e	10,869 ab	8,922 bc
S-4	8	82,099 f	11,826 b	6,075 a
S-2	9	83,880 g	9,929 a	6,191 a

Letras distintas, verticalmente, para una misma variable indican diferencias significativas al 5% (método de Duncan)

ANÁLISIS DE VARIANZA PARA EL ÍNDICE DE PERÓXIDOS

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de índice de peróxidos en las contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha elegido la suma de cuadrados Tipo III, se ha medido la contribución de cada factor eliminando los efectos del resto de los factores. Los P-valores comprueban la importancia estadística de cada uno de los factores. Dado que 2 P-valores son inferiores a 0,05, estos factores tienen efecto estadísticamente significativo en Índice de peróxidos para un 95,0%.

Cuadro C9: Análisis de la Varianza para Índice de Peróxidos - Sumas de Cuadrados de Tipo III

Fuente	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	Cociente-F	P-Valor
EFECTOS PRINCIPALES					
A: Tratamientos	1564,65	3	521,55	10,46	0,0006
B: Bloques	47018,6	5	9403,71	188,58	0,0000
Residuos	747,991	15	49,8661		
Total (Corregido)	49331,2	23			

Los cocientes- F están basados en el error cuadrático medio residual.

TEST DE RANGOS MÚLTIPLES MÉTODO DE DUNCAN PARA LOS ÍNDICES DE PERÓXIDOS

La tabla C10 aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras. La tabla C11 muestra la diferencia estimada entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 4 pares, indica que éstos muestran diferencias estadísticamente significativas a un nivel de confianza 95,0 %, aquí también se identifican 2 grupos homogéneos según la alineación de las letras en la columna. Dentro de cada columna, los niveles que tienen la

misma letra forman un grupo de medias entre las cuales no hay diferencias estadísticamente significativas. El método actualmente utilizado para discernir entre las medias es el procedimiento de Duncan de comparaciones múltiples. Con este método, hay un 5,0 % de riesgo de considerar uno o más pares como significativamente diferentes cuando su diferencia real es igual a 0.

Cuadro C10: Diferencias significativas de las Medias de Índice de peróxidos según tratamientos

Tratamientos	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos homogéneos
T3 (0,10 %)	6	56,879	2,883	a
T2 (0,05 %)	6	63,019	2,883	a
Control (0%)	6	72,735	2,883	b
T1 (0,01%)	6	77,525	2,883	b

Letras distintas, verticalmente, para una misma variable indican diferencias significativas al 5%, por Duncan

Cuadro C11: Contraste múltiple de rangos para índice de peróxidos según tratamientos

CONTRASTE	DIFERENCIAS
T1 - T2	* 14,505
T1 - T3	* 20,646
T1 - Control	4,791
T2 - T3	6,141
T2 - Control	* - 9,715
T3 - Control	* - 15,856

* indica una diferencia significativa.

ANEXO D

PRUEBA DE ESTABILIDAD DE GRASA

Método Almacenamiento Acelerado en Estufa - Test de Schaal

Generalidades:

La prueba de almacenamiento acelerado se ha utilizado ampliamente para observar la estabilidad de los aceites vegetales usando una modificación de la prueba Schaal Oven. En esta prueba, la oxidación se acelera manteniendo la muestra de aceite a 60 – 65 °C y dichas muestras se evalúan a intervalos prefijados midiendo la evolución de la oxidación mediante el índice de peróxidos (IP). El periodo de inducción se determina gráficamente, dibujando el IP frente al tiempo. Existen variaciones en las condiciones de la prueba de la Estufa o de Schaal. Estas incluyen diferencias en la cantidad de aceite a almacenar, el tamaño de los depósitos de almacenamiento y la proporción entre la superficie del aceite y su volumen, así como los depósitos están cubiertos o descubiertos durante el tiempo de almacenamiento. La proporción entre el área de la superficie y el volumen del aceite afecta directamente el nivel de oxidación.

La prueba de Schaal es más fiable que las pruebas llevadas a cabo a temperaturas elevadas porque reproduce los cambios oxidativos observados en los estudios realizados sobre el tiempo de vida útil. Aumentando la temperatura de almacenamiento, el nivel de oxidación crece de tal modo que la totalidad de la prueba se puede realizar en un espacio de tiempo más corto. Un día de almacenamiento bajo esta condición equivale a un mes a temperatura ambiente.. Esta prueba también se puede realizar con exposición a la luz para evaluar el efecto de la foto oxidación en la estabilidad oxidativa del aceite.

(Aparicio y Harwood, 2003.)

DETERMINACION DEL ÍNDICE DE SAPONIFICACIÓN

Método de Koettstorfer de Titulometría (AOAC, 1984/ Cd 3-25)

Generalidades

El índice de saponificación es una medida del contenido de ácidos grasos combinados y libres que existen en una grasa y es inversamente proporcional al peso molecular promedio de los ácidos grasos presentes en dicha grasa.

También proporciona información sobre la longitud media de las cadenas de los ácidos puesto que 1 gramo de grasa contiene más ácidos grasos si son de cadena corta que si son de cadena larga. El índice de saponificación se utiliza para comprobar la pureza de las grasas.

Se define como la cantidad necesaria de KOH (hidróxido de potasio) para saponificar una cantidad definida de muestra. Se expresa como el número de miligramos de hidróxido de potasio (KOH) requeridos para saponificar un gramo de muestra.

Materiales y Equipo

- Condensador.
- Una pipeta de 50 mL.
- Balón de 150 mL.
- Una pipeta de 1 mL.
- Una bureta.
- Pinza para bureta.
- Balanza analítica.
- Estufa o plancha de calentamiento.
- Soporte universal.

Reactivos

- Alcohol etílico 96 %. (vol.).
- Disolución de hidróxido de potasio en etanol: 0,5 mol/L en etanol.
- Ácido clorhídrico 0,5 N
- Disolución de fenolftaleína 1 % en etanol.

Procedimiento

- Pesar 5 g de muestra y agregar 50 mL de la solución de hidróxido de potasio alcohólica con una pipeta.
- Preparar un blanco de forma simultánea a la muestra.
- Colocar los balones (blanco y muestra) en el condensador hasta que la saponificación sea completa (aproximadamente 1 hora). Evitar pérdidas.
- Titular con la solución de ácido clorhídrico utilizando la solución de fenolftaleína como indicador.

Cálculos:

El Índice de Saponificación (*I. Sap.*) se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$I.Sap. = \frac{(b - a) * C * 56,1}{M}$$

Donde:

- b : ácido clorhídrico (HCl 0,5 mol/L) gastado en la titulación en blanco.
- C : Concentración del ácido clorhídrico.
- M : peso de la grasa en gramos.
- 56,1 : Masa molar del KOH.

DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ÍNDICE DE ÁCIDOS GRASOS

LIBRES

Método de Bishop y Col. 1922 (AOCS, 1984/Cd 5a - 40)

Generalidades

Este método determina los ácidos grasos libres existentes en una muestra de aceite o grasa; al contrario del índice de saponificación no se determina los ácidos ligados

El conocimiento del contenido de ácidos grasos libres sirve como prueba de pureza y en ocasiones sirve para extraer conclusiones acerca del tratamiento o reacciones de degradación que se haya producido

Se define como el número de miligramos de hidróxido de sodio necesarios para neutralizar 1 gramo de grasa o aceite

Materiales y Equipo

- Dos balones de 150 mL.
- Una pipeta de 1 mL.
- Una bureta.
- Pinzas para bureta.
- Balanza analítica.
- Estufa o plancha de calentamiento.
- Soporte universal.

Reactivos

- Alcohol etílico.
- Hidróxido de sodio.

- Disolución de fenolftaleína 1 % en etanol.

Soluciones

- Alcohol etílico al 96 %. El alcohol debe tener un definido, distinguido y específico punto final con fenolftaleína y debe ser neutralizado con una base, pero que permanezca el color rosado justo antes de ser utilizado.
- Solución de hidróxido de sodio, recientemente estandarizada (como lo indica el Cuadro D1), para determinar la normalidad apropiada de la solución de NaOH dependiendo del rango de la concentración de ácidos grasos libres esperado en la muestra.

Cuadro D1: Relación entre el porcentaje de ácidos grasos libres y la concentración de la solución titulante.

Rango AGL (%)	Muestra (g)	Alcohol (mL)	Conc. alcalina (M)
0,00 a 0,2	56,4 ± 0,2	50	0,1
0,2 a 1,0	28,2 ± 0,2	50	0,1
1,0 a 30,0	7,05 ± 0,05	75	0,25
3,0 a 50,0	7,05 ± 0,05	100	0,25 a 1,0
50,0 a 100	3,525 ± 0,001	100	1,0

Procedimiento

- La muestra debe estar bien mezclada y completamente líquida antes del pesado; nunca caliente la muestra más de 10 °C arriba de su punto de fusión.
- Se utiliza el Cuadro D1 para determinar el peso de muestra. Se Pesa la cantidad designada para la muestra en un erlenmeyer.

- Se Adiciona la cantidad específica de alcohol caliente neutralizado, y 2 gotas del indicador.
- Titule la solución estándar de hidróxido de sodio, agitando vigorosamente hasta que aparezca el primer color rosado permanente, de la misma intensidad que la del alcohol neutralizado antes de la adición de la muestra. El color debe persistir por 30 segundos.

Cálculos

$$\% I.AG_{ac.oleico} = \frac{a * C * 282}{10 * P}$$

Donde:

- a : mL de disolución de hidróxido de sodio gastados
- C : Concentración de la disolución de hidróxido de sodio en mol/L
- 282 : Masa molecular del ácido Oleico
- P : peso de la muestra en gramos

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE PERÓXIDOS

Método de Wheeler por Titulometría (AOCS, 1984/ cd 8-53)

Generalidades

Este método expresa en términos de mili equivalentes de oxígeno activo por kg de aceite, y da la cantidad de peróxido que oxidan el yoduro de potasio bajo las condiciones de la prueba.

El índice de peróxido (IP) se suele definir en términos de mili equivalentes de oxígeno por kilogramo de grasa.

Aplicable a todas las grasas y aceites normales, incluyendo margarina. Este método es altamente práctico y cualquier variación en la prueba puede provocar variaciones en los resultados.

Materiales

- Pipetas de 0.5, 10 y 15 mL.
- Erlenmeyer de 250 mL con tapón de vidrio.
- Plancha de calentamiento.
- Balanza analítica.

Reactivos

- Ácido acético (96 % glacial).
- Cloroformo.
- Mezcla de disolventes: se mezclan ácido acético glacial y cloroformo en proporción 3 + 2 (volumen).
- Solución saturada de Ioduro de potasio.
- Disolución de almidón 1 % aprox.

- Disolución valorante de tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0,01 N

Procedimiento

- Pesar 1,5 – 2,5 g de muestra en un erlenmeyer de 250 mL con un tapón de vidrio, y agregar 30 mL de solución de ácido acético – cloroformo 3:2. Agitar para disolver la muestra. Adicionar 1 mL de solución saturada de ioduro de potasio KI, esperamos un minuto agitando. Meter en la oscuridad durante 5 min.
- Añadir 30 mL de agua destilada.
- Añadir 0,5 mL de solución de almidón
- Agregue 0,5 mL de la solución de almidón, añadiendo gota a gota hasta que torne. Si tiene peróxidos altos, estará oscuro.
- Se valora con solución de tiosulfato sódico, el cual se añadirá gradualmente y con agitación constante. Cuando desaparece en color amarillo, tomara a color blanco lechoso. No dejar pasar más de 10 segundos tras la valoración porque se tornará oscuro nuevamente.
- Se corre un blanco de igual forma.

Cálculos

$$I.P.(meq.O_2 / Kg \text{ de aceite}) = \frac{(a - b) * N * 1000}{P}$$

Donde:

- a : mL de tiosulfato sódico consumido en la muestra.
- b : mL de tiosulfato sódico consumido en el blanco.
- N : Normalidad del bisulfato sódico.
- P : Peso de la muestra.

ANEXO E

Figura E1: Variedad Fuerte y selecciones de palta del valle del Utcubamba

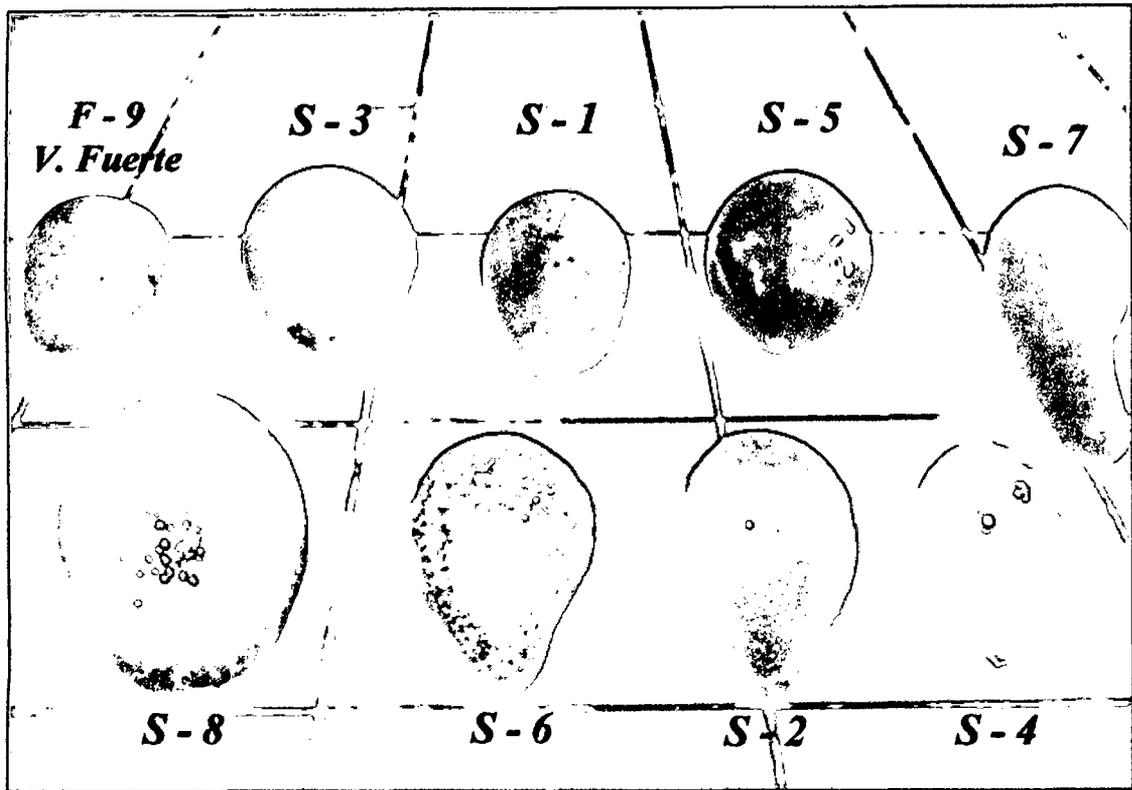


Figura E2: Variedad Fuerte recolectada en la ciudad de Chachapoyas



Figura E3: Selección S-7 de mayor rendimiento de aceite del Valle del Utcubamba

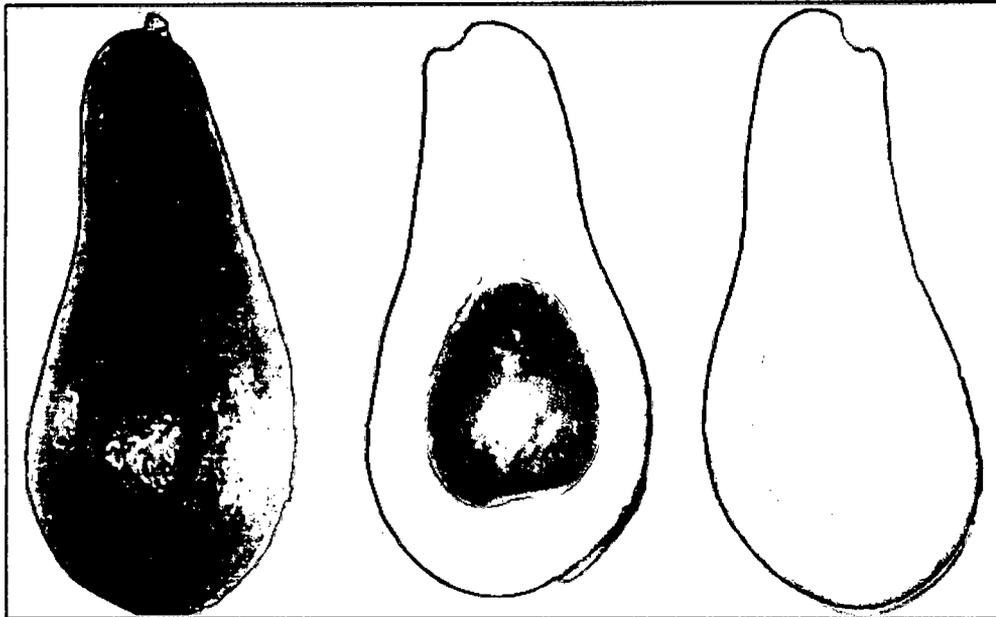


Figura E4: Prensa Artesanal

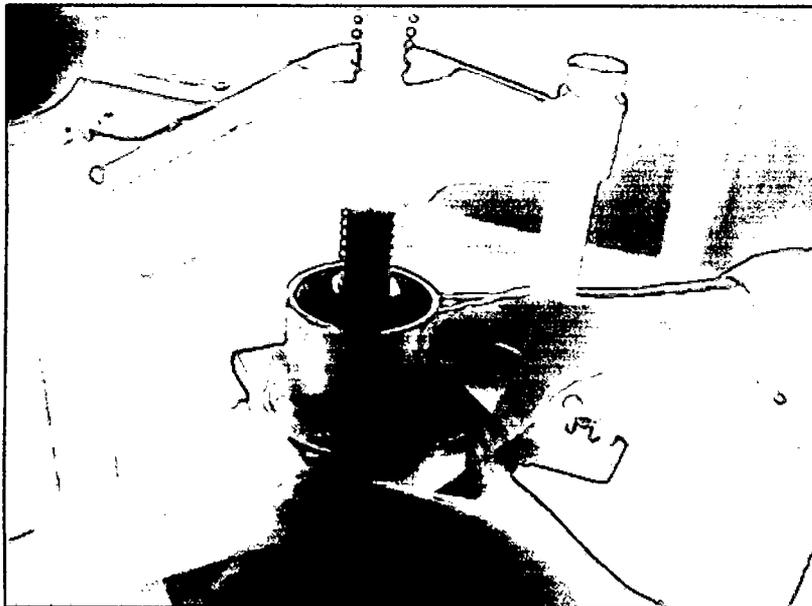


Figura E5: Prensa artesanal (cilindro y bandeja recolectora)



Figura E6: Aceite extraído por método de prensado, luego de ser tratado con extracto de Romero

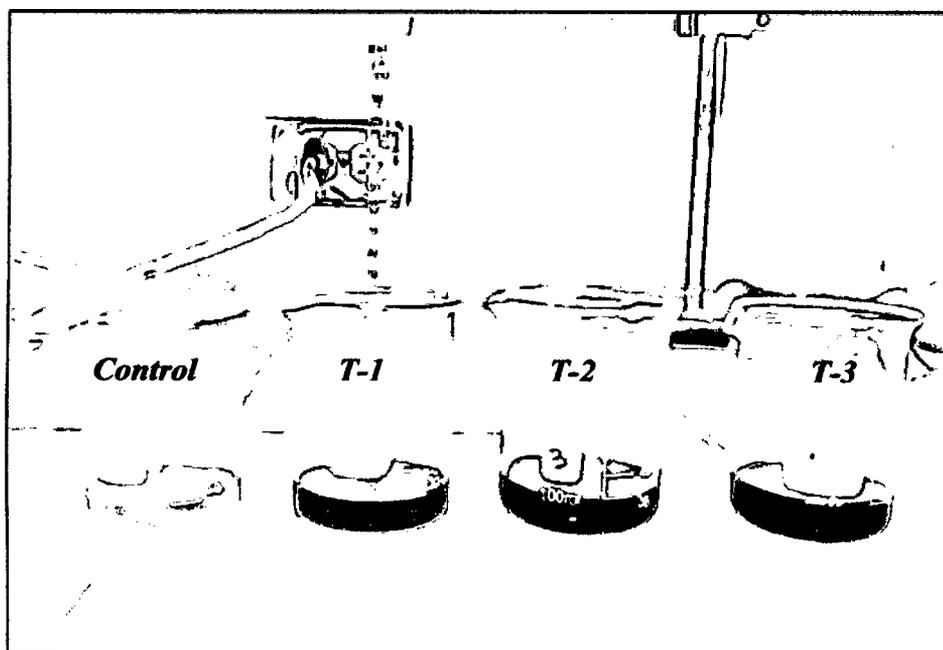


Figura E7: Medición del peso para determinar el Índice de peróxido del aceite de palta

Crudo

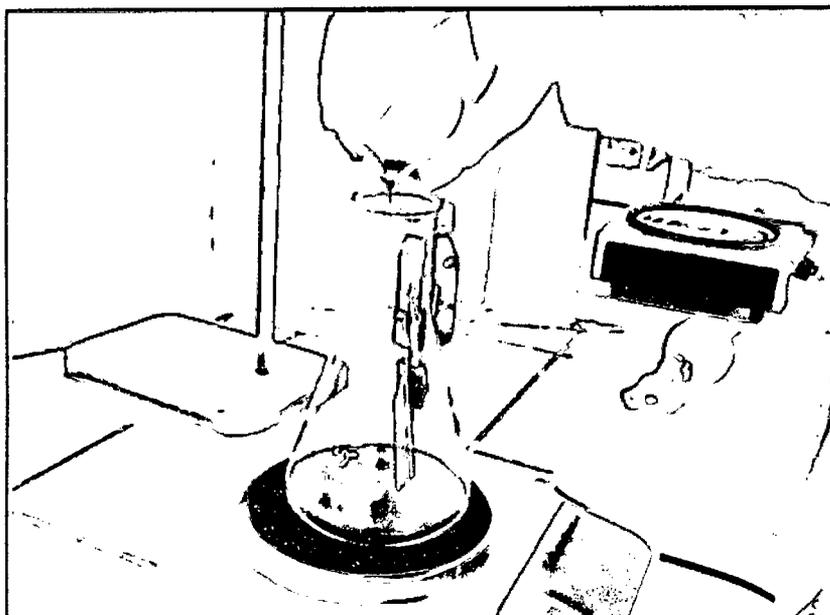


Figura E8: Determinando el índice de peróxido del aceite de Palta crudo

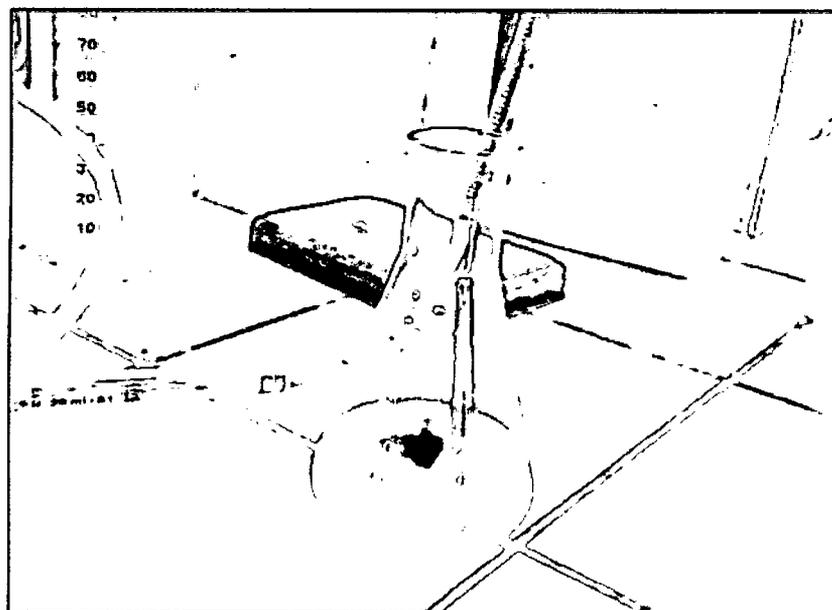


Figura E9: Aceite de Palta crudo variedad Fuerte y selección S-7

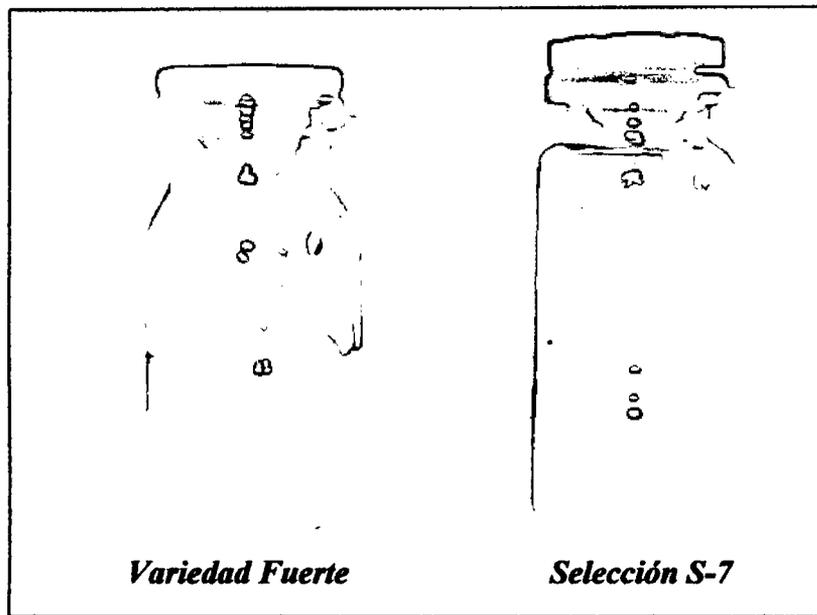
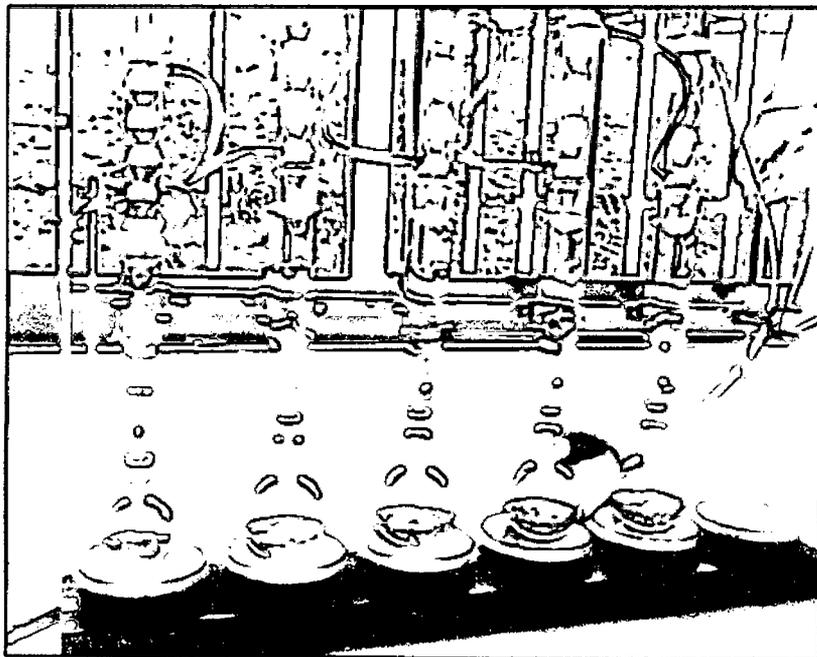


Figura E10: Extracción de aceite de Palta con éter de petróleo, método Soxhlet.



ANEXO F

EXTRACCIÓN INDUSTRIAL DE ACEITE DE PALTA

La extracción del aceite de Palta en forma industrial es una variante de la tecnología utilizada en la extracción de aceite de olivo. Como lo muestra la figura F1.

La diferencia en la extracción de aceite de Palta al aceite de oliva radica en que al primero se le debe de extraer tanto semilla como cáscara al empezar el proceso de extracción, operaciones no realizadas al fruto del olivar; otra diferencia se aprecia al finalizar el proceso de prensado donde observamos dos fases (fase líquida y fase sólida); la fase líquida es similar para ambos productos dejándose apreciar aceite virgen y alpechín, sin embargo, en la fase sólida la aceituna separa el orujo que es considerado desecho y la palta separa pasta de su pulpa que puede ser utilizada como materia prima para la elaboración de Guacamole como subproducto. Salvo a las diferencias mencionadas, ambas tecnologías extractivas son de procesos similares.

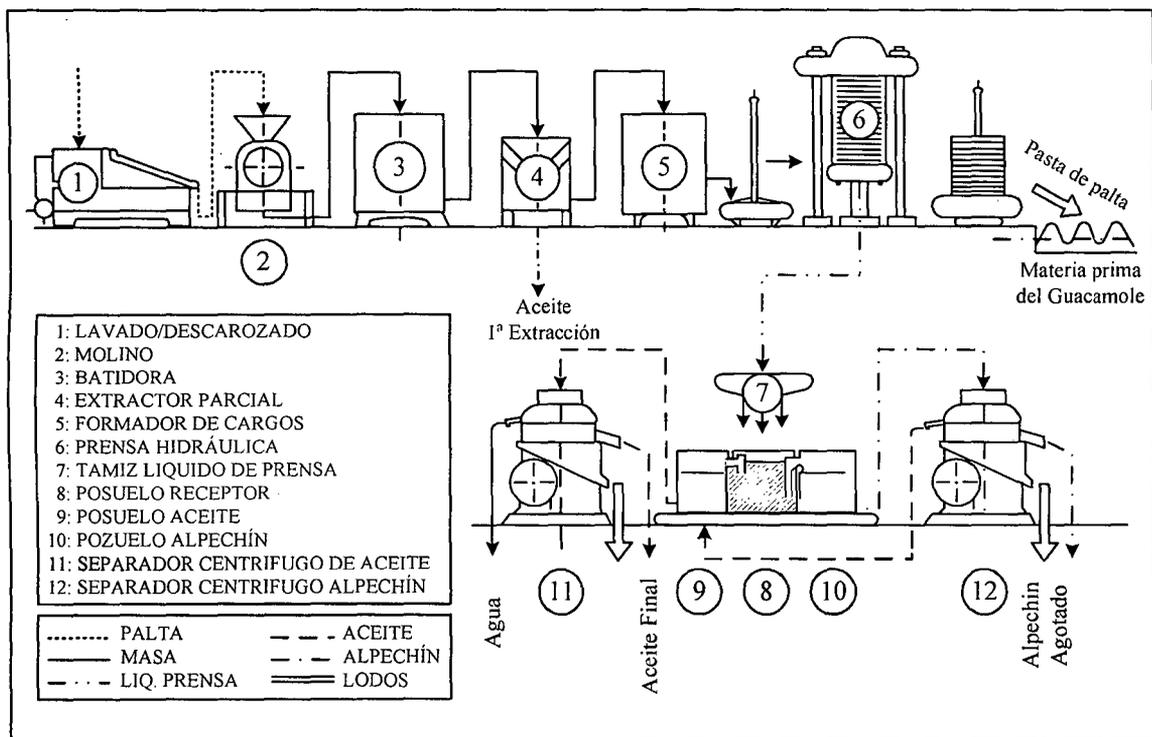


Figura F1: Diagrama de extracción industrial de aceite de Palta

ANEXO G

COSTOS DEL CULTIVO DE PALTO POR HECTAREA

Costos de instalación S/.7832

Costos de mantenimiento S/.5080

Cuadro F1: Costos de Instalación: S/. 7832

Rubros	Porcentaje	Costo
Mano de Obra	12%	S/. 939,84
Asistencia técnica	3%	S/. 234,96
Imprevistos	7%	S/. 548,24
Maquinaria	17%	S/. 1331,44
Insumos y Otros	61%	S/. 4777,52

Fuente: Sierra Exportadora, 2008

Cuadro F2: Costos de Mantenimiento: S/. 5080

Rubros	Porcentaje	Costo
Mano de Obra	18%	S/. 1409,76
Asistencia técnica	3%	S/. 234,96
Imprevistos	7%	S/. 548,24
Maquinaria	23%	S/. 1801,36
Insumos y Otros	49%	S/. 3837,68

Fuente: Sierra Exportadora, 2008

Cuadro F3: Producción de aceite de la variedad Fuerte y selección S-7

	Producción (t/h)	Rendimiento de Aceite (%)	Producción de aceite (Kg/h)
Variedad Fuerte	25	17,872	4 467,8
Selección S-7	30	15,931	4 779,0

Cuadro F4: Flujo de caja de aceite de palta selección S-7 (expresado en soles)

Rubros	Años					
	0	1	2	3	4	5
Ventas (L)		19116	19116	19116	19116	19116
Precio FOB / L		92	92	92	92	92
Costo unitario de producción / L		30	30	30	30	30
+ Ingresos Operacionales (V*P)		<i>1758672</i>	<i>1758672</i>	<i>1758672</i>	<i>1758672</i>	<i>1758672</i>
- Costos Operacionales (V*Cu)		<i>573480</i>	<i>573480</i>	<i>573480</i>	<i>573480</i>	<i>573480</i>

Utilidad Bruta (I.op-C.op)		1185192	1185192	1185192	1185192	1185192
-----------------------------------	--	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

- Comisión de Venta (3% I.op)		52760	52760	52760	52760	52760
- Transporte, Agencias de aduanas y gastos de agentes marítimos		8400	8400	8400	8400	8400
- Gastos de administración		108000	108000	108000	108000	108000
Utilidad antes del impuesto (UB-)		<i>1016032</i>	<i>1016032</i>	<i>1016032</i>	<i>1016032</i>	<i>1016032</i>
- Impuesto a la Renta (30%)		-304810	-304810	-304810	-304810	-304810

Utilidad neta (U-I)		711222	711222	711222	711222	711222
----------------------------	--	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Inversión en Terreno	-12000					
Inversión línea de producción	-366423					
Inversión capital de trabajo	-210000					
Inversión obras físicas	-140000					

Flujo económico	-728423	711222	711222	711222	711222	711222
------------------------	----------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

- Préstamo (50%)	-364211,5					
- Intereses (15%)		-54631,7	-46529,0	-37210,8	-26495,0	-14171,7
- Amortización (capital)		-54018,2	-62121,0	-71439,1	-82155,0	-94478,2
Servicio de la deuda (I+A)		<i>-108650</i>	<i>-108650</i>	<i>-108650</i>	<i>-108650</i>	<i>-108650</i>

Flujo financiero (FE-A)	-364211,5	602572,3	602572,3	602572,3	602572,3	602572,3
--------------------------------	------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Elaborado en base a datos de Sierra Exportadora, 2008

Evaluación Económica

VAN económico S/. 1.398.567,0

TIR económico 94,1%

- * Flujo de caja efectuada para la selección S-7 de mayor rendimiento de aceite en el valle del Utcubamba con un rendimiento de aceite de 15,930 %, para 4 h de siembra de y una producción aproximada de 30 t/h.
- * Evaluación trabajada con un Cok (Tasa de descuento ó costo de oportunidad del capital) del 20% (Sierra Exportadora, 2008)
- * Dado que el Valor Actual Neto es mayor que cero resulta ser una inversión rentable para el inversionista y con una Tasa Interna de Retorno del 94,1 % anual que nos indica una rentabilidad que genera el capital que permanece invertido.

Condiciones de Financiamiento del flujo de caja

Monto Préstamo	364211,5	
Tasa Interés Efectiva	15,00 %	anual al rebatir
Plazo Total	5,0	
Periodo de Pago	anual	
Tipo de cuota	Fija	

Cálculo Cuota Fija Pago

Formula:
$$Cuota = P * \left[\left(\frac{i}{1 - (1 + i)^{-n}} \right) \right]$$
 Cuota = 108650,0

Donde:

$$P = 364211,5$$

$$i = 15\%$$

$n =$ Periodos (5 años)

Cuadro F5: Tabla de pagos detallada

Periodo anual	Capital	Interés	Cuota	Saldo capital
Préstamo				364211,5
1,0	54018,2	54631,7	108650,0	310193,3
2,0	62121,0	46529,0	108650,0	248072,3
3,0	71439,1	37210,8	108650,0	176633,2
4,0	82155,0	26495,0	108650,0	94478,2
5,0	94478,2	14171,7	108650,0	0,0
Totales	364211,5	179038,3	543249,8	

Fuente: Elaboración propia