

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**OBTENCION Y CARACTERIZACION DE ACEITE DE AGUAJE
(Mauritia flexuosa) y UNGURAHUI (Jessenia bataua)**

TESIS

PARA OPTAR EL TITULO DE

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

GENARO ALBERTO MORENO SANCHEZ

TINGO MARIA - PERU

1991

DEDICATORIA

A Genaro y Dolly :

Mis padres, que con su esfuerzo y dedicación
hicieron de mi un profesional.

AGRADECIMIENTOS A:

Mi Patrocinador : Ing. I.A. Raúl Natividad Ferrer

Mi Co-Patrocinador: Ing. I.A. Margarita Runzer Palomino
Ing. I.A. Angel Noe Quispe Talla

Mis Colaboradores : Ing. G. Agustín M. Zafra, Jefe del
Laboratorio de Control de Calidad,
Investigación y Desarrollo de la Cía.
Perú Pacífico.

Ing. I.A. Juan Valencia, Jefe de la
Planta Piloto de Aceites y Grasas del
Instituto Nacional de Desarrollo
Agroindustrial - INDDA.

Blgo. Kember Mejía, Investigador del
Proyecto Silvigenesis Dinámica de la
Vegetación sobre Suelos Hidromórficos.

Instituto de Investigación de la
Amazonia Peruana - IIAP.

Mis Auspiciadores : - Cía. Industrial Perú Pacífico S.A. por
cuanto brindó con asesoría
profesional, equipos y reactivos en la
fase refinación y caracterización de
los aceites.

- Instituto Nacional de Desarrollo
industrial, que colaboró con asesoría
profesional, equipos de

condicionamiento de la fruta y
extracción del aceite.

- Convenio Proyecto Especial Alto
Huallaga (PEAH) Universidad Nacional
Agraria de la Selva (UNAS) por su
financiación parcial de esta Tesis.

I N D I C E

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	2
A. Características Generales del Aguaje y del Ungurahui	2
1. Aguaje	2
2. Ungurahui	10
B. Consideraciones Generales en la Producción de Aceites	15
C. Aspectos Tecnológicos y Operaciones Básicas Fundamentales en la Extracción y Refinado de Aceites Comestibles	18
1. Limpieza	18
2. Acondicionamiento	20
3. Extracción del Aceite	22
4. Refinación	25
5. Deodorización	41
III. MATERIALES Y METODOS	49
A. Materia Primas	49
1. Fruta de Aguaje	49
2. Fruta de Ungurahui	49
B. Analisis de la Materia Prima y Aceites	49
C. Proceso de Extracción de los Aceites Crudos de Aguaje y Ungurahui	60
1. Limpieza y Selección	60
2. Despulpado	62

3. Acondicionamiento	62
4. Reducción de Tamaño	62
5. Tratamiento Térmico	63
6. Extracción Mecánica	63
7. Refinación	64
IV. RESULTADO Y DISCUSION	75
A. Análisis de la Materia Prima	75
1. Fruto de Aguaje	75
2. Fruto de Ungurahui	76
B. Proceso de Extracción del Aceite Crudo	78
1. Extracción del Aceite Crudo de Aguaje	78
2. Extracción del Aceite Crudo de Ungurahui ...	87
C. Proceso de Refinación del Aceite Crudo	95
1. Refinación del Aceite Crudo de Aguaje	95
2. Refinación del Aceite Crudo de Ungurahui ..	101
V. CONCLUSIONES	107
VI. RECOMENDACIONES	109
VII. RESUMEN	110
VIII. BIBLIOGRAFIA	112
IX. ANEXO	117

I. INTRODUCCION

La familia Arecaceae (Palmas) se estima que posee 217 géneros y 2,675 especies. De las cuales 32 géneros se encuentran en el Perú.

Entre las especies importantes en la Amazonia Peruana por su abundancia natural se encuentra el aguaje (Mauritia flexuosa L.f.) y el Ungurahui (Jessenia bataua Mart) los que a nivel de investigación se les ha considerado en forma muy reducida y aún menos con fines de aplicación industrial.

Los frutos de las especies citadas ofrecen alternativas por sus características oleaginosas y nutricionales, especialmente en la región en donde se produce.

Por las consideraciones anteriores el presente trabajo pretende investigar los frutos de Aguaje y Ungurahui bajo los siguientes objetivos.

- Buscar el aprovechamiento de los frutos del Aguaje y del Ungurahui, a través de un proceso óptimo de extracción y refinación de su contenido graso.
- Realizar la caracterización física y química del aceite crudo y aceite refinado.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

A. CARACTERISTICAS GENERALES DEL AGUAJE Y DEL UNGURAHUI

1. Aguaje (Mauritia flexuosa L.f.): Es una palmera oriunda de los pantanos que forman los ríos Marañón, Ucayali y Huallaga en su parte media, lugares estos a los que se denomina "Aguajales". Es la única palmera que puede crecer con el sistema radicular en el agua. Su distribución geográfica abarca también sola o asociada con otras especies en Ecuador, Colombia, Venezuela, Brasil y Bolivia (8).

Se adapta en zonas con precipitación mayor a 2,000 mm/año y una temperatura media 22°C, con cambios poco acentuados durante el año (8). Pertenece al género *Mauritia* que posee 16 especies de las cuales solo existen 3 en el Perú (18) y siendo su clasificación taxonómica la siguiente :

Reino	:	Vegetal
Sub Reino	:	Embryophyta
División	:	Spermatophyta
Clase	:	Angiosperma
Sub Clase	:	Monocotyledonae
Orden	:	Príncipes
Familia	:	Arecaceae - Palmae
Sub Familia	:	Calamoideae
Tribu	:	Lepidocaryeae
Género	:	Mauritia
Especie	:	Mauritia flexuosa

Fuente : UHL - Dransfield - New Clasification (33)

La M. flexuosa que se le confunde con la M. vinífera con la cual convive algunas veces y se distingue por presentar la M. flexuosa frutos cuando inmaduros de color anaranjado que al madurar se tornan pardos rojizos, mientras que la M. vinífera presenta frutos un poco más grandes que de inmaduros son de color verdoso y de maduros son de color amarillentos. Esta vive generalmente sola o formando pequeños grupos llegando a alcanzar hasta 50 m. de altitud, mientras que la M. flexuosa vive formando grandes rodales y solo alcanza 25 m. de altitud (8). La M. peruviana es una palmera más pequeña de frutos más pequeños que la M. flexuosa, casi esféricos y más dulces. Esta palmera no se confunde por que vive en la llanura seca, arenosa (8).

Mac Brite (18), establece una clara diferencia entre las tres principales especies descritas :

La M. flexuosa presenta tronco y hojas lisas con color, raquis fuertemente flexuoso, frutos bien definidos.

M. vinífera es de raquis ligeramente angulado, frutos acuminados.

M. peruviana posee troncos y hojas espinosas y es más pequeña y débil.

En el Perú existen 1'050,000 Há. de aguajales

uros con densidades mayores de 450 plantas por Há. Dentro de las áreas pantanosas existen aproximadamente un 30% de áreas con pequeñas agrupaciones de aguajales y que en totalidad arrojan una superficie de 1'100,000 Há. lo que da un potencial total de 2'150,000 Há. de aguajales densos en la Amazonía Peruana (29).

Los nombres vulgares de M. flexuosa son : Aguaje, Achual, Auashi Buritisol, Bimón, Mariti, Muriti, y Moriche en el Perú; en el Brasil se le conoce como Miriti; en Guayana como Awuara, Baché y en Venezuela como Moriche (9).

El fruto es una drupa ovoide, alargada de 4 - 5 cm. aproximadamente, globuloso y deprimido en sus dos extremos, presentando en un extremo los restos del pedúnculo.

El fruto se encuentra revestido por un pericarpio de escamas imbricadas, romboides, brillosas, lisas, conteniendo una pulpa anaranjada amarillenta de poco espesor, de sabor agridulce aceitoso de consistencia amilácea, de unos 4 a 6 mm. de espesor.

Endocarpo apergaminado, semilla globulosa, ovoide. Endospermo homogéneo, córneo, embrión estrobiliforme y lateral.

La cosecha comienza a los 7 u 8 años y se realiza en forma continua durante 40 a 50 años, a partir de

este momento empieza a decrecer la producción. Luego, de la época de lluvias, la producción es mayor. La recolección comienza cuando el fruto se torna oscuro y anormalmente para esta práctica se tumba la palmera.

En la zona de Tingo María - Tocache, empieza la floración en los meses de Agosto a Octubre, su polinización franca en Noviembre a Diciembre, presentando estructuras características del fruto en los meses de Enero a Febrero. A partir de esta fecha se desarrolla el fruto estando a punto para la cosecha en el mes de Junio a Diciembre según el desarrollo de estos (1).

a. **Componentes del Fruto**

Las partes principales del fruto de aguaje se expresan generalmente en porcentaje de cáscaras, pulpa y semilla que se muestra en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Componentes del Fruto de Aguaje

Partes del fruto	Peso %	Materia seca
cáscara más pulpa	49	45,0
semilla	51	49,2

Fuente : Gonzáles (15)

El Cuadro 1. nos muestra una idea clara del porcentaje de la semilla del fruto, que es más grande y pesada que el resto de sus partes. En el Cuadro 2, se indica los componentes físicos químicos del aguaje.

CUADRO 2. Composición de la Fracción Cáscara mas Pulpa en base a Materia seca del Aguaje.

Componentes	Contenido
Aceite	24,5 %
Proteínas	3,72 %
Cenizas	3,50 %
Fibras	35,90 %
Almidón	14,60 %
Nifext	17,72 %
pH	3,0 - 3,2

Fuente : Gonzáles (15)

En el Cuadro anterior se puede apreciar que la pulpa del aguaje posee un porcentaje alto de aceite.

Según Bohórquez (8), en plantaciones realizadas en el Perú, se han obtenido hasta 19 TM/Há/año.

Esta palmera tiene múltiples usos, desde la alimentación humana hasta la industria. De la pulpa se extrae aceite para consumo humano; por otra parte de la fermentación de ésta se obtiene

un "vino" denominado Vino de Buriti.

La pulpa de aguaje tiene además otras aplicaciones industriales como harina para múltiples usos culinarios, para la elaboración de helados, jugos, néctares, jaleas y dulces. El estípite puede constituir una fuente de almidón. Los indios Huácharos en Colombia lo utilizan como alimento.

CUADRO 3. Estimados de los Componentes por hectárea del Aguaje.

=====

Componente	Producción (TM)
Frutos	60,0
Cáscara + Pulpa (Materia seca)	13,2
Aceite	3,2

=====

Fuente : Gonzáles (15)

El Cuadro 3, indica el rendimiento obtenido de un estudio realizado por el autor en un aguajal de la Unidad Técnica de Capacitación Forestal en Aucayacu, en el año 1967, que presentaba una masa forestal homogénea con un promedio de 351 palmeras por Há con estípite aprovechable, cuyos rendimientos están relacionados con: la zona de Tingo María, Tocache y Campanilla.

b. **Aceite de Aguaje**

En el año 1968, el Centro Nacional para el Desarrollo de la Industria Alimentaria (CENDIA) y luego el Instituto Nacional de Desarrollo Agroindustrial (INDDA), han efectuado análisis de los frutos, así como de su contenido graso de la fracción cáscara-pulpa extraído por presión mecánica. De igual manera una muestra del aceite fue analizada en la Escuela Superior de Acidos Grasos París, Francia.

Se aprecia en Cuadro 4, las características de la fracción cáscara y pulpa del aguaje. Donde el índice de acidez es bajo en comparación con el aceite de palma aceitera (Elaeis quineensis) que posee en promedio 3,5% (3).

CUADRO 4. Características del Aceite de Aguaje de la Fracción Pulpa + Cáscara.

Características	INDDA	Francia	
Color	8,4 R-89 A		
Olor y Sabor	Propio del Prod.		
Indice de Acidez (como aleico)	0,3 %		
Indice de Peróxido	4,7 Meqv/gr.		
Densidad Relativa 20°C	0,9122	0,9139	
Indice de Refracción a 60°C	1,4565	40°C 1,4560	
Indice de Iodo	72	73,8	
Indice de Saponificación	190	203,3	
Materias Insaponificables	1%	1,06	
Resistencia al frío 0°C		98	
Comparación de Acidos Graso			
Palmitico	C 16 : 0	18,0	18,35
Palmitoleico	C 16 : 1	0,10	1,91
Esteárico	C 18 : 0	0,20	2,30
Oleico	C 18 : 1	78,30	67,0
Linoleico	C 18 : 2	2,70	9,50
Linolenico	C 18 : 3	0,70	0,99

Fuente : Roessler (29)

También se puede mencionar del Cuadro 5, que existe una diferencia mínima entre ambos análisis, lo que nos permite tomarlos como un patrón de comparación; como un complemento a la extracción de aceite se realizaron análisis a la torta desgrasada, los que se muestran en el Cuadro 5.

CUADRO 5. Análisis de Torta Desgrasada de Aguaje
Fracción Pulpa + Cáscara.

Componente	Porcentaje		
	Muestra 1	Muestra 2	X
Humedad	12,16	10,10	11,13
Proteína	6,75	7,40	7,07
Grasa	2,28	1,63	1,95
Ceniza	3,62	3,90	3,76
Fibra	29,40	27,30	28,35
Hidratos de Carbono	45,79	49,52	47,65

Fuente : Roessl (29).

El Cuadro 5, indica que el contenido de proteínas de la torta es bajo; mientras que el contenido de Carbohidratos, es alto.

Los sub productos de la extracción del aceite de aguajes constituido por la pasta y la semilla son ricas en manosa y azúcar de alta digestibilidad, que puede utilizarse como alimento para ganado (15).

2. Unqurahui (Jessenia Bataua (Martius) Burret): Sub especie bataua. Palma poco conocida que crece en estado silvestre en la región de los valles del Huallaga, Ucayali, Maraón y Amazonas. Se encuentra en varios tipos de bosque de la Amazonía Peruana. Abunda más en terrenos regularmente o mal drenados, algunas veces asociado a Mauritia flexuosa en formaciones llamadas

"Sacha aguajales". En otros casos se encuentra en asociaciones casi puras denominadas "Ungurahuales", esta palmera responde a las diferencias del suelo y humedad; se notan zonas bien definidas con densidades diferentes de ungurahui (32).

La palma crece en zonas de 120 a 900 m.s.n.m. y se ubica en los Departamentos de Loreto, San Martín y Madre de Dios (13). La Jessenia bataua, es esbelta y los grandes racimos de frutos son comparados a aquellos de la palma africana (Elaeis quineensis) (9). Su clasificación taxonómica es la siguiente:

Reino	:	Vegetal
Sub Reino	:	Embryophyta
División	:	Spermatophyta
Clase	:	Angiosperma
Sub Clase	:	Monocotyledonae
Orden	:	Principes
Familia	:	(Palmae) Arecaceae
Género	:	Jessenia
Especie	:	Jessenia bataua

Fuente: UHL - Dransfield - New Clasification (33).

El nombre vulgar de Jessenia es Ungurahui y Sacumana en el Perú, también se le conoce como Seje, Mil pesos y Coroba en Colombia y Pataua en el Brasil.

Se encuentran aproximadamente 1,306 Hás de la superficie nacional tanto en crecimiento como en producción lo que dá un rendimiento de 3,435 Kg/Há de rendimiento (13).

Posee un tronco erguido de 18 a 20 m. de alto y 20 a 22 cm. de diámetro, las hojas son de tipo ascendente, pennadas de color verde oscuro de 5 a 8 m. de largo.

El fruto morado cuando maduro, es de 3 cm. de largo por 1,5 cm. de ancho pulpa aceitosa y comestible, cubierta por fibra y cáscara que rodea la semilla. La pulpa constituye casi el 40 % peso en base seca de la fruta entera, conteniendo aproximadamente hasta 50% de aceite (9,24).

La palma adulta tiene una producción promedio de 2 racimos por año, 30 Kg. de fruta (24). De la información algo confusa y poco precisa disponible parece ser que de una palma madura pueden obtenerse 15 - 20 Kg. de aceite anuales (al tener la pulpa 50% de aceite), lo que permitiría una densidad de plantación de 140 plantas por Há/año (35).

El fruto de Ungurahui, oriundo de Iquitos se ha hallado que tiene un promedio de 11,5 gr. con un porcentaje de humedad aproximado de 35% (23).

a. Componentes del Fruto

Al igual que en el caso del Aguaje los

resultados de análisis efectuados a la fruta se pueden considerar a la pulpa más cáscara como una sola fracción, como se muestra en el Cuadro 6.

CUADRO 6. Partes del Fruto de Ungurahui.

Partes	Peso
Pulpa Aceitosa	35,5%
Corazón	64,5%

Fuente : Estudio del Aceite de Ungurahui Morales (23).

El porcentaje de aceite de la pulpa es del 28,7% que calculado sobre el fruto dá 10,18% (23).

Muy estimado es el fruto del Ungurahui cuyo contenido aceitoso es denso, incoloro, cristalino que se emplea preferentemente en la alimentación. También se utiliza en perfumería o cosméticos. El residuo lechoso del aceite extraído llamado chapo de Ungurahui es consumido como refresco.

Existen pocos estudios acerca de la ecología de esta palmera por ejemplo, no se sabe cuantos años requieren las plantas para comenzar a producir. Balick (5), en su estudio menciona que la Jessenia bataua produce un aceite similar al aceite de oliva y tiene proteínas de calidad como la proteína animal.

b. Características del Aceite de Ungurahui

Posee un color amarillo pálido; tiene un aroma intenso semejante al aceite de olivo, de aspecto límpido, sabor agradable ligeramente ácido (23).

CUADRO 7. Características del Aceite de Ungurahui

Fracción Pulpa + Cáscara.

Características	Contenidos
Densidad (picnómetro) a 25° C.	0,9186
Índice de Refracción a 25,7° C.	1,4657
Índice de Acidez(oleico)	5,47
Índice de Saponificación Mgrs.KOH/gr.	192,2
Índice de Iodo (Wijs)	76,2
índice de Peróxido Mqv/1000 gr.	8,4
Materia Insaponificable	1,1%

Fuente: Estudio del aceite de Ungurahui Morales

(23).

Como se aprecia el Cuadro 7, las características físico químicas del aceite de ungurahui corresponde a un aceite comestible de alta acidez.

CUADRO 8. Composición de Ácidos Grasos de Aceite de Ungurahui.

Acido Graso	Composición
Palmitico	13,2 ± 2,1
Palmitoleico	0,6 ± 0,2
Esteárico	3,6 ± 1,1
Oleico	77,7 ± 3,1
Linoleico	2,7 ± 1,0
Linolenico	0,6 ± 0,4

Fuente: Un huile comestible de haute qualité en provenance de espèces. M. J. Balick (6).

El Cuadro 8, podemos decir que el ácido graso, linoleico, su contenido es bajo.

El aceite de ungurahui se puede calentar sin causar daños de polimerización y oxipolimerización. Este aceite es indicado para fritura (32).

B. CONSIDERACIONES GENERALES EN LA PRODUCCION DE ACEITES

Dentro del rubro de importaciones de alimentos las materias primas oleaginosas son las de mayor demanda; debido que la producción nacional de aceites comestibles es deficitaria. Como consecuencia inmediata se tiene que las plantas procesadoras no emplean toda su capacidad instalada.

CUADRO 2. Ingreso de Materia Prima a la Planta de Proceso del Año 1980 a 1990.

Año	Semilla de Algodón T.M.	Aceite crudo de Soya T.M.	Aceite Semi refinado de Pescado T.M.	Aceite crudo de Palma T.M.
1980	111,180	42,170	97,180	5,750
1981	122,890	55,330	90,880	7,130
1982	113,490	69,000	68,500	7,500
1983	42,285	NI *	29,544	7,206
1984	96,800	49,574	58,500	9,596
1985	135,006	31,800	54,070	9,480
1986	101,100	40,000	113,665	9,795
1987	82,500	NI *	70,188	14,232
1988	125,600	80,000	118,690	15,500
1989	130,000 **	100,000 **	105,000 **	22,089
1990	NI	NI	NI	25,661

Fuente: Oficina Sectorial de estadística del Ministerio de Agricultura Lima 1984 - 1986.
 Memoria 1988 Comité de Fabricantes de Aceites y Derivados de la Sociedad Nacional de industrias.
 Informes x Producción EMDEPALMA y Palmas del Espino S.A.

* No existe información.

** Datos Proyectados.

Del ingreso de materia prima a la fábrica se puede mencionar que la semilla de algodón es la mejor representada. Hay que anotar que este cultivo es de doble propósito; de fibra para la industria textil y de aceite para la industria oleaginosa. El aceite de palma empieza a repuntar en el año de 1986.

En el país se producen diferentes tipos de aceites vegetales (algodón, soya, palma), así como animales (pescado). Al faltar plantas extractoras exclusivas de

aceite crudo, la producción nacional es deficitaria. Con el incremento de nuevas áreas de cultivo de palma africana y la instalación de plantas extractoras de aceite de palma se avisa un incremento en la producción.

CUADRO 10. Evolución de la Producción de Aceites y Grasas Comestibles del Año 1980 a 1988 en TM.

=====

Año	Aceite Vegetal	Aceite Compuesto	Manteca	Margarinas	Total	Consumo Percápita Lts/Año
1980	24,305	77,520	31,635	19,620	153,080	9.10
1981	28,333	92,658	35,385	17,954	174,330	10.6
1982	33,233	92,533	32,352	18,732	176,850	9.7
1983	38,788	73,167	29,377	18,251	159,583	8.5
1984	32,281	71,399	26,221	19,488	149,389	7.7
1985	26,536	64,268	29,645	16,250	130,699	7.19
1986	38,200	101,000	42,000	22,396	203,596	10.98
1987	35,426	115,000	30,000	18,250	198,676	9.90
1988	53,000	80,000	32,000	20,000	185,000	9.20

=====

Fuente: Oficina Sectorial de Estadísticas del Ministerio de Agricultura. Lima 1984-1986
Memoria 1988 del Comité de Aceite y Grasas de la Sociedad Nacional de Industrias.

La producción de aceites compuestos siempre ha presentado los niveles más elevados, siendo este producto el de menor costo y por consiguiente de mayor consumo popular a diferencia del aceite vegetal que por su elevado costo es menos accesible.

C. ASPECTO TECNOLÓGICOS Y OPERACIONES BÁSICAS FUNDAMENTALES EN LA EXTRACCIÓN Y REFINADO DE ACEITES COMESTIBLES.

En la Fig. 1, se observa las operaciones de procesamientos de aceites y grasas, indicando por Fardum (25). cuya descripción es:

1. Limpieza

Las semillas o frutas oleaginosas, al llegar a las industrias contiene sustancias extrañas como son : tierra y barro, piedras, elementos metálicos y cuerpos diversos como cuerdas, trapos, etc. Todos estos elementos extraños deben separarse antes que la semilla o fruto pase a ser procesado ya que se pueden originar graves daños en las instalaciones de proceso (7). La separación de estas impurezas es importante ya que pueden comunicar color, olor al aceite disminuyendo su calidad (19).

La tierra y piedras se eliminan en aparatos que utilizan la acción conjunta de cribas y corriente de aire. La separación se realiza aprovechando la diferencia de densidades entre las semillas y los elementos extraños. Los elementos metálicos se apartan haciendo pasar los frutos o semillas por separadores magnéticos, que pueden ser de dos tipos: imanes permanentes o de campo giratorio (7).

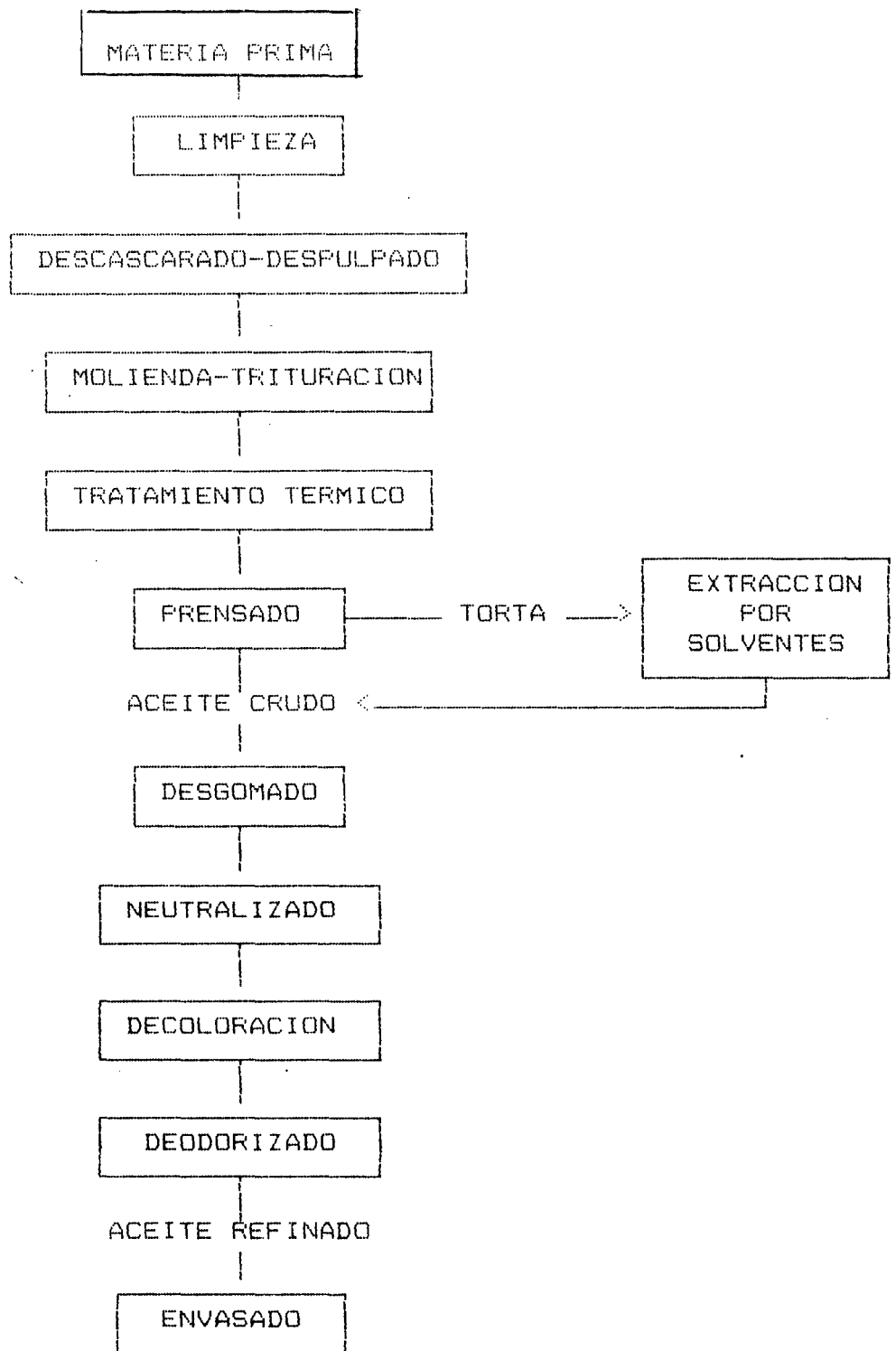


FIGURA 1. Flujo General del Procesamiento de Aceites y Grasas según Pardum (25).

2. Acondicionamiento

El pre tratamiento de las semillas o frutos que deben ser sometidas al proceso de extracción de aceite; es un factor esencial para obtener un alto rendimiento, las características físico-químicas y organolépticas del mismo.

El pre tratamiento se compone por lo general de tres operaciones fundamentales:

a. Trituración

La extracción de aceite de la materia prima bien sea por el sistema de presión o solventes, se realiza con eficiencia cuando ésta ha sido sometida a una trituración o laminación previa.

Estudios realizados demostrando que el aceite está contenido en una infinidad de células y la rotura de éstas se pueden realizar sólo por una fuerte compresión sobre ellas. Dichos estudios han confirmado que aún después de una fuerte trituración y/o laminación de las semillas aún quedan células sin romperse, de ahí la dificultad de poder extraer la totalidad del aceite presente en la semilla o fruto. En pruebas de extracción por solvente se ha demostrado que el paso del aceite de la semilla al solvente se realiza mucho más de prisa cuanto más abiertas están las células

(7). La trituración se realiza en molinos de rodillo, discos moledores o molinos de muelas con el objeto de convertir el material en partículas escamosas uniformes o cualquier otra forma que convenga para su prensado (17).

Las semillas o frutos no deben llevarse jamás a pulverización ya que en el caso de extracción por prensado, impedirá el drenaje, dificultando la filtración del aceite y en el caso de la extracción por solvente se tendrá el apelmazamiento de la masa que dificultaría la penetración del solvente (11).

b. Calentamiento

El calentamiento previo de un semilla o fruto favorece al desarrollo posterior de la extracción. Las teorías que explican estos fenómenos los podemos resumir.

Las gotas de aceite, de dimensiones ultramicroscópicas que están repartidas en la masa de la semilla, por efecto de la elevación de la temperatura, se unen entre ellas para originar gotitas más grandes que salen fácilmente de la masa de la semilla.

El aceite está contenido en una semilla en estado de emulsión con las proteínas. El

calentamiento origina la desnaturalización de las proteínas, con la consiguiente rotura de la emulsión, separándose del aceite de la masa de semillas (7).

Con el aumento de la temperatura la viscosidad baja favoreciendo la extracción.

La cocción de los granos triturados se deben realizar con cuidado ya que en la extracción no deben producirse alteraciones físico-químicas u organolépticas del aceite, y se sabe que una fuerte elevación de la temperatura es siempre un factor negativo que se refleja en la calidad del aceite.

c. **Acondicionamiento**

Se refiere a que los índices de humedad y temperatura que una semilla debe tener para facilitar la extracción oleaginosa.

La secuencia de operaciones no es única. De acuerdo al tipo y calidad de los distintos aceites, se pueden implementar algunos o todos los pasos anteriormente señalados, así como también distintas combinaciones de estos (25).

3. **Extracción del Aceite**

Existen diferentes métodos para la extracción de aceites pero en la actualidad todas ellas tiene

características de ser procesos continuos y de gran rendimiento.

a. **Extracción por Prensado**

Los diversos métodos de prensado emplean presiones altas para separar el aceite de las materias primas que lo contienen. las prensas abiertas emplean una presión alrededor de 4,000 psi, las prensas de tornillo continuo conocidas como expeller que pertenecen a las prensas de tipo cerrado operan con una presión de 20,000 a 40,000 psi (17).

El método de extracción por prensado es utilizado para semillas con elevado contenido de grasa o aceite y el cual se puede reducir el contenido de grasa o aceite hasta 4 ó 6 por ciento presionando la materia triturada, de modo que las gotas de aceite desgarran y rompen las paredes de las células y salen al exterior por medio de los canalillos (19).

La eficiencia de este proceso depende de :

- Esfuerzo límite de la rigidez de la fase sólida (resistencia de deformación).
- Porosidad de la torta formada.
- Viscosidad del líquido exprimido.
- Fuerza de compresión aplicada.

- Contenido de humedad.
- Método y temperatura de la cocción y
- Composición química de la semilla.

b. Extracción por Solventes

Constituye el método de extracción más eficiente de cualquier producto oleaginoso, es el que presenta más ventajas en el tratamiento de semillas u otro material con bajo contenido graso. Esto se consigue mediante sistemas continuos en contra corriente en los que el disolvente y las semillas entran en contacto entre sí por corrientes que se mueven continuamente en direcciones opuestas. La extracción por solventes se realiza de manera que se consiga obtener un residuo libre de sustancia grasa o un residuo en que las proteínas no se hayan descompuestos por el calor, salvo las alteraciones necesarias para aumentar el rendimiento en aceite. El cake o torta ingresante con diversos porcentajes de grasa, 15-23% cuando se trata de un proceso único o 5-10% cuando es torta proveniente de prensado (3).

Para este tipo de extracción, se siguen las siguientes etapas :

- Contacto del material a extraer con el solvente.

- Separación de las fases formadas.
- Recuperación del solvente.

La eficiencia de este proceso depende de:

- Tiempo de extracción, ya que tiene importancia fundamental sobre la cantidad de aceite extraído, ya que cada materia oleaginosa se comporta de modo distinto durante el proceso.
- Cantidad de solvente: siendo la relación torta: solvente de 1:18 aunque varía según el tipo de material, como las de fibra leñosa, caso aceituna requiere mayor cantidad de solvente.
- Temperatura del solvente: la temperatura de 60°C favorece la extracción.
- Tipos de solventes: el Hexano posee características más recomendables en cuanto a economía, propiedades físicas y rendimientos (25).

4. Refinación

De la presión de las semillas y frutos oleaginosos se obtienen dos productos; Aceite de presión y torta.

El aceite bruto generalmente presenta impurezas, fragmentos de semillas, arenillas, etc. y por tanto no puede almacenarse, ni seguir en proceso de esta manera (7).

Lo mismo ocurre con el obtenido por solvente, el

cual se destila y filtra pero aún contiene un 5 a 10% de impurezas como ácidos grasos libres y sustancias no grasas propiamente dichas generalmente clasificadas como gomas, fosfolípidos (fosfátidos), pigmentos, esteroides, compuestos oxidativos, ceras, humedad y lodos (10). Los procesos más comunes de refinación (ver Figura 2 y 3) incluye las operaciones siguientes:

- Filtración para separar las sustancias extrañas que acompañan a la materia prima.
- Desgomado : Por medio de agua o de ácido diluidos o concentrados, para separar los fosfátidos residuales u otras sustancias coloidales, así como también para lograr la reducción del contenido de metales.
- Tratamiento con alcalis para la formación de compuestos con los ácidos grasos libres y su posterior separación.
- Blanqueo por la acción de tierras activadas, así como para la adsorción de pigmentos y separación de sustancias acompañantes no deseadas en el producto final.
- Deodorización y separación de sustancias que transmiten sabores y olores desagradables (25).

a. Filtración

Consiste en la separación de un sólido en estado de suspensión en el aceite y el filtrado se

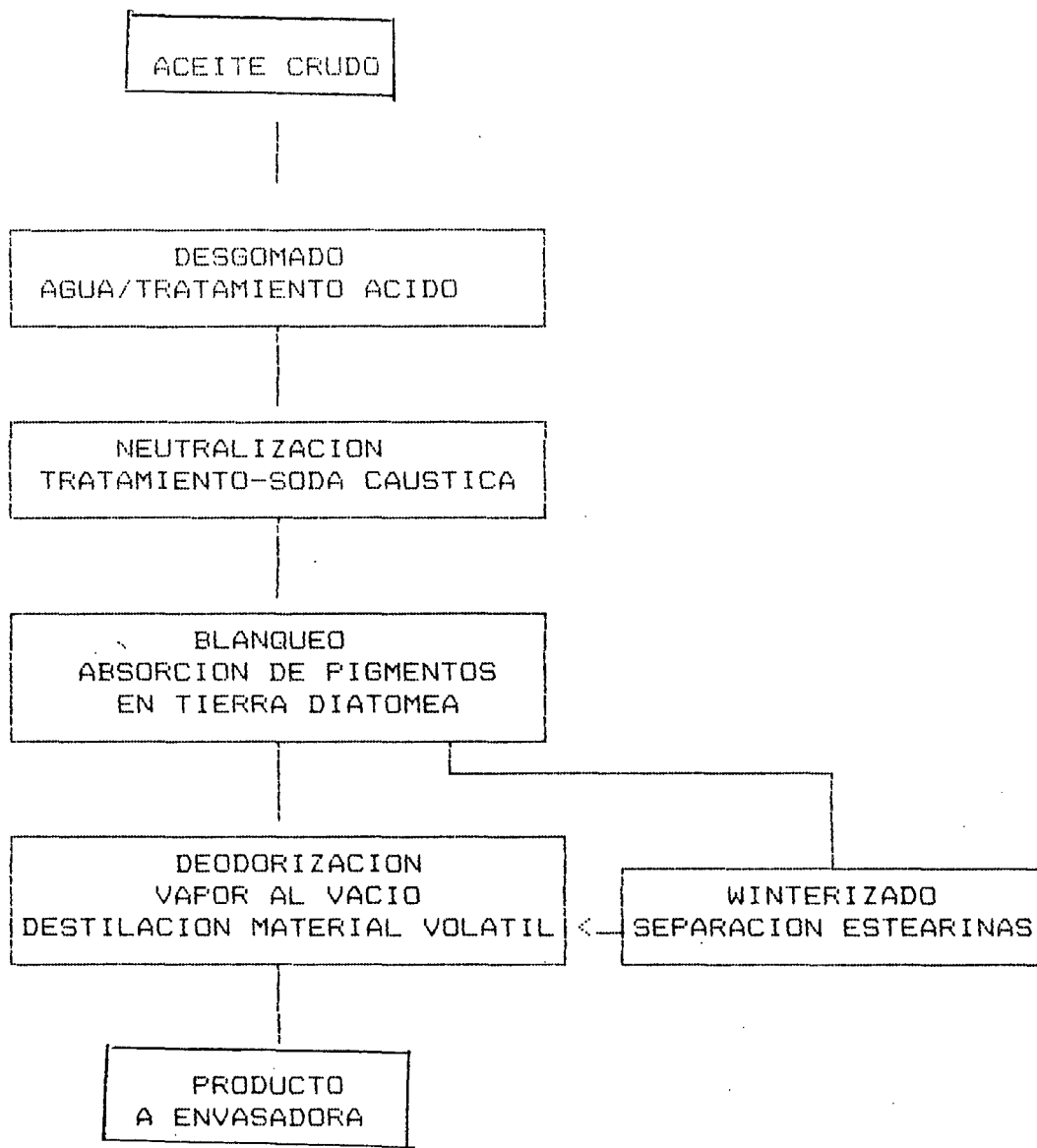


FIGURA 2. Diagrama del Flujo de la Refinación Química de Aceites según Foster y Harper (12).

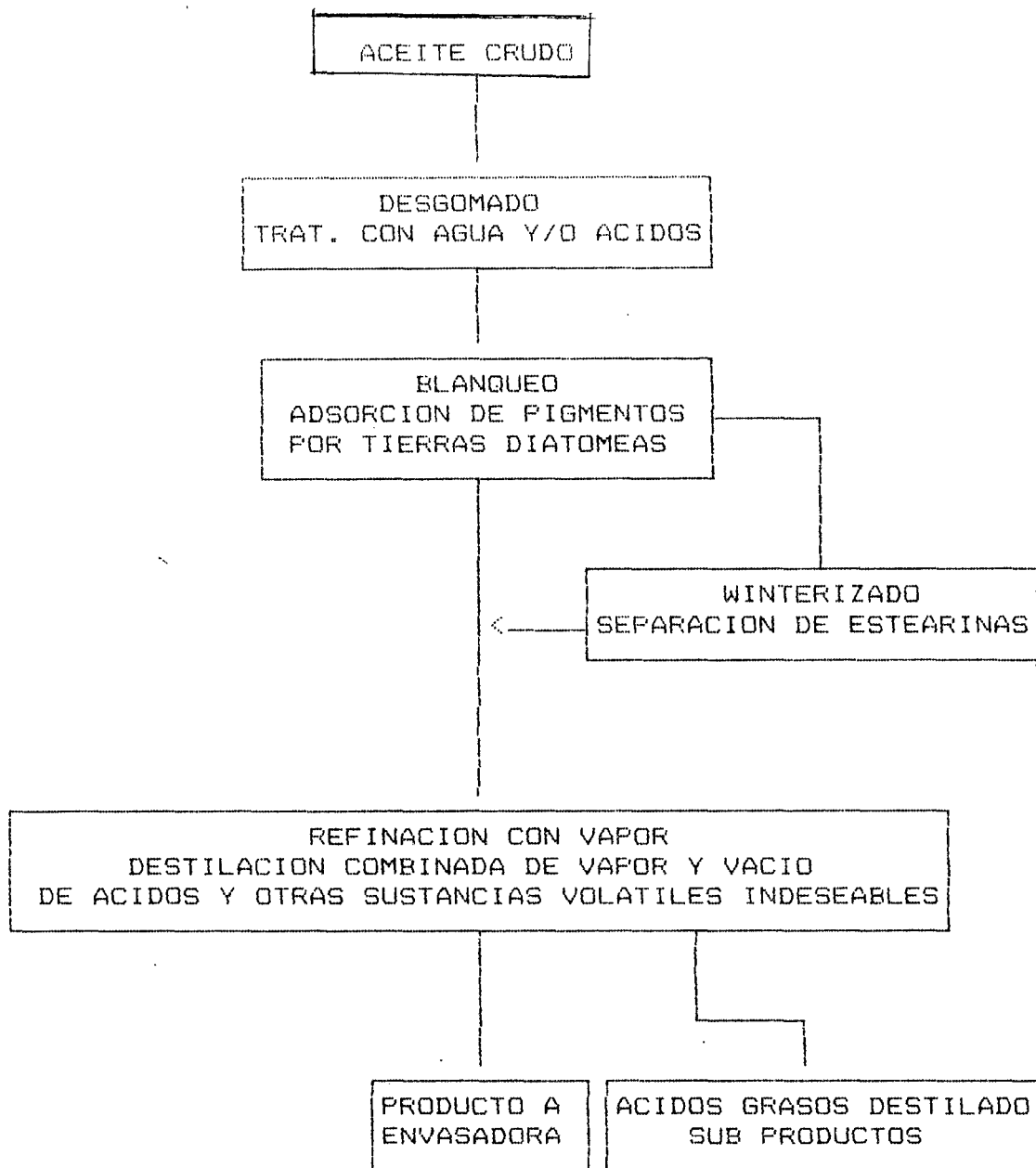


FIGURA 3. Diagrama del Flujo de la Refinación Física del Aceite según Foster y Harper (12).

realiza mediante el paso de la solución a través de una membrana, la cual retiene a los sólidos suspendidos.

b. Desgomado

Es un tratamiento con agua, sales en solución o ácidos diluidos como el fosfórico, para remover fosfáticos y otras impurezas (10) y (12).

Entre las impurezas insolubles tenemos los fragmentos de semillas de aceites y tejidos celulares, que contienen enzimas, (lipasas) que en presencia de humedad hidrolizan los glicéridos resultando la formación de ácidos grasos libres cuya cantidad aumenta progresivamente, los fragmentos de semillas y mucílago coagulados suministran con la humedad un campo fértil para el desarrollo de microorganismos, algunos de los cuales pueden desdoblar glicéridos originando otros tipos de rancidez, putrefacción y el desarrollo de olores y sabores desagradables (2).

Si estas gomas o mucílago no se llegan a separar, producirán pérdidas considerables por la neutralización posterior y dificultades ocasionales, por sedimentos en los tanques de almacenamiento y tanques cisterna (3).

El desgomado en procesos industriales se

realizan por diferentes métodos:

- Depuración con Acido Sulfúrico : Método antiguo casi en desuso. Se mezcla el aceite a tratar con pequeños porcentajes de ácido sulfúrico a 66º Be y se agita fuertemente teniendo cuidado en controlar la temperatura del aceite (25-30°C) En estas condiciones el ácido sulfúrico hace precipitar, carbonizado las proteínas, fosfátidos, gomas, pigmentos, etc. La separación se realiza casi siempre por decantación o centrifugación.
- Depuración con Acido Clorhídrico: Consiste en deshidratar el aceite y calentándolo hasta 80°C en un deposito con agitación. Se agrega de 1 a 4 por ciento de ácido clorhídrico y se agita lentamente durante 10 a 20 minutos, hasta completar la coagulación de los mucílago.
- Depuración mediante Hidratación: Se realiza en forma discontinua en aparatos provistos de agitadores donde se calienta el aceite a 80°C, inyectando vapor de agua en la masa, elevando la temperatura a 100°C y se deja hervir durante 10-15 minutos. En estas

condiciones los mucílago coagulan y se separan por decantación o centrifugación.

Estudios más recientes han demostrado que el desgomado de los aceites se realiza muy bien en equipos de funcionamiento continuo, inmediatamente antes de la neutralización, usando como medio floculante agua hirviente y soluciones de ácido fosfórico, oxálico, cítrico, etc. en pequeñísimos porcentajes (7).

c. **Neutralización**

Aceites y grasas no están compuestos solamente de glicéridos ya que contienen siempre, en porcentajes más o menos elevados ácidos grasos libres.

La formación de ácidos grasos libres, se deben en general a fenómenos de fermentación. Ciertas enzimas en determinadas condiciones de temperatura desdoblan los glicéridos en glicérina y ácidos grasos y mientras la glicérina se desdobla, los ácidos grasos libres quedan en solución en el aceite aumentando su grado de acidez.

El aumento de la acidez ha de evitarse tanto cuanto sea posible por que los ácidos grasos

libres son la causa de graves pérdidas de aceite neutro; primero porque los glicéridos que se desdoblán dan origen a ácidos grasos que deben ser eliminados en fase de neutralización; segundo por que durante la fase de neutralización un cierto porcentaje de aceite neutro se pierde en los productos de neutralización, sean en pastas jabonosas, ácidos grasos destilados, entre otros.

La cantidad de ácidos grasos libres se puede expresar como el índice de acidez que se define como el número de miligramos de hidróxido de sodio que se requieren para neutralizar los ácidos grasos libres contenidos en un gramo de grasas (21).

La eliminación de los ácidos grasos libres se puede hacer por acción física o química.

Neutralización Química: La neutralización de aceites y grasas, se efectúa generalmente saponificando los ácidos grasos libres con una solución de hidróxido de sodio, raramente con otras soluciones (hidróxido de Potasio, Carbonato de Sodio, etc.) y separando por medios físicos (decantación, centrifugación) los jabones insolubles precipitados en los aceites y que tienen un peso específico superior al del líquido

que se encuentran en suspensión. Esta reacción es fácilmente influenciada por muchos factores entre los que predominan :

- . La pureza de aceites y grasas.
- . Temperatura.
- . Concentración de la solución alcalina.
- . Tiempo de saponificación (7).

Desde el punto de vista económico, así como tecnológico la soda cáustica es el más utilizado. Posee propiedades combinadas de purificar, desgomar, neutralizar y decolorar parcialmente al aceite bruto (3).

Se puede suponer, que la soda que se debe usar se determina sobre la base de contenido de ácidos grasos libres del aceite, pero este problema no se resuelve tan sencillamente porque hay diferencias existentes entre aceites procedentes de distintas plantas por variaciones en los métodos de extracción, procedencia de las semillas según su origen geográfico y otras condiciones tales como las climáticas, almacenaje, humedad del grano, etc.

Existen diferentes formas para determinar la cantidad de soda a usarse, preferentemente debe utilizarse previamente en ensayos de laboratorio

(3).

Para acidez inferior al 1 por ciento se utilizan soluciones más diluídas (8-12° Be) y para acidez más elevadas se utilizan concentraciones de alrededor de 20° Be para acidez superior a 6 por ciento se utilizan soluciones con concentración mayores de 20° Be (7).

Durante la fase de neutralización se producen pérdidas que se deben fundamentalmente a:

- . Neutralización de ácidos orgánicos presentes en el aceite; esta pérdida no se puede evitar, debido a la finalidad de la neutralización.
- . Saponificación de glicéridos neutros : se puede reducir al mínimo procurando actuar con las siguientes precauciones:
 - Dosificación muy precisa de la cantidad de solución de hidróxido de Sodio.
 - Utilizar la concentración más idóneas y trabajar a temperatura la más baja posible.
- . Pérdida de aceite neutro por fenómenos de emulsión.
- . Saponificación de mucílago, sustancias colorantes y otras impurezas.

Las pérdidas mencionadas en los dos últimos puntos, se pueden eliminar, efectuando la

operación de neutralización sobre aceites perfectamente desgomados (7).

Neutralización Física : Se llama refinación física de una sustancia grasa a un procedimiento combinado de neutralización por destilación y deodorización de aceites y grasas. el proceso se basa en la teoría de la destilación, de los ácidos grasos y por tanto está condicionado por los siguientes parámetros :

- . Presión absoluta.
- . Temperatura.
- . Cantidad de vapor de inyección.

Con el fin de obtener la destilación casi total de los ácidos grasos presentes en un aceite sin superar la temperatura de 240°C (ya que a partir de ésta temperatura ocurren los fenómenos de polimerización) y una presión absoluta cercana a 1 Torr., y con inyección de vapor directo en la masa del aceite. Aquí es donde se destruyen los carotenos, así como los ácidos grasos libres son separados en gran parte por la acción directa del vapor y por la presión existente de 3 a 5 Torr. El aceite a una temperatura de 240°C es liberado de los residuos de ácidos grasos libres y al mismo tiempo deodorizado. El aceite pasa al sistema de

refrigeración, hasta una temperatura de 50°C.

Hay que señalar que estos nuevos procesos de refinación física se han mostrado muy interesantes para algunos tipos de aceites, tales como oliva, palma, maní y girasol; menos para deodorización de otros, como son la soya y colza, es decir aquellos aceites en los que se producen reversibilidad.

Estas plantas de refinación son muy tentadoras por los resultados económicos frente a plantas clásicas de refinación con solución alcalina. Refinado una sustancia grasa con soluciones de hidróxido de Sodio y aún disponiendo de las mejores plantas de neutralización, el índice de pérdida difícilmente será inferior a 1.4 por ciento; con refinación física es posible llegar a valores de 1.05-1.1 por ciento. Entre las desventajas de este proceso tenemos:

- . El aceite puede ser refinado si está bien desgomado y decolorado.
- . La acidez del aceite no debe ser excesivamente alta.

La experiencia de estos últimos años ha demostrado que el procedimiento de refinación por vía física es ventajoso cuando se tratan de aceites de buena calidad y fácilmente decolorables

(7)

d. **Blanqueo o Decoloración**

Aún después del desgomado y refinado, el aceite vegetal contiene varios pigmentos que confieren coloración indeseable al producto. Las materias colorantes naturales son principalmente carotenos, incluyendo las fracciones Alfa, Beta y xantófilas, clorofila y gosipol; habiéndose identificado algunas otras tales como la antocianina en los aceites rojos del algodón y muchos otros aún no identificados (2).

El blanqueo, se lleva a cabo ya sea utilizando los efectos físicos predominantes de los absorbentes, tales como las arcillas naturales o activadas y de los carbones, o por la aplicación de agentes químicos que tienen acciones oxidantes o reductoras.

Otros métodos tales como el calentamiento a altas temperaturas, extracción con solventes, licuados gaseosos a presión ordinaria son usados menos frecuentemente o están en desarrollo como el proceso de extracción supercrítica con (CO₂) Bióxido de Carbono.

El método más importante es la decoloración por absorción en la que materiales con alta

actividad superficial tales como las tierras blanqueadoras o carbonos activados, retienen las sustancias colorantes por absorción.

En épocas pasadas se empleó con éxito el carbón activado para procesos de decoloración (Norita, Brilonita, entre otras) especialmente para el blanqueo de aceites que presentaban tonalidades de marrones, sobre las cuales las tierras decolorantes no son efectivas. Este tratamiento ha recobrado actualidad, luego de haberse encontrado que a través del carbón activado, se separa fácilmente los hidrocarburos aromáticos policíclicos, que por lo general aparecen en aceites de coco y girasol (25).

Las tierras o arcillas decolorantes son productos que han sufrido tratamiento físico y químico (7) como son:

- . Disgregación en agua.
- . Lavado con soluciones de ácido sulfúrico.
- . Filtración.
- . Secado.
- . Molienda.

La base de una arcilla decolorante es la montmorillonita, la cual posee una estructurada laminar formada por dos unidades estructurales,

silice tetraédrica y alúmina octaédrica; entre las cuales se encuentra la molécula de agua y los iones metálicos los que son responsables del poder de expansión de la arcilla (27).

El proceso de blanqueo, mecánicamente es una operación simple la arcilla es añadida al producto a decolorar, bajo agitación constante y en caliente (90°C). Cumplida su función, la arcilla es separada por filtración. El mecanismo de blanqueo es complejo y puede definirse como un proceso de absorción seguido de una reacción química.

La tierra ácida activada se puede definir como un decolorante de gran aspecto, que remueve y retiene en su superficie activa, impurezas indeseadas, con el objeto de obtener un producto terminado puro y de gran estabilidad.

Por medio de la tierra de blanqueo se reduce también el contenido de Fósforo del aceite, hasta por debajo de 1mg/kg en el caso de que el aceite en cuestión haya sido desgomado con ácidos (25).

Los factores que influyen sobre el proceso del blanqueo son controlados en función a las características del aceite.

- Temperatura de Blanqueo : Que tiene una notable influencia cuando la arcilla está en contacto con la grasa. Cuando las temperaturas son bajas el poder de colorantes es muy limitado.

Las temperaturas ideales varían entre 80° y 105°C en la mayoría de los casos.

- Tiempo de Blanqueo : De contacto sustancia grasa-tierra decolorante tiene su importancia a efectos del poder adsorbente de una tierra. el tiempo de contacto fluctúa entre 20 y 30 minutos.

- Presión Absoluta de Blanqueo : Debido a la gran superficie que ofrecen estas sustancias (innumerables capilares) en un ambiente atmosférico, estarían saturados de aire. Motivo por el cual se desairean los productos para que ejerzan una acción óptima.

- Contaminantes : Dentro de estos tenemos el agua residual en el aceite, así como las tazas de jabón remanentes luego de la refinación química del aceite; sustancias que interfieren en la operación negativamente.

- Dosificación de Tierras : Los porcentajes de arcillas varían del 0,5 al 2% mayormente, con lo que se trata de lograr una máxima eficiencia con un mínimo de cantidad utilizada ya que estos productos al haber sido tratados con ácido sulfúrico, tienden a aumentar la acidez del aceite.

5. Deodorización

Es una operación de destilación, por medio de la cual se retiran las sustancias volátiles que acompañan al aceite y que pueden ser nocivas para el aroma y el sabor. También por medio del vapor de agua se separan los residuos de herbicidas y pesticidas con los que han sido tratadas las semillas.

Las sustancias odoríferas y saborizantes se clasifican en tres grupos:

- Hidratos de Carbono no saturados: Como el escualeno en el aceite de soya.
- Ácidos grasos de bajo peso molecular: Como los ácidos butírico y caproico presentes en algunos aceites y grasas crudos.
- Aldehídos y cetonas: Que se producen en el aceite durante los diferentes procesos de la refinación (7) así como también algunos hidrocarburos volátiles policíclicos y otras sustancias contaminantes (25).

Por su parte Bailey (3), afirma que la deodorización destruye también los peróxidos y elimina aldehidos y otros productos volátiles que se hayan podido formar por oxidación atmosférica.

En conjunto estas sustancias se encuentran en las grasas en cantidades muy pequeñas, del orden de 0,001-0,01 por ciento, pero bastan para originar productos no comestibles.

La presencia de ciertos sabores adquiridos por la grasa durante su tratamiento como por ejemplo el "quemado" debido al sobre calentamiento de las semillas durante el quebrado, trazas de solventes durante la extracción; el sabor "terroso" de absorbentes durante el blanqueo, el sabor "mantecoso" debido a la hidrogenación, que también son eliminados en este proceso (2).

Entre las características físicas comunes de todas estas sustancias están la gran diferencia de volatilidad entre ellas y los glicéridos. En esta propiedad se basa la deodorización. La eliminación de las sustancias mal olientes de una grasa se realiza por medio de una destilación con un gas inerte a alta temperaturas y bajo vacío.

Los gases inertes, como el vapor de agua y el Nitrógeno son los más usados, aunque se dá preferencia

al vapor de agua por su bajo precio, su gran volumen específico y la gran facilidad con la que puede condensarse y eliminarse del sistema (28).

Los parámetros principales que tiene influencia sobre el proceso que determina la calidad, se indican a continuación:

a. **Temperatura y Presión de Deodorización**

Al haber un aumento de temperatura, ocurre una disminución de la presión, según la teoría de la destilación. En el caso de la deodorización la presión puede reducirse al mínimo posible pero el incremento de la temperatura está limitado ya que se producen los fenómenos:

- . Destilación de una parte de los glicéridos
- . Fenómeno de polimerización
- . Hidrólisis parcial de los glicéridos

Si se trabaja con estas condiciones, las pérdidas en deodorización raramente superan al 0,2 por ciento.

La utilización de baja presión protege al aceite de oxidaciones atmosféricas, evita la hidrólisis del aceite por el vapor y reduce el consumo de vapor.

Según Andersen (2), las temperaturas mayores de 190-200°C, debe tenerse en cuenta el efecto de los materiales de construcción del deodorizador; el acero puede dar sabor a metal a la grasa por lo que se recomienda el uso de metales especiales tales como el acero inoxidable o níquel, y a temperaturas mayores de 200°C, hay también las posibilidades de:

- . Alguna reacomodo molecular de los glicéridos.
- . Mayor daño por oxidación si por alguna razón hay entrada de aire.
- . Ligera descomposición que origina productos detectables por el gusto.

A continuación se presenta el Cuadro 11, con los datos técnicos de presión (Torr) y temperatura (°C) para diversos aceites según Bernardini (7).

CUADRO 11. Parámetros de Deodorización de Aceites

TIPO	Sistema de Deodorización			
	Discontinuo		Continuo	
DE	Presión	Temp°C	Presión	Temp°C
Soya	10 - 20	200	4 - 6	230
Girasol	10 - 20	290	4 - 6	215
Oliva	10 - 20	180	4 - 6	210
Coco	10 - 20	180	4 - 6	190
Palma	10 - 20	180	4 - 6	200

Fuente: Bernardini (7).

b. Tiempo de Deodorización

Cuanto menor sea el tiempo de permanencia de la grasa en el deodorizador mejor será su calidad final. Aunque este tiempo debe ser suficiente para la extracción total de los productos malolientes es, no obstante necesario que la operación se realice lo más rápidamente posible.

Según Bernardini (7), la experiencia ha demostrado que la deodorización continua, debe sin duda alguna preferirse a la discontinua ya que en las instalaciones continuas es posible reducir notablemente el tiempo de deodorización. Un tiempo prolongado presenta los siguientes inconvenientes:

- . Fenómenos de polimeración
- . Sabor a "cocido" de los aceites

. Deterioro del color del aceite refinado.

Normalmente en las instalaciones discontinuas el proceso dura de 5 a 12 horas y en los continuos de 30 minutos a 3 horas.

c. **Cantidad de Vapor y Sistema de Inyección**

La cantidad teórica, debería ser un volúmen de vapor de agua igual al volúmen de los vapores de las sustancias odoríferas a evaporar. En la práctica el vapor inyectado puede llegar a valores de 4 a 1 ó más según el tipo de equipo.

En el deodorizador nos encontramos en las siguientes condiciones: Hay una fase líquida que contiene trazas de sustancias odoríferas, a las que hay que llevar a temperatura y volúmen muy grande en relación con la fase líquida ya que un kilogramo de vapor de agua a un Torr ocupa un volúmen de 1,680 m³. Para lograr un contacto íntimo, el vapor debe distribuirse en el líquido lo más uniformemente posible y reciclar lo más rápidamente posible las partículas del líquido que está en contacto con él.

Por lo que se refiere a la distribución de vapor en la masa de aceite existen dos sistemas para carga discontinua; el sistema de

distribución en estrella y el sistema de distribución en anillo.

Según Bernardini (7), la experiencia ha demostrado que la inyección del vapor no debe efectuarse en una capa de aceite demasiado profunda, ya que cuanto más profunda es la capa más alta será la presión absoluta y en consecuencia menor el volumen del vapor. En los equipos continuos, la inyección del vapor se realiza a diferentes niveles del convertidor.

Entre otras ventajas que ofrece la deodorización de aceites y grasas tenemos que esta operación ejerce un efecto decolorante que depende del tiempo y la temperatura de deodorización así, mientras para conseguir el máximo decoloración 205-220°C, la operación se puede prolongar de 2 a 4 horas a 227-238 °C, necesitar más de 40 a 50 minutos (3).

De los efectos negativos podemos mencionar, que la pérdida de los antioxidantes naturales por arrastre de vapor durante la deodorización puede acarrear el resultado de que las grasas sean más susceptibles al ataque por oxidación, especialmente si uno de estos compuestos han sido agotados por oxidación incipiente y deterioro de la grasa antes

de la refinación, pero de grasas crudas de buena calidad la deodorización da productos muy estables.

Todavía no se conoce un método de análisis rápido, físico o químico mediante el cual se puede determinar el punto final de la deodorización. Un bajo nivel de ácido u peróxido no significa necesariamente que la grasa haya alcanzado la nota del sabor y estabilidad deseada. Tampoco el contenido de fósforo, ni la prueba de estabilidad permite obtener resultado definitivo al respecto. En la práctica hay que basarse en pruebas sensoriales de carácter organoléptico, así como de la experiencia del operador (3).

III. MATERIALES Y METODOS

A. MATERIA PRIMA

1. Fruto de Aquaje (Mauritia flexuosa)

Los frutos de Aquaje fueron obtenidos en la zona de Tingo María y Aucayacu de la provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, almacenados en el Instituto de Desarrollo Agroindustrial INDDA, localizado en la provincia y departamento de Lima. El Aquaje fue almacenado en jabas de plástico de 25 Kg, en una cámara de refrigeración a 5 °C, para su posterior caracterización.

2. Fruto de Ungurahui (Jessenia bataua)

Esta fruta fue obtenida en la provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali. Fue almacenada en jabas de plástico de 25 Kg. en una cámara de refrigeración a 5 °C en el INDDA.

B. ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA Y ACEITES

Están referidos a la caracterización de las materias primas y a los aceites obtenidos.

1. Análisis de la Materia Prima

Los frutos son sometidos a una caracterización para observar su aptitud a la extracción de aceite.

a. Características Físicas de la Materia Prima

- Longitud y Diámetro : Se ha procedido a

desprender el pedicelo persistente y leñoso de los frutos, se cortó el acumen de los mismos y se midió la longitud con un microméetro.

Se define como longitud de los frutos, a la distancia que existe entre la cicatriz del pedicelo como la recta normal a la longitud de su punto medio y que mide la distancia entre los dos puntos medios opuestos a la superficie del fruto (28).

- Determinación de los Compuestos del Fruto :

Consiste en extraer cuidadosamente la cáscara, pulpa y semilla y pesar esto en forma separada, luego por diferencia de pesos de la muestra total, se lleva a porcentajes cada una de las fracciones del fruto (28).

- Determinación del Porcentaje de Impurezas:

El método consiste en muestrear el azar una determinada jaba, apilar la fruta y eliminar toda impureza (hojas, palos, etc.) que pudiere tener, pesarla y por diferencia de peso se calcula la impureza las que son expresadas en porcentajes (28).

- Determinación del Porcentaje de fruta

Malograda : Se procede mediante un muestreo repetido; que consiste en eliminar del grupo a toda fruta que representara signos de daños físicos y por diferencia se hallan estos y son llevados a porcentajes (28).

b. Análisis Físico - Químico de la Materia Prima

- Determinación del Porcentaje de Humedad :

Realizando una medición gravimétrica de la pérdida en peso que ocurre al someter una muestra a temperatura de evaporación del agua, se calcula el resultado expresado en porcentaje en base al peso inicial del fruto (28).

- Determinación del Porcentaje de Grasa : La determinación se lleva a cabo sobre una muestra previamente deshidratada y depositados en un vaso de extracción.

La grasa extraída con ayuda de éter de petróleo o hexano y por diferencia de peso y llevado a porcentaje se obtiene el resultado. Esta determinación se realizó por un método Soxhlet recomendado por ITINTEC (16).

- Determinación del Porcentaje de Proteína :

Se basa en la digestión de la muestra

orgánica en ácido sulfúrico concentrado y caliente, obteniéndose sulfato de amonio el cual es destilado hasta amoníaco.

Se utilizó el método Macro Kjendahl, recomendado por AOCS BA4-38 (22). El porcentaje de Nitrógeno se multiplicó por 6.25.

c. Análisis para la Caracterización de los Aceites

Índice de acidez : Determina la presencia de acidez libre dada por los ácidos grasos no combinados. En un erlemeyer se pesan 28,2 gr. de la muestra y adicionamos 50 ml de alcohol neutralizado y caliente que con ayuda de una vigorosa agitación se disuelve la grasa, agregar 0,5 ml de solución alcohólica de fenolftaleina al 1% y se titula con solución de NaOH 0,1N hasta que vire a un color rosado ligero que perdure durante 30 segundos.

$$\text{Índice de Acidez} = \frac{\text{Gasto NaOH} \times F \times 0,1 \times 28,2}{28,2}$$

F = Factor de corrección del NaOH

El índice se expresa como ácido oleico (Método propuesto por el ITINTEC Nº 209.005 - 1975) (16).

- Determinación del Color : Se realiza un Colorímetro Lovibond, que es un comparador de colores que utiliza como base el color rojo (35) y se lleva a cabo haciendo coincidir el color con los filtros amarillos, debiéndose llenar los tubos de muestra con 5 pulgadas de altura. Los resultados se obtiene directamente del aparato teniendo en cuenta la fracción de esta forma :

$$\frac{\text{Amarillo} *}{\text{Rojo}}$$

Método propuesto por el ITINTEC Nº 209 - 135 - 79 (16)

* Para 5 ¼ pulgadas de muestra.

- Determinación de la Humedad : Consiste en determinar el contenido acuoso cuantitativo en el aceite mediante una destilización en presencia de un disolvente que no sea miscible en agua. Durante la prueba el disolvente y el agua destilan simultáneamente y el destilado se

condensa y se recoge en un colector graduado el agua y el solvente se separan en dos fases. El Tolueno es utilizado como disolvente y la lectura del colector nos indica directamente el porcentaje de humedad presente .

Método propuesto por el ITINTEC N° 209.004-68 (16).

- Determinación del Índice de Peróxido :

Durante la exposición del aceite al medio ambiente, este capta oxígeno a la altura de sus dobles enlaces para dar origen a la formación de peróxidos (el método empleado fue de ITINTEC N° 209 - 006 - 68 (16).

Se disuelven la muestra (5 gr) con 30 cc de una solución acético - clorofórmica 3:2 en un Erlemeyer con tapa esmerilada y se le añade 0,5 ml. de agua, reposando por 1 minuto. Agregamos 0,5 ml de solución de almidón al 1%, titulamos con tiosulfato de Sodio 0.01 N. El índice de peróxido se expresa en miliequivalente/kilogramo de muestra.

$$I \text{ de Perox.} = \frac{\text{Gasto ml} \times N \times 1000}{\text{Peso Muestra (gr)}}$$

- Determinación del Índice de Refracción : El índice de refracción se mide relacionando la velocidad de la luz que pasa a través del aceite y la velocidad de la luz en el vacío.

El proceso consiste en colocar gotas del aceite en el dispositivo diseñado para la muestra de un refractómetro cuya temperatura es de 60°C, esperar dos minutos a que la muestra caliente y realizar la lectura directa por el ocular.

Método seguido del ITINTEC Nº 209.121-75 (16).

- Determinación del Índice de Iodo : La determinación se basa en la cantidad de gramos de Iodo que se fijan en 100 gramos de muestra. Los enlaces dobles reaccionan cuantitativamente con el Iodo.

Esta determinación se realizó según el método de WIJS, indicado por el ITINTEC Nº 209.008-1965 (16).

- Determinación del Punto de Fusión : El punto de fusión es la temperatura en que la muestra llega a estar completamente líquida y transparente partiendo del estado

sólido. El método implica el calentamiento de un disco de grasa solidificada hasta que tome una forma esférica en cuyo momento se supone que ha licuado completamente toda la grasa. De hecho la forma adquirida es oval o esférica.

Se aplicó el método WILLEY propuesto por el ITINTEC Nº 209.118-1974 (16).

- Determinación del Índice de Saponificación:
Es la cantidad de mgr. de KOH necesario para saponificar un gramo de grasa.

El método consiste en saponificar una cantidad de 3 gr de muestra en un exceso de solución alcohólica de KOH (25 ml) valorando luego dicho exceso con ácido clorhídrico 0,5 N y usando solución alcohólica de fenolftaleína al 1%.

Método de ITINTEC Nº 209.058-80 (16).

- Determinación de la Densidad : El método empleado fue el del Picnómetro que es la relación del peso de un volumen de aceite con un peso igual de agua destilada, ambos a 25°C.

El resultado se expresa en la relación siguiente :

$$\text{Densidad} = \frac{(\text{Picnómetro} + \text{Aceite}) - A}{(\text{Picnómetro} + \text{Agua}) - A}$$

A = Peso de Picnómetro vacío.

Método propuesto por el ITINTEC N° 209.128 - 80 (16).

- Prueba de Resistencia del Frío : La presente prueba sirve para medir la resistencia de la muestra a la cristalización. Comúnmente esta determinación se realiza colocando aceite problema en una botella de 125 ML con cierre hermético que se introduce en un baño con hielo a 0°C. Periódicamente se observa, si es que en el interior de la botella se a formado alguna nubosidad, que indica el fin de la prueba.

Se tomó el tiempo al inicio del baño y se controla hasta que la turbidez se forma por los cristales de aceite, método ITINTEC N° 209.009-1965 (16).

- Determinación del Hierro : El método se basa en la medición de un color rojo formado por el ion férrico y el tiocianato de potasio.

La muestra es digerida por acción del ácido nítrico y luego por el clorhídrico para luego ser calcinada en una mufla a 650°C. Seguidamente se trata con tiocianato de potasio.

La intensidad de color rojo está en proporción directa a la cantidad de fierro presente y puede ser medido por un colorímetro o un espectrofotómetro a una longitud de onda de 430 NM.

Método propuesto por el ITINTEC (16).

- Método de Determinación de Fósforo : Al igual que el método de fierro, la muestra debe ser reducida a cenizas en este caso se utiliza óxido de Magnesio para fijar el Fósforo en la calcinación. Luego las cenizas son disueltas con Acido Sulfúrico a 10 N y agua destilada. Se agrega molibdato de Amonio y luego cloruro estañoso como indicador.

Se lleva la muestra al espectrofotómetro y se lee la absorvancia.

$$\frac{(\text{Absorvancia Muestra} - \text{Absorvancia Blanca})}{\text{Peso de Muestra}} \times 20.87 = \text{ppm}$$

Método propuesto por el ITINTEC (16).

- Método de Determinación del Contenido de Caroteno : La muestra requerida se pesa (0,5 gr a 1 gr) en un frasco volumétrico. Luego se engrasa con ciclo hexano hasta la marca de 100 ml.

Se mide la adsovancia de la solución grasa en un espectofotómetro y a una longitud de onda de 445. El contenido total de carotenoides es calculado como B caroteno. Método indicado por ITINTEC Nº 209.142-80 (16).

Cálculo :

$$\text{Contenido} = \frac{383 (\text{Absorvancia Solución} - \text{Absorvancia Ciclohexano})}{1 \text{ cm} \times 0,8683}$$

1 = Longitud de luz de la celda

0,8683 = Concentración de solución usa4
la medición (gr/100 cm)

El espectofotómetro empleado fue de marca Perkin Elmer.

- Método de Cromatografía de Gases para Determinación de Acidos Grasos : Se introduce en un matraz 0,5 gr de muestra, añadiendo 0,8 ml de metilato de Sodio al 0,5 N en metanol, colocamos a reflujo en

Baño maría: agregamos 0.8 ml de ácido perclórico al 60% a través del condensador y 5 ml de Heptano al cabo de 3 minutos.

Quite el condensador y añada suficiente solución saturada de Cloruro de Sodio hasta que flote la sal de esteres de Metilo. Transferimos suficiente solución de Heptano como sea posible en un tubo de prueba seco y añada pequeñas cantidades de Sulfato de Sodio.

La solución de Heptano seca se inyecta en el cromatógrafo de gases, con las curvas obtenidas en el registrador se calculan los porcentajes de ácidos grasos presentes en la muestra.

Metodología seguida de la AOCs CeZ - 66 (22).

El cromatógrafo empleado fue de marca Perkin Elmer.

C. PROCESO DE EXTRACCION DE LOS ACEITES CRUDOS DE AGUAJE Y UNGURAHUI

En la Figura 4, se indica el proceso de extracción de aceite cuyas operaciones se detallan a continuación.

1. Limpieza y Selección

Se realizó manualmente con el empleo de agua,

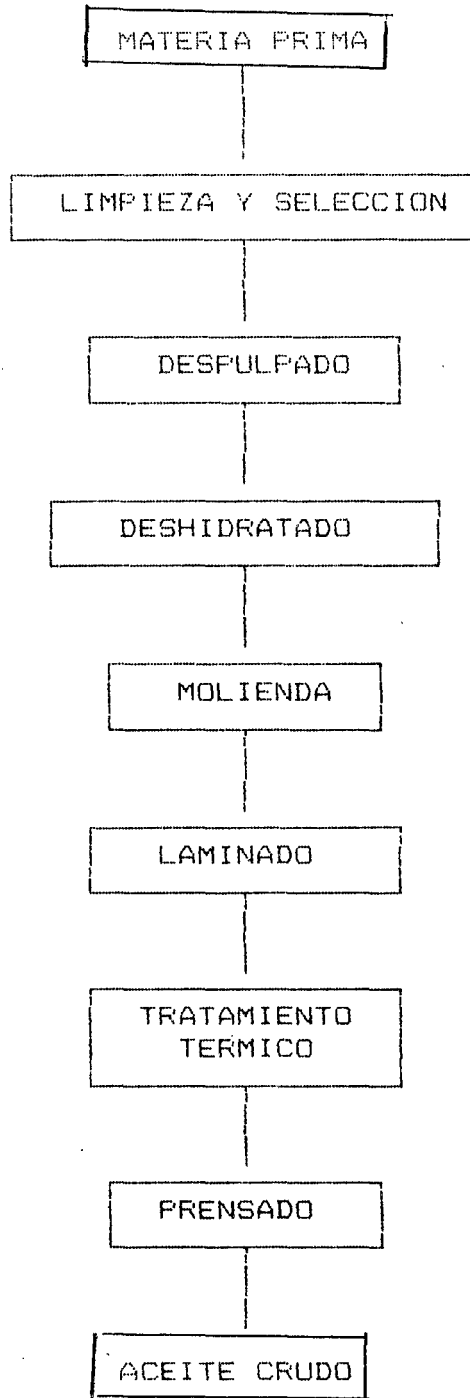


FIGURA 4. Diagrama de Flujo de Extracción de Aceite de Aguaje y Ungurahui.

conseguíéndose separar las materias extrañas (hojas, tierras, palos), así como algunos frutos que presentaban daños físicos.

2. Despulpado

Operación en la cual el fruto fue primeramente sometido a una pre-cocción en una olla con capacidad de 20 litros con agua caliente, con la finalidad de ablandar y separar las fracciones pulpa + cáscara de la semilla. Se realizaron pruebas de 50°, 60° y 70°C, con exposición de 15, 30, 45 y 60 minutos; sumergiendo los frutos en el agua.

Luego se procede al despulpado propiamente dicho, operación que consistió en golpear el fruto con un mazo de madera.

Separándose la fracción correspondiente a la cáscara + pulpa.

3. Acondicionamiento

La fracción fue sometida a un deshidratado con la que se consiguió eliminar el alto contenido de humedad que presentaba la pulpa. Operación que se hizo en una cámara de secado Giacomo Toresani de 30 kg de capacidad y una temperatura de 50°C.

4. Reducción de Tamaño

Se hizo en un molino de martillos CONDUX con una capacidad de 40 kg/h en primera instancia, para el

caso del aquaje. Para luego continuar con un molino de rodillos estriados con un espaciamiento entre rodillo y rodillo de 1,8 mm. la finalidad de esta operación es aumentar la superficie de contacto para facilitar la extracción.

Para determinar el grado de finura adecuada para la prensa extractora a utilizar, se zarandó la molienda en una clasificadora de granos Carter de una capacidad de 30 Kg/h.

En el caso de Unqurahui, sólo fue necesario el paso por el molino de rodillos.

5. Tratamiento Térmico

El material reducido de tamaño es sometido a un calentamiento en una estufa Memmert, consiguiéndose coagular las proteínas, liberando el aceite y agrupándolo luego. En esta operación también se inactiva las enzimas del producto.

6. Extracción Mecánica

Operación más importante con la cual se obtiene el aceite mediante presión. Se empleó una prensa semi-industrial tipo Expeller marca Hander, con una capacidad de 30 Kg/h, sometiendo a la torta a un proceso con la finalidad de aumentar la extracción.

El aceite bruto obtenido se almacena en botellones de vidrio con capacidad de 5 litros cada uno y al

abrigo de la luz y a temperatura ambiente de 24°C.

7. Refinación

a. Refinación del Aceite Crudo de Aguaje

(Mauritia flexuosa)

La refinación del aceite en mención se hizo en laboratorio siguiendo los procedimientos mostrados en la Figura 5.

- Desgomado : En esta operación se realizan pruebas con la finalidad de obtener una óptima eliminación de gomas y fosfolípidos, con diferentes concentraciones de ácido cítrico.

. Tratamiento de Desgomado A

Operación realizada adicionando ácido cítrico al 20% en un porcentaje de 0,2% con respecto al aceite, con agitación a 70°C por 30 minuto. Se lavó con 2% de agua; centrifugándose y eliminando las gomas y fosfolípidos, para luego secar al vacío.

. Tratamiento de Desgomado B

Operación realizada adicionando ácido cítrico al 50% en un porcentaje de 0,5% con respecto al aceite con agitación a 70°C por 15 minutos para luego agregar

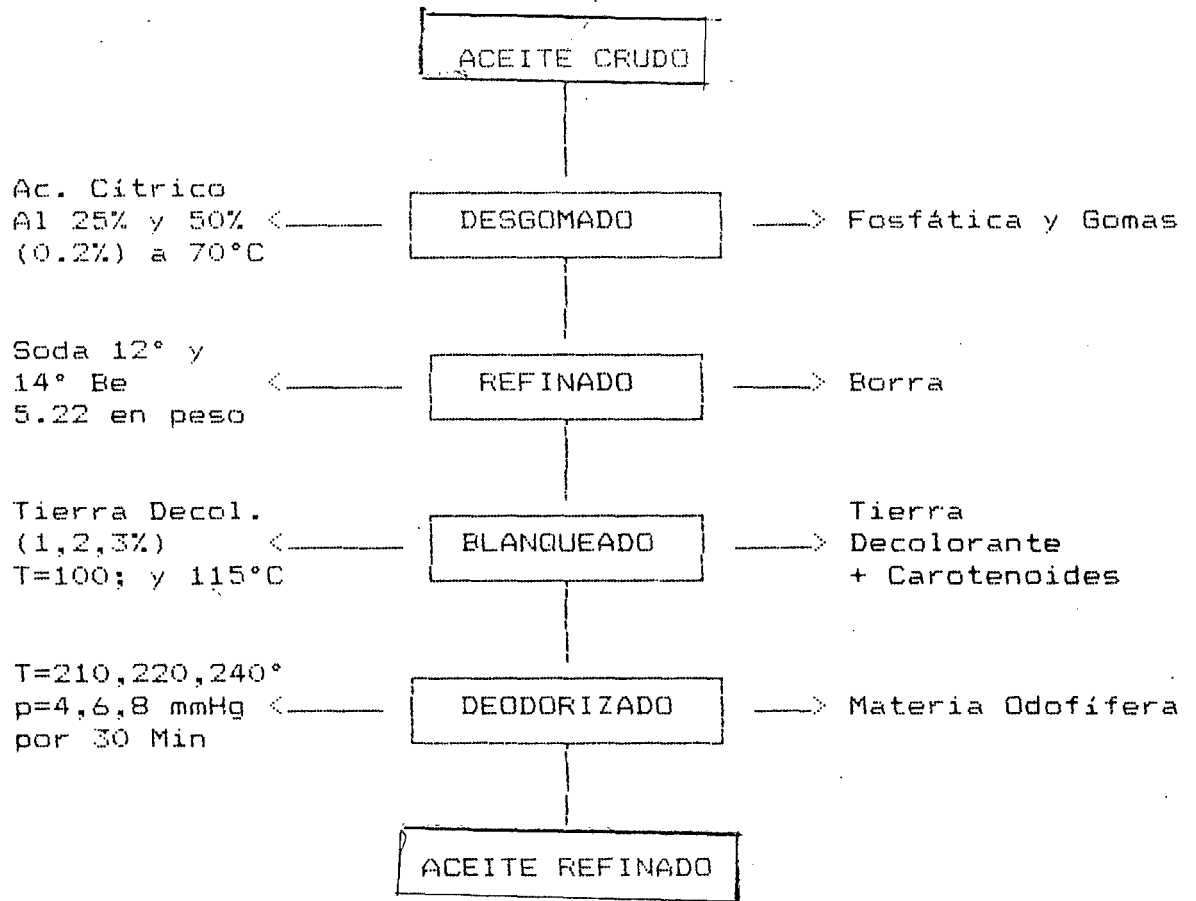


FIGURA 5. Diagrama del Flujo de la Refinación del Aceites Crudo de Aguaje.

2% de agua para lavar y retirarla junto con los fosfolípidos por centrifugación. Se secó al vacío para eliminar las trazas remanentes de agua. A continuación se agregó 0.5% de tierra Super Cell y 1% de tierra Tonsil óptimo con la finalidad de formar una capa filtrante absorbiendo los fosfolípidos y decolorando el aceite. Este proceso se realizó a 90°C por 5 minutos y con agitación constante. Posteriormente, se filtró al vacío y en caliente con papel Whatman Nº 40. De igual manera se procedió en el tratamiento A.

- Neutralización Química : En el neutralizado químico se emplearon sodas de 12° y 14° Baume como se indica a continuación.

. Neutralización de Soda de 12 Be

Operación realizada con Hidróxido de sodio de 12° Be. El cálculo de la soda empleada se realizó según la tabla de Anexo 6. El aceite neutralizado fue separado por decantación.

. Neutralización con Soda de 14° Be

Se procedió igual que en el paso

anterior.

- Blanqueado : En esta operación se utilizaron diferentes concentraciones de tierra decolorante, así como temperaturas y tiempos de exposición.

. Tratamiento de Blanqueado A

Operación realizada con Tierra Tonsil Optimo al 1% que fué adicionada al aceite en agitación y a 100°C. Se mantuvo en contacto por 5 minutos y se filtró al vacío y con papel Whatman N°40.

. Tratamiento de Blanqueado B

Operación realizada con Tierra Tonsil óptimo al 2% que fué adicionado al aceite en agitación y a 115°C por 15 minutos. Se filtró al vacío con papel Whatman N°40.

. Tratamiento de Blanqueado C

Operación realizada con Tierra Tonsil Optimo al 3% que adicionado al aceite en agitación y a 110°C por 10 minutos. Se filtró al vacío con papel Whatman N°40.

. Tratamiento de Blanqueado D

Operación realizada con Tierra Tonsil

Optimo al 2% que es adicionada al aceite bajo agitación y a 110°C con un tiempo de contacto de 15 minutos. Luego se filtró al vacío con papel Whatman NQ40.

. Tratamiento de Blanqueado E

Operación realizada con Tierra Tonsil Optimo al 2% que fue adicionado al aceite en agitación y a 115°C por 12 minutos. Se filtró al vacío con papel Whatman NQ40.

- Deodorización : Para esta operación fue necesario construir un equipo de deodorización que es mostrado en el esquema de Anexo 3. Tecnológicamente éste equipo puede operar a temperaturas superiores a 250°C y con un vacío hasta de 4 mm Hg de presión absoluta. El vapor producido es recalentado a su paso por un baño de Glicerina a 120 - 140°C con lo que se consigue un vapor casi seco. El flujo de vapor no es controlado y la capacidad del equipo es de 500 ml. por carga, realizándose dos tratamientos.

. Tratamiento de Deodorización A

Operación realizada a 210°C a un vacío de 4 a 6 mm de Hg y el proceso tuvo una duración de 30 minutos con lo que se consiguió remover ácidos grasos libres, peróxidos, aldehidos y carotenos.

. Tratamiento de Deodorización B

Operación realizada a 240°C a una presión vacío de 4 a 6 mm Hg y por una exposición de 30 minutos con lo cual se destilaron compuestos odoríferos y de mal sabor.

b. **Aceite Crudo de Ungurahui (Jessenia bataua)**

La refinación del aceite mencionado se realizó en laboratorio y se siguieron los procedimientos mostrados en la Figura 6.

- Desgomado : Se realizaron pruebas con la finalidad de obtener una óptima eliminación de gomas y fosfolípidos utilizándose diferentes tratamientos.

. Tratamiento de Desgomado A

Operación realizada adicionando ácido cítrico al 25% en un porcentaje de 0,5% al aceite a tratar, en agitación en un vaso de un litro y a una temperatura de

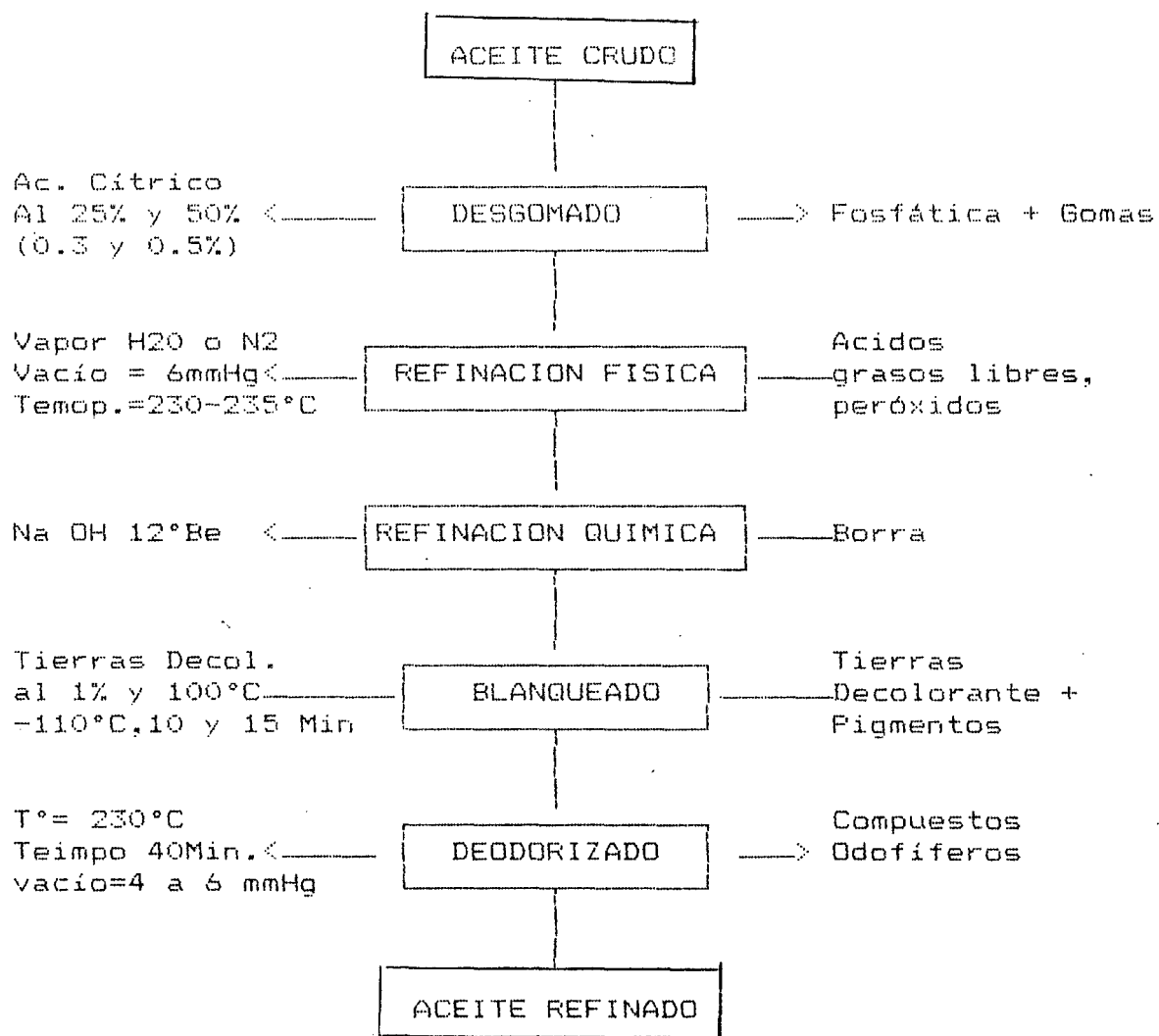


FIGURA 6. Diagrama del Flujo de la Refinación del Aceites de Ungurahui.

70°C por 30 minutos al contacto. Luego se adicionó 2% de agua para lavar y se centrifugo (para eliminar las gomas y fosfátidos precipitados) y secándose al vacío.

. Tratamiento de Desgomado B

Operación realizada adicionando ácido cítrico al 50% en un porcentaje de 0,3% al aceite a tratar, con agitación en un vaso de un litro y a una temperatura de 70°C por 30 minutos. Luego se adiciono 2% de agua para lavar y se centrifugo para eliminar los fosfátidos y gomas precipitados, secándose al vacío.

. Tratamiento de Desgomado C

Operación realizada adicionando ácido cítrico al 50% en un porcentaje de 0,5% al aceite a tratar con agitación en un vaso de 1 litro. y a una temperatura de 70°C por espacio de 30 minutos, se secó al vacío. Luego se adicionó 1% de tierras Super Cell para facilitar la extracción de los fosfolípidos. Se agitó por 15 minutos y a una temperatura de 90°C, filtrándose al vacío con papel

Whantman Nº 40.

- Neutralización : Por las condiciones de trabajo se decide hacer una neutralización física, para posteriormente si es necesario, complementarla con una neutralización química.

. Neutralización Física

Para esta operación es necesario diseñar un equipo de destilación.

Por un baño de glicerina se obtiene un vapor recalentado y casi seco. El flujo de este gas como del Nitrógeno, empleado en algunas pruebas no es controlado. La capacidad del equipo es de 500 ml. por carga, realizándose 4 tratamientos.

- Tratamiento de Refinación Física A :
Operación realizada a 235°C por espacio de 30 minutos y con una presión de vacío de 4 - 6 mm Hg utilizándose Nitrógeno gaseoso con medio de arrastre de sustancias volátiles.

- Tratamiento de Refinación Física B :
Operación realizada a 235°C durante 1 hora y con una presión de vacío de 4 -

5 mm Hg y utilizando vapor de agua como fluido de arrastre de sustancias volátiles.

- Tratamiento de Refinación Física C :
Operación realizada a 235°C durante 1 hora 30 minutos y con una presión de vacío de 4 - 6 mm Hg y utilizando vapor de agua como medio de arrastre de materias volátiles.

- Tratamiento de Refinación Física D :
Operación realizada a 200°C durante 1 hora y con una presión de vacío de 4 - 5 mm Hg y utilizando vapor de agua como medio de arrastre de sustancias volátiles.

. Neutralización Química

Esta operación es realizada posterior a la refinación física con las siguientes características : Se empleó Hidróxido de Sodio con 12° Be. el cálculo soda a emplear se realizó según la tabla del Anexo 6. El aceite neutralizado se separa por decantación de la borra.

- Decoloración : Para la decoloración del aceite de Ungurahui se realizaron dos

tratamientos :

. Tratamiento de Decoloración A

Operación realizada con tierra Natril Normal al 2% con agitación a una temperatura de 100°C y por espacio de 10 minutos. Se filtró al vacío con papel Whatman Nº 40.

. Tratamiento de Decoloración B

Operación realizada con tierra Natril Normal al 2% con agitación a una temperatura de 110°C y por espacio de 15 minutos. Se filtró al vacío con papel Whatman Nº 40.

- Deodorización : Para ésta operación fué empleado el mismo equipo diseñado para la refinación física. Operación realizada a 230°C y una presión de vacío de 4 - 6 mm Hg y utilizando durante 40 minutos. Se uso vapor de agua seco el cual arrastró a las materias odoríferas y otras volátiles presentes. El flujo de vapor no pudo ser controlado.

IV. RESULTADO Y DISCUSION

A. ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA

Luego de realizar los ensayos correspondientes a las frutas en estudio, se obtuvieron los resultados que se muestran a continuación :

1. Fruto del Aguaje

En el Cuadro 12, indica el contenido de impurezas presentes de 1,3% que esta compuesto por hojas secas, tallos y piedras. En cuanto al 1,2% del fruto malogrado, se debe al transporte y almacenamiento.

Estos porcentajes bastante bajos considerando que se trata de productos perecederos.

CUADRO 12. Porcentaje de Impurezas y Frutos Malogrados del Aguaje.

Característica	Porcentaje
Impurezas	1,36
Frutos Malogrados	1,28

En el Cuadro 1, se aprecia los componentes del fruto de Aguaje son bastante aproximados con los reportados por Roessl (29).

El peso promedio de los frutos en estudios fué de 62,9 gramos.

CUADRO 13. Componentes del Fruto de Aguaje en Porcentaje

Partes	Porcentaje
Semilla	49,8
Pulpa + Cáscara	50,2

El Cuadro 14. presenta la composición química de la fracción pulpa y cáscara, en la que se aprecia un alto contenido graso, situándolo por encima de la soya. Referente a la proteína notamos que el contenido de 5,39% es bajo y similar a la pulpa de palma, que comparado con otras oleaginosas como la soya es inferior (7).

CUADRO 14. Análisis de la Fracción Cáscara + Pulpa de Aguaje.

Componente	Porcentaje
Humedad	51,48
Aceite	21,0
Proteína	5,39

2. Fruto de Ungurahui

El Cuadro 15, indica el contenido de impurezas presentes en el Ungurahui es de 0,6% y está compuesta por hojas secas y tallos. En cuanto al 0,5% del fruto malogrado como consecuencia del transporte y almacenamiento.

CUADRO 15. Porcentaje de Impurezas y Frutos Malogrados del Ungurahui.

Característica	Porcentaje
Impurezas	0,6
Frutos Malogrados	0,5

En el Cuadro 16, se aprecia los porcentajes mencionados difieren un poco de los reportados por Morales (23), que con frutos criados de Iquitos obtuvo 35,4% en pulpa y 64,6% de corazón, esto posiblemente se debe a que no son frutos obtenidos en la zona de trabajo.

El peso promedio que presentaron los frutos en estudio fué de 12,5 gramos, considerados dentro de los 11 a 15 gramos reportados por Valencia (34).

CUADRO 16. Componentes del Fruto de Ungurahui en Porcentaje

Partes	Porcentaje
Semilla	56,9
Pulpa + Cáscara	43,1

El Cuadro 16, presenta la composición química de la fracción pulpa + cáscara, en la cual se puede

apreciar un alto contenido graso 31,5%, aún más elevado que el reportado por Morales (23), con 28,7%, pero menor al reportado por la National Academic of Science (24) y por Watson (35) con 50%.

Referente al contenido de proteínas 5,7% presente, es algo bajo comparado con el reportado por Balick (5) con 7,4%.

En termino de contenido de Aceite se observa que el Ungurahui posee un mayor porcentaje que del Aguaje.

CUADRO 17. Análisis de la Fracción Cáscara + Pulpa de Ungurahui

Componente	Porcentaje
Humedad	40,4%
Aceite	31,5%
Proteína	5,7%

B. PROCESO DE EXTRACCION DEL ACEITE CRUDO

La extracción del aceite crudo fué realizada en la Planta de Aceites y Grasas del INDDA.

1. Extracción del Aceite Crudo de Aguaje

a. Proceso de extracción del Aceite

La fracción pulpa más cáscara ingresó al proceso de acondicionamiento en donde fué deshidratada en una cámara de secado a 50°C por 24

horas, con lo que se obtuvo una humedad de 8 a 10 por ciento en el producto, contenido de humedad que permite una extracción aceptable en el prensado.

El material ya secado presentaba una consistencia muy dura, motivo por el cual se empleó un molino de martillos para luego proseguir con un molino de rodillos estriados, con lo que se consiguió un laminado del producto, el cual poseía una superficie comprendida entre 0,3 a 0,8 cms. y un espesor no mayor a 0,2 cms.

La molienda obtenida fué zarandeada en una clasificación de granos. Esto con la finalidad de determinar el grado de finura adecuado para la prensa, que fué de 0,3 a 0,5 cm. de superficie y 0,2 a 0,15 cm. de espesor. Esta finura fué lograda por las zarandas 2 y 3 del mencionado equipo.

El tratamiento térmico o cocción en este caso fué realizado a 90°C por una hora y con una humedad de 8 por ciento al momento del final del proceso.

Cabe mencionar que esta temperatura de 90°C no se pudo mantener hasta que la materia prima fuera alimentada a la prensa (60°C), ya que ambos equipos estaban distante uno del otro.

Del prensado se obtuvo 3,6 Kg de aceite crudo en base a 100 Kg de fruta que entraron a proceso. La Figura 7, se puede observar el flujo cuantitativo en el proceso de extracción de Aceite crudo de Aguaje. Observamos que en el despulpado se elimina 48,3% correspondiente a la semilla y cabe indicar que la torta 22,6 Kg posee un contenido bajo de proteínas con 5,4% lo cual la sitúa como un alimento fibroso.

b. Caracterización del Aceite Crudo de Aguaje

El Cuadro 18, presenta las características físico químicas del aceite donde la acidez de 1,4% expresado como ácido oleico, está considerado dentro del rango permisible para ser industrializado, ya que un aceite crudo con índices de acidez mayores al 5% Bailey (3), representa mayores gastos en la refinación (mayor empleo de soda cáustica).

El color presente de 100R, 40A, nos dá una idea del contenido de Beta-Caroteno : 360 ppm. presente lo cual la sitúa por debajo del color del aceite de palma Eleais quineensis con 500 a 700 ppm de esta provitamina A; por su parte Roessl (29) ha reportado el contenido del Beta-Caroteno tanto de la cáscara 262 ppm como de la pulpa

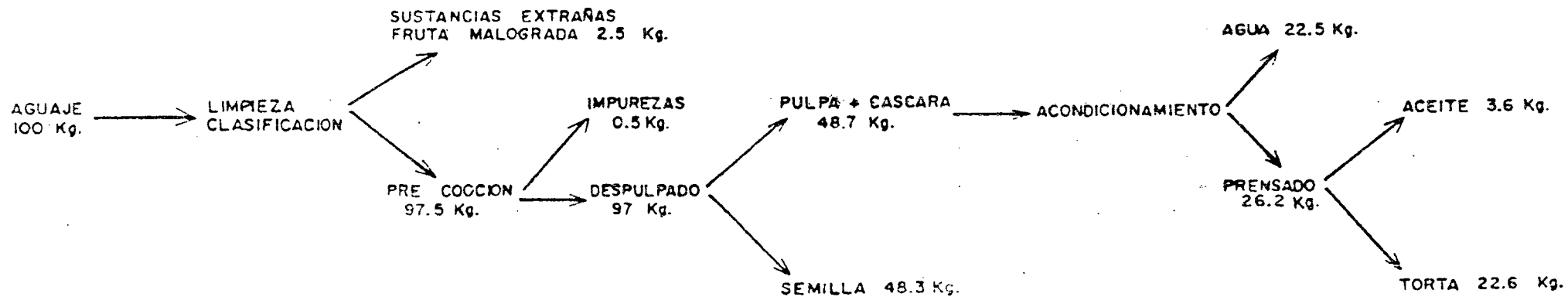


FIGURA 7. Diagrama de Flujo Cuantitativo del Proceso de Extracción de Aceite de Aguaje

19,5 ppm.

La humedad del aceite crudo de aguaje es de 0,15% lo cual está dentro del estándar recomendado por el ITINTEC (16) para aceites comestibles.

CUADRO 18. Características del Aceite Crudo de Aguaje.

Análisis	Contenido
Acidez - % (oleico)	1,4
Color, Lovibond S ¼" - R	100 R 40 A
Humedad - %	0,15
Ind. de Peróxido - Meq/Kg.*	1,65
Ind. de refracción - 60°C	1,4540
Ind. de Iodo - Wijs	72,00
Ind. de Saponificación	195,5
Cold Test - 0°C - hrs	0,20h
Punto de Fusión - °C	14,0
Densidad - 25°C	0,9072
Insaponificables - %	0,8 %
Fósforo - ppm.	26,0
Fierro - ppm.	2,0
Beta - Caroteno - ppm **	360,0

* Índice de Peróxido es tomado como referencial, ya que no es una característica.

** Carotenos Totales expresados como Beta Caroteno.

El índice de peróxido que no es una característica sino que representa el estado de oxidación al momento del análisis que fué de 1,65 Meq/kg que es un valor aceptable, siendo el nivel recomendado para el consumo de 1 a 20 Meq/gr de

sustancia grasa Bailey (3). El índice reportado por Roessl (29) es 4,7 Meq/gr lo que indica una expresión al oxígeno ambiental.

El índice de refracción de 1,4540 es similar al Reportado por Roessl (29), siendo 1,4544. Ambas pruebas fueron hechas a 60°C. Este método está relacionado con el índice de Iodo que arrojó 72, valor similar al encontrado por Roessl (29) y el cual sitúa al aceite de aguaje dentro del grupo de aceites no secantes juntos con los aceites de oliva (79 - 88) y té (80-89) Bernardini (7).

El valor del índice de Saponificación que está relacionado con la longitud de cadena de los ácidos grasos de triglicérido fué de 195,5 que es prácticamente igual al reportado por Roessl (29) de 190 y comparable con el índice de Saponificación del aceite de oliva (190 - 195) Bailey (3).

Los insaponificables hallados del 0,8%, nos indica la poca presencia de sustancias indeseables como resinas y gomas. Por su parte Roessl (29) ha reportado menos del 1% y estos valores son comparados con los del aceite de palma Elaeis guineensis (0.3 a 1%) y del aceite de oliva Olea oleifera (0,7 - 1,1%) Mehlembacher (21).

El punto de fusión de los ácidos grasos baja con la introducción de dobles enlaces. En el caso del aceite de aguaje fué 14,0°C.

La prueba de resistencia al frío o cold test, fue de 0,20 hora la cual no satisface las normas de ITINTEC que es de 5 horas a 0°C, debido posiblemente a la presencia de ácidos grasos saturados.

Los resultados mostrados en el Cuadro 19, se refiere a ácidos grasos del aceite de aguaje obtenidos cromatográficamente.

CUADRO 19. Composición de Acidos Grasos del Aceite de Aguaje.

Acido Graso	% Insaturados				Total
	% Saturado	Monoenos	Dienos	Trienos	
Palmitico	18,9				18,9
Palmitoleico		0,6			0,6
Estearico	3,5				3,5
Oleico		72,8			72,8
Linoleico			3,5		3,5
Linolenico				0,5	0,5
No Identificad.					0,1
Total	22,4	73,4	3,5	0,5	99,9

Como podemos apreciar en el Cuadro 19, la composición de los ácidos grasos del aceite de aguaje tiene un predominio de los ácidos grasos insaturados: 77,4% con respecto a los ácidos

grasos saturados : 22,4%.

Entre los insaturados el mayor representado es el oleico: 72,8%, que es el mas ampliamente distribuido entre los aceites, tanto animal como vegetal, siendo además el principal componente en muchos aceites importantes como los de oliva, palma, maíz, girasol Bailey (3). A continuación se ubica el linoléico con 3,5%, que además esta invariablemente asociado al ácido oléico, sobre todo en aceites poco insaturados ya que en los altamente insaturados como el de soya y linaza existen más linoléico.

En cuando al linolénico, se encuentra bien representado con 0,5% ya que porcentajes elevados le son conferidos a aceites altamente insaturados como los de linaza y perilla, además por su bajo contenido le permite un mínimo de oxidación y muy pocas variaciones en cuanto a sabor y olor desagradables Quispe (28).

De igual manera ocurre en el palmitoléico: 0,6% que se representa en pequeña cantidad, es decir al rededor del 1% o menos en muchos aceites vegetales como el de oliva y palma.

De los ácidos grasos saturados, el que resulto en mayor proporción fue el palmítico:

18,9% que es el más común en todas las grasas vegetales como el de la manteca de cacao y el aceite de palma. A continuación se ubica el esteárico representado con 3,5% que según Bailey (3) este ácido graso puede fluctuar de 1% a 3% de la composición en otros aceites vegetales.

c. Balance de Materia en el Proceso de Extracción del Aceite de Aguaje

En la Figura 7, que antecede, podemos observar el balance de materiales que se realiza en base al 100 kg de fruto de aguaje que ingreso al proceso. Dicho fruto poseía 48,5% de humedad y un contenido graso de 12% en base al fruto fresco.

A su vez posee un porcentaje de 50,9% para la fracción pulpa + cáscaras y un 49,1% para la fracción semilla. La cantidad de 3,6 kg de aceite fué extraído siendo el rendimiento del prensado de 35%.

El Cuadro 20, nos muestra que la torta de aguaje posee un contenido medio de proteína de 7%, se sabe que es rica en carbohidrato, por lo que puede ser utilizada para alimentación de poligástricos (29).

CUADRO 20. Composición de la torta desgrasada de
Aguaje.

Componente	Porcentaje
Aceite	9%
Proteína	7%
Agua	5%

2. Extracción del Aceite Crudo de Unqurahui

a. Proceso de Extracción del Aceite

La fracción pulpa + cáscara fué acondicionada; deshidratándose primeramente en una cámara de secado a 40°C por 24 horas, obteniéndose un producto con 9,10% de humedad.

La pulpa así tratada tenía una consistencia crocante, que mediante el paso por un molino de rodillos estriados se obtuvo un producto laminado, el cual poseía las siguientes dimensiones :

- Una superficie que oscilaba entre 0,2 a 0,7 cm.
- Un espesor no mayor de 0,2 cm.

Esta fracción pulpa + cáscara ya molida fué tratada en un clasificadora de granos , que mediante el sarandeo se separó la molienda y de esta manera se obtuvo el grado de finura adecuado para el prensado. Dicho grado fué el comprendido entre 0,2 a 0,6 cm. de superficie y por 0,18 a 0,2 cm. de espesor; esta finura se consiguió con la

zarandas N02 y N03 del equipo en mención.

El calentamiento se realizó en una estufa por una hora a 95°C. hasta una humedad de 9%.

Al momento de alimentar a la prensa el producto mantenía una temperatura de 80°C.

Del proceso de extracción se obtuvo 5,2 kg. de aceite crudo en base a los 100 kg. de fruta tratada (ver Figura 8) lo que indica un 38,9% de extracción. Como observamos en la Figura 8, en el despulpado se eliminó 55,8% que corresponde a la semilla, la cual posee muy poco de aceite. La torta contenía 60,4% de aceite remanente en ella (3,4 kg.) para una extracción mediante solvente.

Esta torta, al igual que el del aguaje, posee poca proteínas 5,7%, pero es de una calidad comparable a la proteína animal y considerablemente mejor que la de muchos granos y leguminosas. (Anexo 2).

b. Caracterización del Aceite Crudo de Ungurahui

El aceite obtenido por prensado, tenía las siguientes características, físico - química :

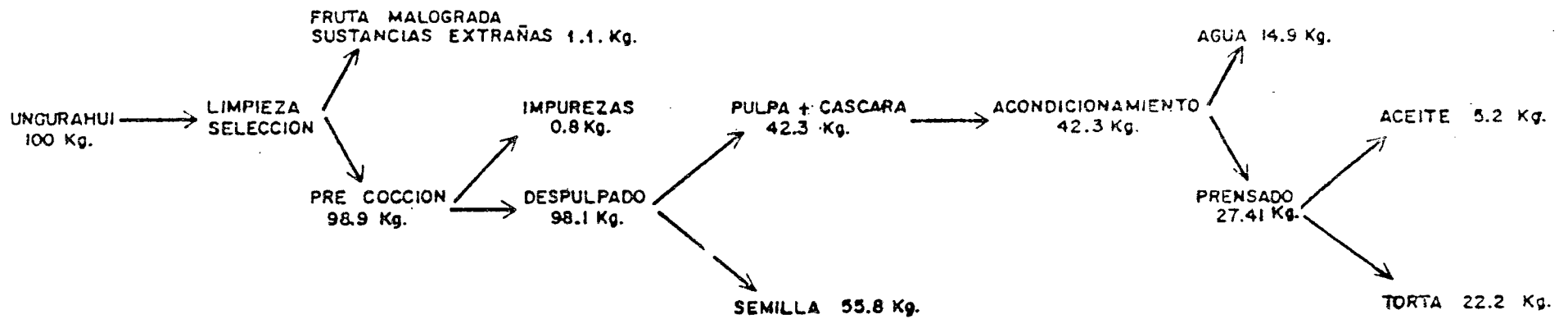


FIGURA 8. Diagrama de Flujo Cuantitativo del Proceso de Extracción de Aceite de Ungurahui

CUADRO 21. Características Físico Químicas del
Aceite Crudo de Ungurahui.

Análisis	Contenido
Acidez - % (oleico)	13,5
Color, Lovibond 5 1/4" R	13,5 R 351
Humedad - %	0,10
Ind. de Peróxido - Meq/Kg.	13,5
Ind. de Refracción - 60°C	1,4527
Ind. de Iodo - Wijs	76,5
Ind. de Saponificación	188,3
Cold Test - 0°C	0,01 hora
Punto de Fusión - °C	8°C
Densidad - 25°C	0,9067
Insaponificables - %	0,9
Fósforo - ppm.	82,5
Hierro - ppm.	20,0
Clorofila - ppm	5,6

El Cuadro 21, muestra las características del aceite de Ungurahui. La acidez reportada 13,5% expresada como ácido oleico, está muy elevada y esto se debe a la acción de diferentes agentes externos que la han atacado. Tenemos el tiempo prolongado transcurrido desde la cosecha hasta su envío a la ciudad de Lima, que fué aproximadamente de 10 días. Tiempo que dio lugar al ataque de enzimas lipolíticas propias del fruto.

Por su parte Morales (23), a reportado una acidez de 5,4%, expresado como oleico.

Según el tintómetro Lovibond, el aceite poseía un color de 13,5 R, 35 A que corresponden a

un amarillo poco acentuado comparable al obtenido por Morales (23), al que describió como amarillo pálido de aspecto límpido, aroma intenso semejante al aceite de oliva; sabor agradable y ligeramente ácido. Cabe agregar que el contenido de clorofila es bastante bajo 5.6 ppm.

El contenido de humedad analizado fué de 0,10%, muy debajo del 1% recomendado por el ITINTEC (209.004-68) para aceites comestibles.

La determinación del índice de peróxido: 13,5 Meq/kg nos indica algún deterioro en el aceite, aunque Morales(23) también reporto un índice peroxidal elevado : 8,4 Meq/kg.

Cabe recordar que el ITINTEC 209.006-68 recomienda para consumo humano un rango del índice de peróxido que fluctúa entre 1 a 20 Meq/kg de aceite.

El índice del Iodo 76,5, es prácticamente el mismo reportado por Morales (23) con 76,2 situándolo en el grupo de los aceites no secantes y muy próximo a los valores del aceite de oliva el cual fluctúa de 75 a 95 Bailey (3).

Con referencia el índice de saponificación, que es de propensión a formar jabón por parte del aceite, se ha determinado un índice: 188,3

comparable con el hallado por Morales (23), con 181,2 y con los índices del aceite de oliva (190-195) Bailey (3).

Los insaponificables determinado por Morales (23), 1,1% son ligeramente elevados con 0,9% situándolos dentro del rango para los aceites de oliva (0,7-1,1%) y palma africana (0,3 a 1%), Mehlembacher (21).

La densidad fué de 0,9067, pero no concuerda con lo reportado por Morales (23) 0,9186, ambas pruebas fueron realizadas a 25°C y por método de picnómetro.

El punto de fusión fué de 8°C lo que confiere la propiedad del aceite para ensaladas (3).

La prueba de resistencia al frío tubo una duración de 1 minuto la cual no satisface las normas del ITINTEC Nº 204.003 - 65 que es de 5 horas a 0°C, debido a la presencia de ácidos grasos saturados.

La cromatografía de gases también fué practicada en el aceite de Ungurahui, como se muestra en el Cuadro 22.

CUADRO 22. Composición de Acidos Grasos del Aceite de Ungurahui

Acido Graso	%	% Insaturados			Total
		Saturados	Monoenos	Dienos	
Mirístico	0,5				0,5
Palmitico	13,9				13,9
Palmitoleico		1,2			1,2
Estearico	4,0				4,0
Oleico		75,6			75,6
Linoleico			3,7		3,7
Linolenico				1,0	1,0
	18,4	76,8	3,7	1,0	99,0

Del Cuadro anterior, se aprecia la composición cromatográfica de los principales ácidos grasos del aceite de Ungurahui, formado predominantemente por ácidos grasos saturados llegando solo a 18,4%.

Dentro de los insaturados tenemos al palmitoleico: 1,2% siendo 0,9% el reportado por Schwyzer (32).

El mejor representado es el oleico con 75,6% y Balick (6) obtuvo $77,7 \pm 3,1\%$. Luego observamos un ácido graso esencial, el linoleico con 3,7%, que es inferior al contenido en el aceite de palmera Elaeis guineensi (13) ya que esta posee de 6 a 10% del ácido linoleico.

El linoléico está casi ausente con solo 1%, debido también a este bajo contenido de linoléico, es que este aceite no posee tendencia a la reversión del sabor Bailey (3), y le confiere un mínimo de oxidación Quispe (28).

Este aceite podría considerarse dentro del grupo de los ácidos oléico-linoléico, ya que está formado predominantemente por ácidos grasos no saturados; los saturados no llegan generalmente al 20% del total y los ácidos linoléico y otros insaturados están ausentes Bailey (3).

Los ácidos grasos saturados están presentes con el palmítico 13,9%, el cual es reportado por Balick (6) con $13,2 \pm 2,1$ y de igual manera ocurre con el esteárico 4,0% y reportado con $3,6 \pm 1,1$.

En cuanto al mirístico se halló un contenido de 0,5% y Schwyzer (32) determinó 0,3%.

Considerando la extracción del aceite crudo para el fruto de aguaje como el fruto de Ungurahui, podemos indicar que en función del rendimiento de aceite y las características tecnológicas de extracción.

C. PROCESO DE REFINACION DEL ACEITE CRUDO

1. Refinación del Aceite Crudo de Aguaje

a. Desgomado

El aceite de Aguaje se caracterizó por tener un contenido de Fósforo 26,0 ppm (Cuadro 18) que está dentro del rango característico para el aceite de palma : 17 - 30 ppm de Fósforo. Además, el Hierro, principal catalítico de oxidación se halló que estaba presente con 2,0 ppm (Cuadro 18), cantidad similar al aceite crudo de palma Klingerberger (17).

Para la eliminación de las gomas del aceite de aguaje, se realizaron 2 pruebas las cuales tuvieron como parámetros una temperatura de 70°C y un tiempo de exposición de 30 minutos, variando solo el contenido y la concentración del ácido cítrico. En el Cuadro 25, se detalla la prueba.

Cuadro 23. Parámetros y Características Seguidas para el Proceso de Desgomado del Aceite de Aguaje.

Tratamiento	Tratamiento A		Tratamiento B	
Características	Inicial	Final	Inicial	Final
Acidez % *	1.4	2.1	1.4	2.7
Fósforo ppm	26.0	19.2	26.0	5.0

* Expresado en Acido Oléico.

Como se aprecia en el Cuadro 23, el contenido de acidez aumentó como respuesta a la adición del ácido cítrico; pero el contenido de Fósforo bajó marcadamente en el Tratamiento B.

El contenido de Fósforo 5,0 ppm es comparable con el de la soya desgomada, la cual posee 1 a 5 ppm Bailey (3).

b. Neutralizado Químico del Aceite de Aguaje

Se realizaron dos pruebas con sodas de 12° Baume y 14° Baume. El aceite crudo de Aguaje que entró al proceso poseía una acidez inicial de 1,4%, expresado como ácido oléico y un color lovibond de 100 rojos por 40 amarillos (ver Cuadro 24).

Como se desprende del Cuadro 24, observamos que el contenido de ácidos grasos libres ha disminuido considerablemente, satisfaciendo las normas ITINTEC, que para aceites vegetales comestibles indican que no debe contener más del 0,35% de ácidos grasos libres expresados como ácido oléico.

CUADRO 24. Características del Aceite Crudo de Aguaje con Soda Cáustica de 12° y 14° Be.

Soda Cáustica	Contenido	
	12° Be	14° Be
Características		
Acidez Final % *	0,06%	0,04%
Color Final 5 ¼" R	90R40A	87.5R40A
Pérdida Refinación	5,2	8,2

* Expresado como Ácido Oleico.

De igual manera, el calor ha disminuido ligeramente por la acción decoloradora que posee también la soda cáustica.

Las pérdidas en la refinación han sido mayores (8,2%) en la prueba realizada con la soda de 14° Be, ya que ésta al ser de mayor graduación saponificó los ácidos grasos libres y además aceite neutro. Pero las normas oficiales de laboratorio de la AOCS (22) oscilan entre 3,4% a 9,4% de pérdida, lo cual sitúa ambas pruebas en el rango aceptable ya que con la soda de 12° Be hubo pérdidas del orden de 5,2%.

c. Decoloración

Para el blanqueo o decoloración del aceite de Aguaje se realizaron diferentes ensayos, variando tanto el contenido de tierra decolorante (en este

caso tierra Tonsil Suprema) como el tiempo de exposición, al igual que la temperatura del proceso.

CUADRO 25. Parámetros y Características seguidas para la Decoloración del Aceite de Aguaje.

Tratami- ento	Color * Inicial	Color Final	% Tierra	Tempe- ratura	Tiempo Contacto
A	87,5R 40A	60R 35A	1	100°C	5'
B	87,5R 40A	5,4R35A	2	115°C	15'
C	90R 40A	1,4R35A	3	110°C	10'
D	90R 40A	4,5R35A	2	110°C	15'
E	90R 40A	3,5R35A	2	115°C	12'

* Color 5 ¼" R

Como se puede apreciar, los tratamientos A, B y D no han tenido el efecto decolorador deseado. En el tratamiento C ocurrió lo contrario, el ensayo fué muy brusco.

El mejor proceso fué realizado con 2% de Tierra Tonsil Supreme a una temperatura de 115°C, por espacio de 12', obteniéndose un aceite que posee un color óptimo para consumo y sus características físico - químicas generales se muestran en el Cuadro 26.

CUADRO 26: Características Físico-Químicas del Aceite de Aguaje.

Análisis	Contenido
Color 5 ¼" R	3,5R 35A
Acidez % Acido Oléico	0,07
Peróxido Meqv/kg	0
Jabón ppm	0
Indice Saponificación	186,9
Insaponificables %	0
P ppm	5,0
Fe ppm	1,0

El Cuadro 26, indica las propiedades físico químicas del aceite de Aguaje del que se puede decir: se a elevado el contenido de acidez de 0,04 a 0,07; debido a que la tierra decolorante es un material ácido activado. El contenido de jabón tanto como el de materia insaponificable no registra valores, lo que demuestra que el proceso ha cumplido sus objetivos. De igual manera, tanto el contenido de Fósforo como el de Hierro, están dentro de la dosis máxima permisible según Bailey (3) e ITINTEC (16).

d. Deodorización

El Cuadro 27, nos indica que la acidez en ambas pruebas ha disminuido, demostrando que ha habido una destilación de ácidos grasos libres, al igual ocurrió con el peróxido y el color. En

cuanto la refracción, el índice ha aumentado, indicándonos efectivamente que hay un pequeño incremento en la insaturación como producto de la eliminación de productos indeseables.

CUADRO 27. Parámetros y Características del deodorizado del Aceite de Aguaje

=====				
Tratamiento:	"A"		"B"	
	Temperatura: 210°C		Temperatura: 240°C	
	Tiempo: 30 Min.		Tiempo: 30 Min.	
	Presión: 4-6 mmHg		Presión: 4-6 mmHg	
Caracterís-	-----		-----	
ticas	Inicial	Final	Inicial	Final

Ind. Acidez %*	0,09	0,07	0,08	0,03
Color 5 ¼-R	3,6R35A	3,3R20A	3,6R35A	3,5R20A
Ind. Peróxido Meqv/Kg	0,1	0	0,1	0
Ind. Refracción - 60'	1,4534	1,4537	1,4534	1,4536
=====				

* Expresado como Acido Oléico.

El tratamiento "B" del Cuadro 27, presenta mejores resultados de acuerdo a destilación de ácidos grasos libres. Bailey (3), manifiesta que junto con la eliminación de olores y sabores aparece una disminución del contenido de ácidos grasos libres, así por ejemplo, un aceite con un contenido inicial de 0,1%, la desaparición de olores y sabores más perceptibles, corresponde a una disminución del contenido en ácidos grasos

libres al 0.02-0.04%.

2. Refinación del Aceite Crudo de Ungurahui

a. **Desgomado**

El cuadro 28, indica los resultados del proceso de desgomado del aceite de Ungurahui; la acidez del aceite se incrementó como consecuencia de la adición del ácido cítrico. El color decreció en intensidad y lo más importante, el contenido de Fósforo, componente de las gomas decreció significativamente sobre todo en el tratamiento "B". Este contenido de 5,1 ppm de Fósforo lo sitúa dentro del rango dado por ITINTEC de 5 ppm de Fósforo para aceites comestibles.

Cuadro 28. Parámetros y Características del Proceso de Desgomado del Aceite de Ungurahui.

Tratamiento:	"A"		"B"	
Características:	Inicial	Final	Inicial	Final
Acidez % *	13,5%	15%	13,5%	16,5%
Color 5 ¼" R	13,5 35A	6,00R 35A	13,5 35A	10R 35A
Fósforo ppm	82,5ppm	13,65ppm	82,5ppm	5,1ppm

* Expresado como Acido Oléico.

b. **Neutralización Física del Aceite de Ungurahui**

El Cuadro 29, presenta los resultados

realizados para la eliminación de los Ácidos Grasos Libres, así como de los peróxidos presentes. En todas las pruebas se observa un descenso en cuanto a la acidez, como el índice peroxidal. Pero se ajustaron mejor los parámetros para el tratamiento "D", en que con una temperatura de proceso de 200°C, una presión de 4-5 mmHg y una exposición de 60 minutos se logra desaparecer el peróxido, disminuir marcadamente el color y lo mas importante, la acidez bajó de 13,5% a 1,5%. razón por la cual se toma la decisión de efectuar una refinación química para obtener aceite comestible.

CUADRO 29. Parámetros y Características de la Refinación Física del Aceite de Ungurahui.

Tratamientos :	"A" 1/	"B" 2/	"C" 3/	"D" 4/
Características:	Inicial	Final	Final	Final
Acidez % 5/	13,5	13,5	7	1,35
Peróxido Meq/Kg	13,5	5	0	0
color 5 ¼" R	13,5R35A	12R35A	9R35A	11,5R35A

1/ Temp : 235°C 2/ Temp : 235°C
 Tiempo : 30 Min. Tiempo : 60 Min.
 Presión: 4-6 mmHg Presión: 4-6 mmHg
 Gas : Nitrógeno Gas : Vapor de Agua

3/ Temp : 235°C 4/ Temp : 200°C
 Tiempo : 90 Min. Tiempo : 60 Min.
 Presión: 4-6 mmHg Presión: 4-5 mmHg
 Gas : Vapor de Agua Gas : Vapor de Agua

5/ Expresado como Acido Oléico.

c. Neutralizado Químico del Aceite de Ungurahui

La refinación fué empleada en vista que durante la refinación física no se pudo eliminar eficientemente la acidez libre. Se empleó soda cáustica de 12° Baume y cuyo resultado se indica en el Cuadro 30.

CUADRO 30. Características Obtenidas en la Neutralización Química del Aceite de Ungurahui.

Características	inicial	final
Acidez (% Oleico)	1,5 %	0,02%
Color 5 ¼" R	11,5R35A	5,6R35A
Pérdida	- -	0,1%

Del Cuadro 30, se puede indicar que el refinado ha tenido muy buenos resultados ya que la acidez inicial de 1,5% de ácidos grasos libres se redujo a 0,02% de ácidos grasos libres, colocando a este aceite dentro del rango de aceptación dado por el ITINTEC que es de 0,35% de ácidos grasos libres.

De igual manera, las pérdidas han sido mínimas, gracias a que la acidez inicial fué bastante baja. El color como se aprecia es menos intenso debido a la acción de la soda empleada.

d. Decoloración del Aceite de Ungurahui

Para la decoloración o blanqueo del aceite de Ungurahui, se efectuaron dos tratamientos en los que se varió el contenido de tierra decolorante, tiempo de exposición y temperatura. En el cuadro 31, se detallan los resultados de los tratamientos A y B.

CUADRO 31. Parámetros y Características de la
Decoloración del Aceite de Ungurahui.

Color Inicial	Color Final	Tierra Tonsil (%)	Temp. (°C)	Tiempo (Min)
Tratamiento A				
5,6R 35A	3R 20A	2	100°C	10
Tratamiento B				
8,5R 35A	3,5R 20A	2	110°C	15

Del Cuadro 31, se puede decir que ambos tratamientos tuvieron efectos esperados en el color del aceite.

En cuanto a la acidez, esta tuvo incremento para el tratamiento A de 0,02% a 0,07% y en el tratamiento B, de 0,03% a 0,13%, lo que indica que la tierra empleada ha impartido acidez al aceite procesado.

e. Deodorización del Aceite de Ungurahui

Para obtener ya un producto libre de olores y sabores extraños al igual que de sustancias indeseables se procedió a deodorizar el aceite, empleando el mismo equipo confeccionado para la refinación física. En el Cuadro 32, se dan los resultados de la prueba.

CUADRO 32. Parámetros y Características del
deodorizado del Aceite de Ungurahui.

=====
Parametro: Temp. 230°C, Tiempo 40', Presión mmHg
Gas: Vapor agua

Características	Inicial	Final
Acidez % *	0,13	0,02
Peróxido Mgv/kg	1,0	0
Color 5 ¼ R"	3,5R 20A	3,3R 20A
Refracción 60°C	1,4537	1,4539

=====
* Expresado como Acido Oléico

Del Cuadro 32, se desprende que el aceite refinado de Ungurahui es un aceite que reúne todas las características físico químicas que dicta las normas del ITINTEC.

La acidez presente de 0,02% está muy por debajo, siendo la recomendada por el ITINTEC (16) de 0,35% para aceites vegetales refinados. De igual manera el Peróxido cero es el ideal. En cuanto al color está dentro del rango de aceptabilidad, tanto el ITINTEC como de diversas fábricas oleaginosas.

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones del estudio de obtención de Aceites de Aquaje y Ungurahui en las condiciones de trabajo empleadas son :

1. El contenido de aceite con respecto a la fracción pulpa más cáscara fue mayor en el fruto de Ungurahui, siendo el 31,5% con respecto al 21% presente en fruto de aquaje.
2. Las características físicas de la fracción pulpa más cáscara de los frutos en estudio para obtener un buen rendimiento de extracción por prensado son : El tamaño óptimo de la molienda fue de 0,2 a 0,8 cm. de superficie por 0,18 a 0,2 cm. de espesor. La humedad ideal fue de 8 a 10%.
3. El ácido graso predominante para ambos aceites es el oleico, siendo para el caso del ungurahui 72,8%.
4. Las características físicas químicas del aceite de aquaje son mejores que las del Ungurahui. crudo
5. Para obtener un producto comestible se emplearon los siguientes parámetros : El ácido cítrico al 0,5% con respecto al aceite y en una concentración del 50% dio mejores resultados. En el desgomado se empleó 2% de tierra decolorante y la soda cáustica de 12°Be dio los mejores resultados.

6. El aceite refinado de Ungurahui presenta mejores características físicas químicas que la de aguaje.

VI. RECOMENDACIONES

Siendo el presente estudio comparativo preliminar de procesamiento de aceite de palmas nativas, se recomienda :

1. De acuerdo a las características físicas químicas del aceite de Ungurahui, hacer pruebas de nutrición para consumo humano.
2. Incentivar los estudios agronómicos del Aguaje y del Ungurahui en lo referente a la cosecha y la post cosecha.
3. Realizar procesos de características de aceites de estas palmeras mezcladas con otros aceites vegetales y oleina de pescado.
4. Efectuar pruebas de caracterización de aceites de estas palmeras mezcladas con otros aceites vegetales y oleina de pescado.
5. Posteriores estudios de refinación; optimizando las variables tiempo y temperatura, así como regulando el flujo del vapor.

VII. RESUMEN

Las pruebas realizadas durante el presente trabajo nos han permitido establecer parámetros tecnológicos apropiados para la extracción, refinación y caracterización de los aceites contenidos en la pulpa de los frutos de Aguaje (Mauritia flexuosa L.f.) y Ungurahui (Jessenia batava Mart Burret) procedentes de la provincia de Leoncio Prado Dpt. de Huánuco y Provincia de Coronel Portillo Dpt. de Ucayali.

El flujo de proceso consistió en la limpieza y selección, despulpado, acondicionamiento, extracción y refinado. Paralelo a esto se procedió a realizar muestreos y análisis tanto de la materia prima así como del aceite a lo largo del proceso.

Después del prensado se obtuvo que la extracción mecánica para el caso del Aguaje fué de 35% para la fruta de Ungurahui fué de 39%. Cabe indicar que el producto se reprocesó a fin de aumentar la extracción.

Para la refinación se emplearon métodos tanto físicos como químicos, obteniéndose un resultado óptimo para ambos aceites; destacándose el aceite de Ungurahui por sus características físico químicas: Acidos Grasos libres 0.02% expresado como oleico, índice de peróxido 0 Meq/kg, color Lovibond 5 ¼ R " : 3,3R20A y el índice de refracción a 60°C fue de 1,4527.

Los análisis cromatográficos para los ácidos grasos del aceite de Ungurahui expresados en porcentaje fueron :

Acido mirístico 0,5, Acido palmítico 13,9, Acido palmitoleico 1,2, Acido esteárico 4,0, Acido oleico 75,6, Acido linoleico 3,7 y Acido linolénico 1,0.

VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ALEGRIA GUEVARA, A. 1984. Utilización de la pulpa del aguaje (Mauritia flexuosa) en la elaboración de helados. Tesis Ing. Ind. Alimentarias Tingo María, Universidad Nacional Agraria de la Selva. 208 p.
2. ANDERSEN, J.S. 1965. Refinación de aceites y grasas comestibles. México, Continental. 380 p.
3. BAILEY, A. 1961. Aceites y grasas industriales. España, Reverte. 741 p.
4. BALICK, N. 1979. Amazonian oil palms of promise a survey. Economic Botany. 33(1): 11 - 28.
5. _____. 1981. Nutritional evaluation of the Jessenia bataua palm: Source of high quality protein and oil from tropical america. Economic Botany. 35(3): 261 - 271.
6. _____. 1981. Une huile comestible de haute qualite en provenance des especes. Economic Botany. 36(6): 319 - 326.
7. BERNARDINI, E. 1981. Tecnología de aceites y grasas. España, Alhambra. 499 p.
8. BOHORQUEZ, J. 1978. Monografía sobre Mauritia flexuosa. In. Simposio internacional sobre plantas de interés económico de la flora amazónica. Brasil, IICA. pp. 233 - 245.

9. CALZADA BENZA, J. 1980. 143 Frutales nativos. La Molina. Lima. Univesidad Nacional Agraria. pp. 98 - 102.
10. CARR, R. 1984. Refining and degumming system of edible fat and oils. Journal of the America Oil Chemists Society. 61 (7): 356 - 365.
11. COLON, V. R. 1945. Aceites y grasas, su extracción por disolventes y su refinación industrial. España, Casals. 350 p.
12. FORSTERS - HARPER. 1984. Physical refining. Journal of the American Chemist Society. 60(2): 120 - 128.
13. GARCIA TORRES, A. 1978. Proyecto de instalación de una planta piloto de aceite de Ungurahui. Tesis Inq. Químico. Iquitos, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 233 p.
14. GAVIN, A. 1977. Steam physical refining deodorizer for Malaysian Palm Oil. Journal of the American Oil Chmeistry Society. 54(4): 220 - 228.
15. GONZALES RIVADENEYRA, N. 1977. Estudio sobre la densidad de poblaciones de aguaje en Tingo María. Revista Forestal del Perú. 5(1-2): 46 - 47.

16. ITINTEC. Normas técnicas de aceites y grasas comestibles. N9209 - 001 - 83, 003 - 83, 004 - 68, 005 - 75, 006 - 68, 005 - 75, 009 - 65, 008 - 65, 058 - 80, 118 - 74, 121 - 75, 128 - 80, 135 - 79, 142 - 80 - 1985.
17. KLINGERBERGER, R. P. 1984. El pre-tratamiento de la refinación física del aceite de palma. Tesis Ing. Ind. Alimentarias La Molina, Lima, Universidad Nacional Agraria. pp. 41 - 43.
18. MacBRIDE, F. J. 1959. Flora of Perú. Field Museum of Natural History (Estados Unidos). 538 p.
19. MacGRANE, O. G. 1944. Progresos en la química de los aceites, grasas y derivados industriales. España, Escalpe. p. 173.
20. MARTIN, G. y GUICHARD, P. 1979. Sobre cuatro palmas espontáneas de América Latina. Oléagineux (París) 34 (8 - 9): 375 - 381.
21. MEHLAMBACHER, V. C. 1970. Análisis de aceites y grasas. Trad. del Inglés por José Ramón Casa. España, Urmo. 637 p.
22. _____; et al. 1966. Official and tentative methods of the America Chemists Society (AOCS). EE.UU., AOCS. Ba 4 - 38, Cc 12 - 59, Cd 12 - 57, Cez 12 - 66.

23. MORALES, T. 1969. Estudio del aceite de Ungurahui.
Boletín Ciencias (Lima) 2(5): 116 - 123.
24. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE (EE.UU.) 1975. Under
exploited tropical plants with promising economic
value. Washington, NAL. pp. 105 - 106, 133 - 137.
25. PARDUN - KLEVE 1982. Informe experimental sobre 50
años de la tecnología y de los aceites y grasas
vegetales. Revista Seijen Experimental 82 (235):
9 - 15.
26. PEARSON, D. 1976. Técnicas de laboratorio para
análisis de alimentos. España, Acribia 130 p.
27. PERU. NATROGEL 1970. Arcillas activadas para la
industria de aceites y grasas. Boletín Técnico Nº
7. (Lima) 11 p.
28. QUISPE TALLA, A. 1980. Desamargado en el proceso de
extracción de aceite de lupino (Lupinus mutabilis).
Tesis Ing. Ind. Alimentarias Tingo maria,
Universidad nacional Agraria de la Selva. 194 p.
29. ROESSL, J. C. 1977. Aprovechamiento industrial del
aguaje. In Seminario: Alternativas para aumentar
las disponibilidades de las grasas y aceites
comestibles en América Latina, 1977: 26 - 30
Setiembre, Lima. Lima, ITINTEC pp. 110 - 123.

30. RUDDLE, K. R. 1977. Starch palms in american tropics. In First International Sage Symposium (1977: 20-24 Julio, Kuala Lumpur) Malaysia, Koenlin Tan pp. 85 - 95.
31. SALAZAR, C.A. 1977. Estudio de la Potencialidad industrial del aguaje. In Seminario: Alternativas para aumentar las disponibilidades de las grasas y aceites comestibles en América Latina, 1977: 26 - 30 Setiembre, Lima. Lima, ITINTEC PP. 1 - 9
32. SCHWYZER, A. Producción casera del aceite de Ungurahui. In. Proyecto de asentamiento rural integrado Jenaro Herrera. Iquitos, CORDELORETO 12 p.
33. UHI - DRANSFIELD 1986. New classification. In. Simposium :Palm Symposium Society. Economic Botany 34(2): 75 - 80.
34. VALENCIA, M. J.; PASCUAL, C. 1982. Monografía : Palmas Amazónicas. Lima, INDA 21 p.
35. WATSON CISNEROS E. 1985. Cultivos tropicales adaptados a la Selva Peruana; particularmente en el Alto Huallaga. Lima, Fondo del Libro - Banco Agrario p. 358.
36. ZEHNDER AND MCMICHAEL ¿ 1985 ? Deodorización : Principios y prácticas Lima, Perú Compañía Perú Pacífico s.n.t.

ANEXO

ANEXO 1. Comparación del Contenido de Acidos Grasos entre la Jessenia bataua y Mauritia flexuosa con la Olea europea

Acido Graso	Ungurahui	Aguaje	Oliva
Palmitico	13,2 ± 2,1	18,0	11,2
Palmitoleico	0,6 ± 0,2	0,1	1,5
Esteárico	3,6 ± 1,1	0,2	2,0
Oleico	77,7 ± 3,1	78,3	76,0
Linoleico	2,7 ± 1,0	2,7	8,5
Linolenico	0,6 ± 0,4	0,7	0,5

FUENTE : Nutritional Evaluation of the Jessenia bataua Palm, Economic Botany (5) y Roessl (29).

Se puede apreciar que la composición química del aceite de Ungurahui es similar al aceite de oliva ambos contienen aproximadamente 75 - 80% de ácido oléico; la única diferencia nutricional significativa es que el aceite de oliva posee 3 veces más ácido linoléico que el aceite de Ungurahui.

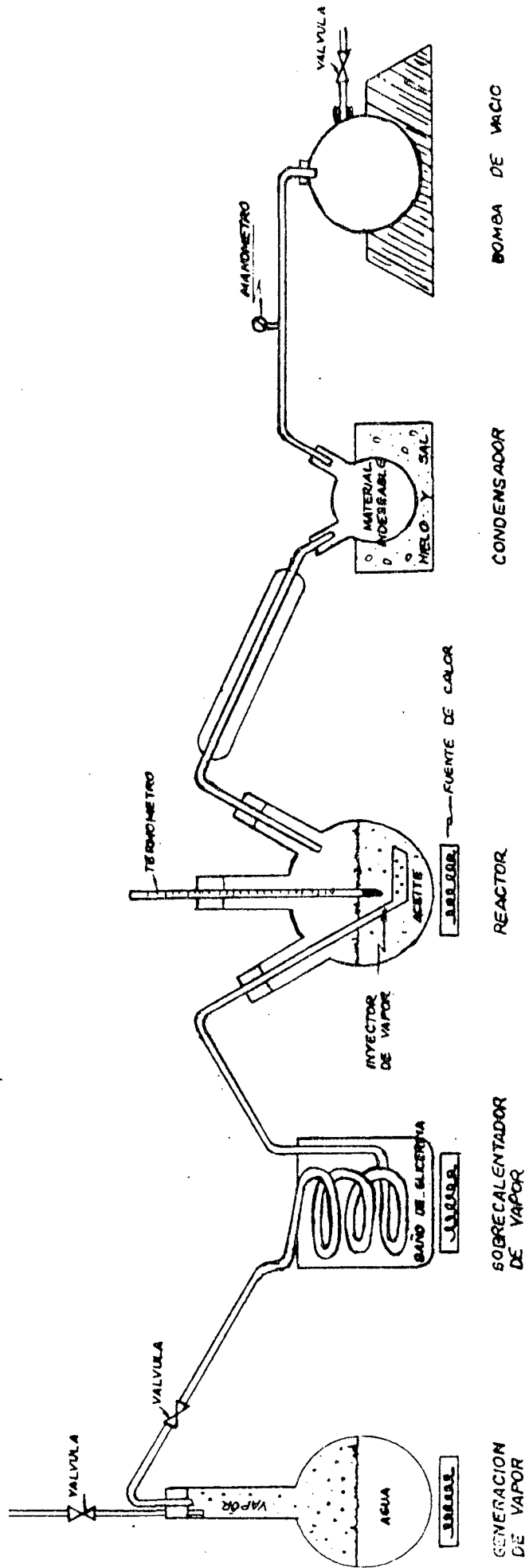
ANEXO 2. Análisis de Aminoácidos de la Jessenia bataua.

Aminoácidos	Mg Aminoacd/ gr. Proteína	Promedio Aminoácido	Promedio FAO/WHO *
Isoleucina	47 ± 4	40	118
Leucina	78 ± 4	70	111
Lisina	53 ± 3	55	96
Metionina	18 ± 6		
Cistina	26 ± 6		
Metionina + Cistina	44 ± 9	35	126
Fenilalanina	62 ± 3		
Tirosina	43 ± 5		
Fenilalanina + Tirosina	105 ± 7	60	175
Treonina	69 ± 6	40	173
Valina	68 ± 4	50	136
Triptofano	9 ± 1	10	90
Acido Aspártico	122 ± 8		
Acido Glutámico	96 ± 5		
Serina	54 ± 3		
Prolina	75 ± 8		
Glicina	69 ± 4		
Alanina	58 ± 4		
Histidina	29 ± 4		
Arginina	56 ± 2		

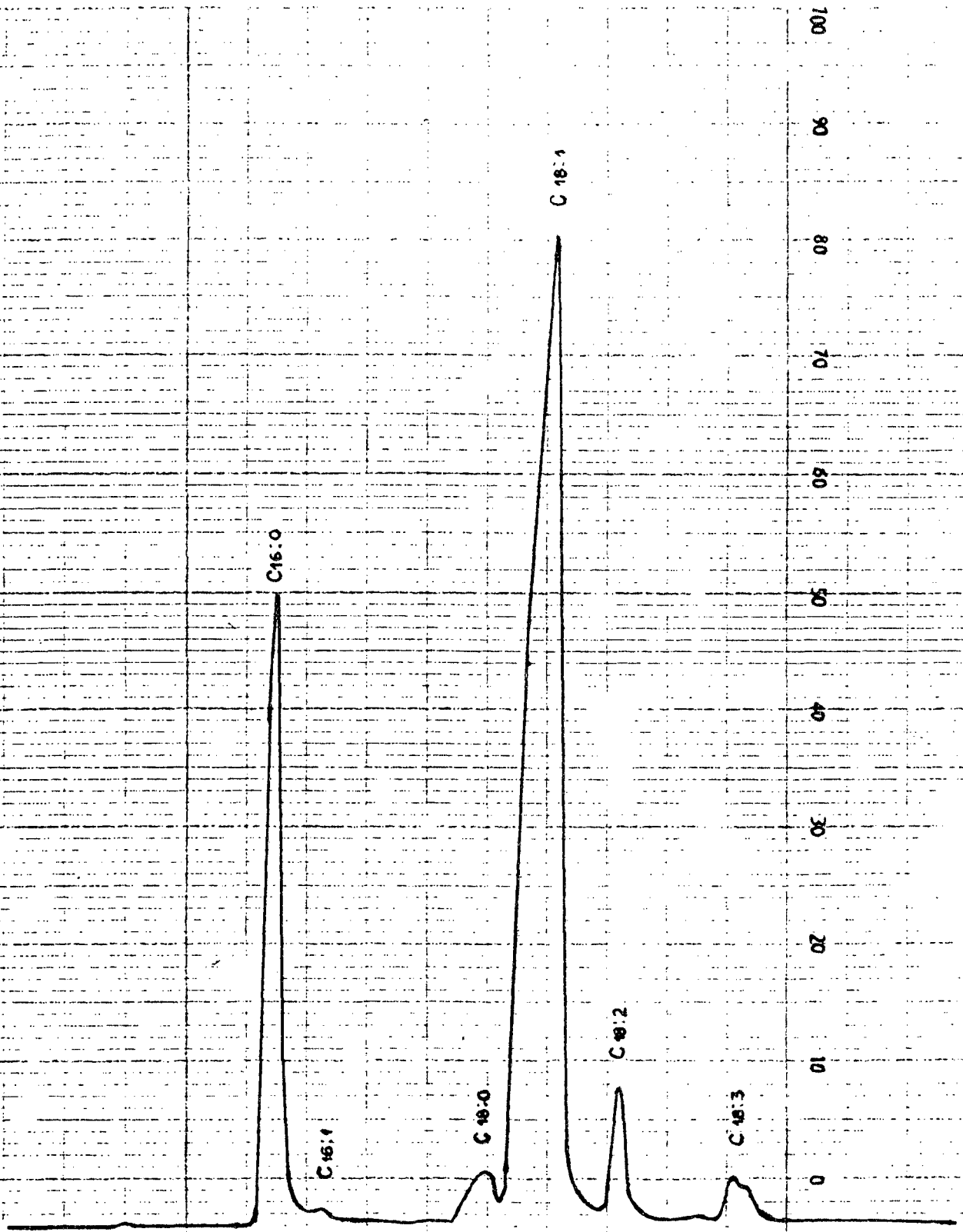
*FAO/WHO : Promedio representá una "potencia ideal" que contienen todos los aminoácidos esenciales requeridos.

FUENTE : Nutritionalidad Evaluation of the Jessenia bataua
Palm : Economic Botany (5).

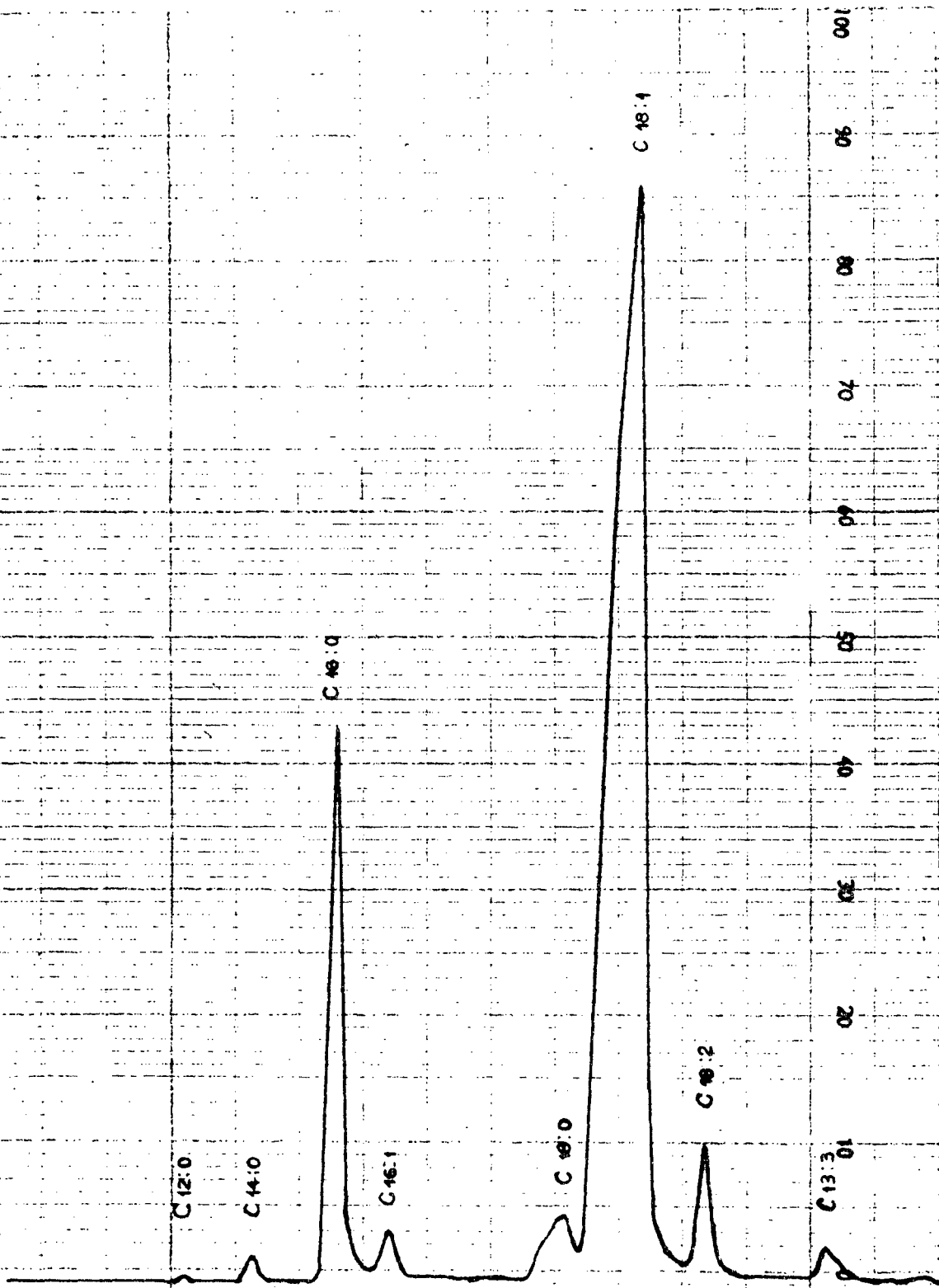
ANEXO 3. Diagrama del Deodorizador.



ANEXO 4. Cromatografía de Gases del Aceite de Aguaje.



ANEXO 5. Cromatografía de Gases del Aceite de Ungurahui.



ANEXO 6 Tabla para el Cálculo de Soda en Exceso Empleados para la neutralización

Exceso %	Concentración de las lejías en grados Baumé				
	12°	14°	16°	18°	20°
0.05	0.62	0.53	0.45	0.39	0.35
0.10	1.25	1.05	0.90	0.79	0.70
0.15	1.87	1.58	1.35	1.18	1.05
0.16	2.00	1.69	1.44	1.25	1.12
0.17	2.12	1.79	1.53	1.34	1.19
0.18	2.25	1.90	1.62	1.42	1.26
0.19	2.28	2.00	1.71	1.50	1.33
0.20	2.50	2.10	1.81	1.58	1.39
0.21	2.63	2.21	1.90	1.66	1.46
0.22	2.75	2.31	1.99	1.74	1.53
0.23	2.88	2.42	2.08	1.81	1.60
0.24	3.00	2.52	2.17	1.89	1.67
0.25	3.13	2.63	2.26	1.97	1.74
0.26	3.25	2.73	2.35	2.05	1.81
0.27	3.38	2.84	2.44	2.13	1.88
0.28	3.50	2.94	2.53	2.21	1.95
0.29	3.63	3.05	2.62	2.29	2.02
0.30	3.75	3.15	2.71	2.37	2.09
0.31	3.88	3.26	2.80	2.44	2.16
0.32	4.00	3.36	2.89	2.52	2.23
0.33	4.13	3.47	2.98	2.60	2.30
0.34	4.25	3.57	3.07	2.68	2.37
0.35	4.37	3.68	3.16	2.76	2.44
0.36	4.50	3.78	3.25	2.84	2.51
0.37	4.62	3.89	3.34	2.92	2.58
0.38	4.75	3.99	3.43	3.00	2.65
0.39	4.88	4.10	3.58	3.07	2.72
0.40	5.00	4.21	3.61	3.15	2.79
0.41	5.13	4.31	3.70	3.23	2.86
0.42	5.25	4.42	3.80	3.31	2.93
0.43	5.38	4.52	3.89	3.39	3.00
0.44	5.50	4.63	3.98	3.47	3.06
0.45	5.63	4.73	4.07	3.55	3.13
0.46	5.75	4.84	4.16	3.63	3.20
0.47	5.88	4.85	4.25	3.70	3.27
0.48	6.00	4.95	4.34	3.78	3.34
0.49	6.13	5.16	4.43	3.86	3.41
0.50	6.25	5.26	4.52	3.94	3.48

FUENTE : Aceite y Grasas Industriales (Bailey, 1961).

El Cuadro anterior nos permite dar los excesos necesarios para la neutralización, mostrando las diferentes concentraciones de soda para sus respectivos excesos, estos calculados en hidróxido de sodio anhidro.

El uso de estas tablas se pueden explicar con el ejemplo siguiente :

Suponiendo que tenemos un aceite que contiene 2% de ácidos grasos libres con 0,45 de exceso de hidróxido de sodio, teniendo una soda de 16°Bé, según la tabla la neutralización de un 2% de ácido libre calculado como oleico, se requiere un 2,57% de lejía de 16° Bé, el exceso de 0,45% corresponde a un 4,07% de la misma lejía, por lo tanto la cantidad total de soda necesaria es la suma de las dos, o sea 6,64% (Bailey, 1961).

ANEXO 6A Tabla para el Cálculo de Soda Empleadas para la Neutralización

Acidos Grasos Libres %	Concentración de las lejías en grados Baumé				
	12°	14°	16°	18°	20°
0.6	1.07	0.90	0.77	0.67	0.59
0.7	1.24	1.05	0.90	0.78	0.69
0.8	1.42	1.20	1.03	0.89	0.79
0.9	1.60	1.35	1.16	1.00	0.89
1.0	1.78	1.50	1.29	1.11	0.99
1.1	1.95	1.65	1.41	1.23	1.09
1.2	2.13	1.80	1.54	1.34	1.19
1.3	2.31	1.95	1.67	1.45	1.29
1.4	2.48	2.10	1.80	1.56	1.39
1.5	2.66	2.25	1.93	1.67	1.49
1.6	2.84	2.40	2.06	1.79	1.58
1.7	3.02	2.54	2.18	1.90	1.68
1.8	3.20	2.69	2.31	2.01	1.78
1.9	3.37	2.84	2.44	2.12	1.88
2.0	3.55	2.99	2.57	2.23	1.98
2.1	3.73	3.14	2.70	2.35	2.08
2.2	3.91	3.29	2.83	2.46	2.18
2.3	4.08	3.44	2.96	2.57	2.28
2.4	4.26	3.59	3.08	2.68	2.37
2.5	4.44	3.74	3.21	2.80	2.47
2.6	4.61	3.89	3.34	2.91	2.57
2.7	4.80	4.04	3.47	3.02	2.67
2.8	4.97	4.19	3.60	3.13	2.77
2.9	5.15	4.34	3.72	3.24	2.87
3.0	5.32	4.49	3.85	3.36	2.97
3.2	5.68	4.78	4.10	3.58	3.16
3.4	6.04	5.18	4.35	3.80	3.36
3.6	6.39	5.48	4.61	4.03	3.56
3.8	6.75	5.78	4.87	4.25	3.76
4.0	7.10	6.08	5.12	4.47	3.95
4.2	7.45	6.38	5.38	4.70	4.15
4.4	7.80	6.68	5.64	4.92	4.35
4.6	8.16	6.98	5.89	5.15	4.55
4.8	8.52	7.28	6.15	5.37	4.74
5.0	8.88	7.47	6.42	5.60	4.94

FUENTE : Aceites y Grasas Industriales (Bailey, 1961).

Este cuadro nos permitió determinar el porcentaje de sosa de diferentes concentraciones necesarias para neutralizar los ácidos grasos libres del aceite con distintos grados de acidez, los ácidos grasos han sido calculados como oleicos.