Universidad Nacional Agraria de la Selva

TINGO MARIA

PROGRAMA ACADEMICO DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

DEPARTAMENTO ACADEMICO DE CIENCIAS EN TECNOLOGIA ALIMENTARIA

"Extracción por Solvente y Caracterización del Aceite de la Semilla de Té (Camelia sinensis)"

TESIS

Para Optar el Título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Luis Alberto Albitres Alva

Promoción:

"Acción Tecnológica para el Desarrollo de la Selva Peruana"

TINGO MARIA — PERU

1,984

VERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
TINGO MARIA

Apartado 156 - Telf. 2341 - Tingo María - Perú

OFICINA DE LIMA - Local CONAI.
Calle Aldabas Cdra. 3.
Urb. Las Gardenias - Surco.
Telf. 360068.

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el día domingo 15 de julio de 1984, a las 11:00 a.m. en el Gabinete de Física de la UNAS, para calificar la tesis presentada por el Bachiller en Ciencias - Industrias Alimentarias Sr. LUIS ALBERTO ALBITRES ALVA, de la Promoción 1982, titulada :

"EXTRACCION POR SOLVENTE Y CARACTERIZACION DEL ACEITE DE SEMILLA DE TE (*Camelia sinensis*)".

Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran APROBADO con el calificativo de BUENO. En consecuencia el sustentante queda en condiciones de recibir el TITULO DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS, por el Consejo Ejecutivo, de conformidad con lo establecido en el Art. 44º de la Ley Orgánica de la Universidad Peruana.

Tingo María, julio 16 de 1984.

Ing. Carlos Prentice R.
PRESIDENTE

Ing. Gerardo Sánchez R.
VOCAL

Ing. Raúl Natividad F.
PATROCINADOR

U. N. A.
V° B°
INGANO

DEDICADO A :

ALBERTO Y MAURA, mis padres.

SEGUNDO Y LEONARDA, mis tíos

LUISA, ADELY, PATRICIA
MANUEL Y MIGUEL, mis hermanos

AGRADECIMIENTO

AL Ing. RAUL NATIVIDAD FERRER, Patrocinador del presente trabajo.

AL Ing. MAXIMO OLIVA GUEVARA, Jefe de la Planta Piloto de Frutas y Hortalizas E-5 de la UNAS-T.M. por su colaboración y sugerencias para la ejecución del presente trabajo.

AL Ing. JOSE HERNANDEZ T., por su colaboración durante el proceso de molienda y granulometría.

AL Ing. LUIS MARIN A., por su invalorable ayuda durante la realización del presente trabajo.

AL Ing. MIGUEL A. LARREA C., por su colaboración en la obtención de materia prima y durante la etapa experimental.

AL Sr. MANSUETO HUAMAN FELIX., por su ayuda durante la etapa experimental.

AL Sr. ESTEBAN HUAMAN F., por su ayuda en diversos análisis físico-químicos.

A todas aquellas personas que en forma directa o indirecta hicieron posible la culminación de mi carrera profesional.

I N D I C E G E N E R A L

		Pág.
I.	INTRODUCCION	16
II.	REVISION DE LITERATURA	18
	A. Materia prima	18
	1.- Aspectos generales	18
	2.- Sistemática del té	19
	3.- Botánica del té	19
	4.- Cultivo del té	20
	5.- Aspecto económico	22
	B. Saponina en la semilla del té	24
	C. Generalidades de las grasas y aceites	25
	1.- Acidos grasos	25
	2.- Componentes no glicéridos de las grasas y aceites	29
	3.- Clasificación general de las grasas y aceites	30
	4.- Composición de las semillas oleaginosas	32
	5.- Proceso tecnológico fundamental en la fabricación de aceites comestibles	34
	a. Preparación de la semilla oleaginosa	34
	b. Operaciones en la semilla antes de extraer el aceite.	36
	c. Extracción del aceite	42
	6.- Refinación del aceite	49
	a. Eliminación de materia coloidal	50

Pág

b. Neutralización 50

c. Decoloración 51

d. Desodorización 52

e. Winterización 52

7.- Propiedades de las grasas y aceites 53

a. Propiedades físicas 53

b. Propiedades químicas 59

8.- Características físico-químicas del aceite de la semilla de té. 62

9.- Cromatografía de gases 63

III. MATERIALES Y METODOS 67

A. Lugares y fecha de ejecución 67

B. Materia prima 67

1.- Obtención de la materia prima 67

2.- Características físicas 67

C. Equipos y materiales 68

1.- Equipos 68

2.- Reactivos 69

3.- Equipos auxiliares 70

D. Procedimientos 70

1.- Análisis de la composición química de la materia prima 70

a. Humedad 70

b. Proteínas 70

c. Grasas 70

d. Fibras 70

e. Cenizas 71

Pág.

f. Determinación de carbohidratos totales. 71

2.- Determinación cualitativa de saponinas en la materia prima. 71

E. Procesamiento de la materia prima 71

1.- Diagrama de flujo 71

2.- Descripción de las operaciones del flujograma 73

a. De la extracción del aceite 73

b. Características físicas 77

c. Acidos grasos en el aceite de té 80

d. Determinación cualitativa de saponina en aceite y torta 80

F. Control estadístico de diferencia organoléptica del producto 80

IV. RESULTADOS 82

A. Materia prima 82

1.- Evaluación de las características físicas 82

2.- Composición química proximal de la almendra y cáscara. 82

3.- Determinación cualitativa de saponina en la semilla del té 83

B. Estudios preliminares 84

1.- Estudio del descascarillado 84

a. Del acondicionamiento para el descascarillado 84

Pág.

b. Del descascarillado directo 85

2.- Estudio de la reducción de tamaño 85

a. Molienda 85

b. Laminado 87

3.- Del estudio del deshidratado 91

a. Deshidratación de las partículas 91

b. Deshidratación de las láminas 93

4.- De la extracción del aceite de la semilla de té por contacto simple en múltiples etapas 95

a. Extracción del aceite de semilla de té por contacto simple en múltiples etapas usando el equipo del Anexo 11 95

b. Extracción del aceite de las láminas usando el equipo soxhlet 96

C. Refinación del aceite 97

1.- Del desgomado 97

2.- De la neutralización 97

3.- De la decoloración 98

4.- De la winterización 98

D. Diagrama de flujo del procesamiento final 98

1.- Evaluación de las operaciones del flujo 98

2.- Del balance de materia 100

Pág.

E. De la caracterización del aceite 101

1.- Características físico-químicas del aceite refinado 101

2.- Acidos grasos en el aceite de la semilla de té 102

3.- Determinación cualitativa de saponina en aceite y torta de semilla de té 102

F. Del control estadístico de diferencia organoléptica del producto 103

V. DISCUSIONES 107

A. Materia prima 107

1.- Características físicas de la semilla del té 107

2.- Composición química-proximal de la almendra y cáscaras 107

3.- Determinación cualitativa de la saponina en el aceite de semilla de té 107

B. Estudios preliminares 108

1.- Del descascarillado 108

2.- De la reducción del tamaño 108

a. De la molienda 108

b. Del laminado 109

3.- De la deshidratación 109

a. En las partículas 110

b. En las láminas 110

Pág.

4.- De la extracción de aceite de la semilla de té por contacto simple en - múltiples etapas 110

C. De la refinación del aceite 111

1.- Del desgomado 111

2.- De la neutralización 111

3.- De la decoloración 112

4.- Del winterizado 112

D. Del rendimiento 112

E. De la caracterización 113

F. Del control estadístico de diferencia organoléptica del producto 115

VI. CONCLUSIONES 116

VII. RECOMENDACIONES 118

VIII. RESUMEN 119

IX. BIBLIOGRAFIA 121

X. ANEXOS 124

I N D I C E D E C U A D R O S

		Pág.
Cuadro 1	Serie histórica de sembrío de té en la provincia de Leoncio Prado (1975-1982).	21
Cuadro 2	Ingreso a planta de materia prima oleaginosa (T.M.).	22
Cuadro 3	Producción nacional de aceites comestibles.	23
Cuadro 4	Longitud de cadena y punto de fusión de ácidos grasos saturados.	26
Cuadro 5	Longitud de cadena y número de enlaces de los ácidos grasos no saturados.	29
Cuadro 6	Porcentaje aproximado de corteza y almendra de semillas oleaginosas.	33
Cuadro 7	Composición química proximal de algunas almendras oleaginosas.	33
Cuadro 8	Análisis granulométrico de la molienda de la semilla de tarhui	38
Cuadro 9	Rendimientos medios obtenidos de la extracción de aceite por solvente.	45
Cuadro 10	Rendimiento en la extracción de aceite tarhui por contacto múltiple.	48
Cuadro 11	Puntos de fusión de algunas grasas y aceites.	54
Cuadro 12	Indice de refracción de algunas grasas y aceites.	55

Pág.

Cuadro 13 Indice de Iodo y de saponificación de algunas grasas y aceites. 61

Cuadro 14 Indice de peróxidos de algunas grasas y aceites. 62

Cuadro 15 Características físico-químicas del aceite de semilla de té. 63

Cuadro 16 Acidos grasos del aceite de semilla de té (Thea sasanqua), comparado con los aceites de olivo y maní. 66

Cuadro 17 Características físicas de la semilla de té cosechada. 82

Cuadro 18 Composición química proximal de la materia prima. 83

Cuadro 19 Determinación cualitativa de saponina en la semilla del té. 83

Cuadro 20 Acondicionamiento y descascarillado de la semilla del té. 84

Cuadro 21 Promedio de los porcentajes de cáscaras y almendras de semilla de té a procesar. 85

Cuadro 22 Tamaño de las partículas de la semilla obtenida en la molienda 86

Cuadro 23 Rendimiento del aceite en función al tamaño de partícula. 87

		Pág.
Cuadro 24	Laminado de la almendra de la semilla del té.	89
Cuadro 25	Espesor de laminado en función al rendimiento del aceite.	89
Cuadro 26	Rendimiento del aceite en función a la humedad de la partícula de la almendra.	91
Cuadro 27	Rendimiento del aceite en función a la humedad de la lámina.	93
Cuadro 28	Rendimiento de la extracción de aceite en las láminas de la semilla de té.	95
Cuadro 29	Rendimiento de la extracción de aceite de láminas de semilla de té usando el equipo soxhlet.	96
Cuadro 30	Neutralización del aceite crudo de semilla de té con 1.6% de índice de acidez, a diferentes temperaturas.	97
Cuadro 31.	Decoloración del aceite de la semilla de té.	98
Cuadro 32	Balance de materia para la extracción de aceite de la semilla de té base seca.	100 A
Cuadro 33	Características físico-químicas del aceite de semilla de té refinado.	101
Cuadro 34	Acidos grasos en el aceite de la semilla de té.	102

Pág.

Cuadro 35 Determinación cualitativa de saponinas en aceite y torta de semilla de té. 102

Cuadro 36 Análisis de varianza de acuerdo al olor. 103

Cuadro 37 Prueba de Dunkan referente al olor. 104

Cuadro 38 Análisis de Varianza de acuerdo al sabor. 104

Cuadro 39 Prueba de Dunkan referente al sabor 105

Cuadro 40 Análisis de Varianza de acuerdo al color. 105

Cuadro 41 Prueba de Dunkan referente al color. 106

I N D I C E D E E S Q U E M A S

		Pág.
Esquema 1	Flujograma de procesos fundamentales en extracción de aceite de semillas oleaginosas.	35
Esquema 2	Flujograma para la extracción por solvente y refinación del aceite de semilla de té.	72
Esquema 3	Diagrama de flujo para la extracción de aceite de semilla de té.	99

I N D I C E D E F I G U R A S

		Pág.
Figura 1	Curva de secado de un sólido húmedo en aire caliente a temperatura constante.	41
Figura 2	Rendimiento del aceite en función al tamaño de partícula.	88
Figura 3	Espesor de lámina de semilla de té en función al rendimiento del aceite.	90
Figura 4	Rendimiento de aceite de semilla de té en función a la humedad de las partículas.	92
Figura 5	Rendimiento del aceite de la semilla del té en función a la humedad de la lámina.	94
Figura 6	Variación de la humedad durante la deshidratación de la partícula de semilla de té.	135
Figura 7	Variación de la humedad durante la deshidratación de la lámina de semilla de té.	137

I. INTRODUCCION

Al iniciarse la década del 80 en el Perú, la alimentación de las mayorías es deficiente, y por otro lado el país continúa con la dependencia alimentaria externa - con grandes fugas de divisas; sin embargo, este cuenta con las condiciones para revertir esta situación, lo - único que hace falta de tomar creativamente nuestras - propias fuentes.

Por lo que la Ciencia y la Tecnología de Alimentos, se empeña en recuperar y transformar los recursos naturales para posterior uso en la alimentación tratando de mejorar y crear nuevas fuentes alimenticias.

El presente estudio sobre la "Extracción por Solvente y Caracterización del Aceite de la Semilla de Té (Camelia sinensis)" se realiza con la finalidad de encontrar un nuevo aceite que incremente el volumen de producción a nivel nacional.

Si se tiene en cuenta que en el Perú existen grandes plantaciones de Té con buen rendimiento de semillas - por planta las que son totalmente desperdiciadas; se - pretende con el presente trabajo utilizarlas creando - así una nueva fuente de aceite comestible; teniendo como objetivo:

- Determinar los parámetros fundamentales para el proceso de extracción por solvente usando el método de contacto simple en múltiples etapas y refinación - del aceite de semilla de Té, a nivel de laboratorio.

- Determinar las características físico-químicas del aceite.

--- o ---

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

A. Materia Prima

1.- Aspectos generales

El té (Camelia sinensis), ha sido cultivada por el hombre desde tiempos muy remotos, cuyos orígenes - se tornan en leyendas y materia de especulación. - Atendiendo determinadas regiones geográficas del - Sud-este Asiático, se han fijado varios tipos de - té, los que probablemente han sido dispersados des de un centro próximo a las cabeceras del río Irrewaddy, extendiéndose más tarde al Sud-este de China, Indochina y Assam, Eden (12).

Liyanage (22), dice que el primer intento de aclimatación del té en el Perú tuvo lugar en el Valle de la Convención el Cuzco, sin embargo su cultivo tuvo lugar en el año 1928, extendiéndose luego por todo el valle.

Hernandez (17), señala que en 1933, se iniciaron - plantaciones de té en el Departamento de Huánuco - en la zona de Chinchao y Cayumba para extenderse - este cultivo con más éxito aún en la Vega y Río - Azul.

Según Liyanage (22), a partir de una planta semillera de té bien cultivada y estando en buen terreno rinde hasta cuatro libras de semillas por año.

Nosti (25), indica que el contenido de alcaloide - varía del 1 al 4 por ciento en las muestras de hojas comerciales de té. Las flores contienen hasta

el 1% de alcaloide pero las semillas carecen de este principio activo.

Williams (36), menciona que cuando se extrae el aceite de la semilla de té por prensa arrastra una sustancia llamada saponina dándole un sabor amargo.

Godín (14), afirma que la torta obtenida después de extraer el aceite de la semilla de té presenta propiedades astringentes por lo que no es utilizada para la preparación de alimentos balanceados.

2.- Sistemática del té

Sealy, menciona en Eden (12), la completa designación en 1958 como:

División	:	Angiospermas
Clase	:	Dicotiledoneas
Orden	:	Parietales
Familia	:	Theacea
Género	:	Camelia
Especie	:	Camelia sinensis
Nombre común	:	Té

3.- Botánica del Té

Las plantas del té son arbustos leñosos o árboles bajos que en condiciones naturales crecen hasta 10 metros de altura. Nosti (15).

Si la planta procede de semilla o estaca siempre es dominante un eje axial aéreo, la filotaxia es alterna, las nuevas ramas y las hojas crecen de las axilas de hojas maduras. Las hojas verdes oscuras ovo lanceoladas y acuminadas; aserradas cuando maduras generalmente glabas o con pelos en el envés, miden de 2.5 a 25 cm. según los tipos. Santillán (33).

Las flores se hallan en las axilas de las hojas, pueden estar solitarias o en racimos, cáliz con variable número de sépalos verdes, usualmente de 5 a 7, los pétalos corresponden a los sépalos y son de color blanco o rosado, el ovario es piloso con un estilo que termina en 3 a 5 escotes.

El fruto es una cápsula que se abre en 3 valvas expulsando generalmente 3 semillas, estas son de color marrón de 1 a 1.8 cm. de diámetro de forma esférica con 2 cotiledones ricos en aceite y que al abrirse se notan la radícula y plúmula, el fruto suele aparecer a los 2 años de edad de la planta, aun antes. Eden (12).

4.- Cultivo del Té

Los cultivos de Té, en el Perú, se hallan en regiones con magníficas condiciones; edafoclimatológicas, aunque estas difieren en precipitaciones, temperatura, altitud, H.R. suelo, etc. Pero que en conclusión se encuentran dentro del amplio rango de vegetación de la especie. Santillán (33).

La población de plantas sembradas por hectárea en la CAP. Jardines de Té El Porvenir Ltda. No. 9 es de 13,833 en la modalidad de sembrío de 1.20 m. x 0.60 m.

De acuerdo a las evaluaciones registradas en base a 20 plantas de los sembríos de la misma Cooperativa se obtuvo una producción promedio de semilla de 0.45 Kg. por planta.

Tomando como referencia estos datos se estima una producción en la Provincia de Leoncio Prado de 3,467.241 TM. de semillas para el año 1982, cuyo número de hectáreas se indica en el Cuadro No. 1, donde se nota un ligero decrecimiento en los 2 últimos años.

CUADRO No. 1 : Serie histórica de sembrío de Té en la Provincia de Leoncio Prado (1975 1982).

AÑOS	1975 - 79	1980	1981	1982
HECTAREAS	600	633	629	557

Fuente: Ministerio de Agricultura - Tingo María. 1,984.

5.- Aspecto económico

De los alimentos importados por el Perú son los oleaginosos los que presentan un mayor porcentaje, teniéndose una gran fuga de divisas por este rubro. Lajo (20).

En el cuadro No. 2 puede verse los ingresos de la materia prima oleaginosa tanto nacional como importada a planta para su procesamiento.

CUADRO No. 2 : Ingreso a planta de materia prima oleaginosa. (TM).

	1980	1981	1982
Semilla de algodón	111,184	122,891	113,491
Ac. Crudo Soya(Importado)	42,178	55,327	69,031
Frijol Soya	10,700	14,017	8,095
Ac. Semirefinado de Pescado	97,178	90,878	68,506
Ac. Crudo Palma	5,751	7,135	7,496

Fuente: Oficina Sectorial de Estadística del Ministerio de Agricultura - Lima 1984.

Del ingreso a planta de la materia prima nacional puede verse en el cuadro No. 2 que la semilla de algodón representa la mayor cantidad.

CUADRO No. 3 : Producción Nacional de aceites comestibles (TM.)

AÑO	Aceite vegetal	Aceite compuesto	Total
1978	53,799	55,254	109,053
1979	10,957	84,722	95,679
1980	24,305	77,520	101,825
1981	25,000	90,000	115,000
1982	33,233	92,533	128,766

Fuente: Oficina Sectorial Estadística Ministerio de Agricultura - Lima 1984.

En el cuadro No. 3 figura la serie histórica de producción de productos terminados la misma que según la Oficina Sectorial de Estadística del Ministerio de Agricultura le corresponde a la del consumo puesto que la industria busca satisfacer la demanda nacional.

En 1982, se consumió alrededor de 128,766 TM. de aceite en el Perú de los cuales el 71.86% le correspondían al aceite compuesto.

La industria produjo además 32,352 TM. de manteca vegetal y 18,732 TM. de margarinas.

B.- SAPONINA EN LA SEMILLA DE TE

Las semillas de té presentan en su composición saponina Amos (2).

Las saponinas son glucósidos formados por sapogeninas y diversos azúcares; la sapogenina es un triterpeno y los azúcares son pentosas y hexosas. Linder (21).

Las saponinas tienen propiedades espumantes y hemolíticas, son solubles en agua, alcohol corriente, poco solubles en alcohol absoluto y no presentan solubilidad -- frente al benceno, hexano, éter sulfúrico y éter de petroleo. Alvares (1)

Las saponinas se emplean como aditivos para alimentos y bebidas. A causa de su capacidad de formar una espuma duradera se emplean las saponinas en cerveza. Linder(21).

La fórmula de la saponina según Fluckiger citado por Alvarez (1) la presenta como:

$$C_n H_{2n-10} O_{18}$$

Los ácidos diluidos la hidrolizan transformándola en - glucosa y sapogenina, combinación amarga y soluble. Como por ejemplo tenemos la saponina originaria, cuya formula se conoce:

$$C_{32}H_{54}O_{18} + 2H_2O = 3\left(\begin{matrix}CHO\\|\\CH-OH\\|\\CH_2OH\end{matrix}\right)_4 + C_{14}H_{22}O_2$$

Saponina agua glucosa sapogenina

C.- GENERALIDADES DE LAS GRASAS Y ACEITES

Las grasas y aceites son componentes de origen vegetal y animal constituídos por ésteres de propanotriol, glicerol o glicerina y ácidos grasos a los que se les conoce como grasa, manteca o sebo. Mehlanbacher (24).

1.- Acidos grasos

Los ácidos grasos son los componentes más importantes de los aceites ya que se encuentran de 94 a 98 % de su peso. En esencia estos ácidos consisten en una cadena de átomos de carbono que se enlazan con átomos de hidrógeno. Bayley (5).

Los ácidos grasos, poseen un extremo de la cadena un eslabón especial que contiene 2 átomos de oxígeno unidos al carbono y al hidrógeno de modo que reacciona como un ácido presentando a la molécula todo su carácter ácido. Thieme (34). Si en una cadena de esta naturaleza, los átomos de carbono se unen por lo menos con 2 átomos de hidrógeno y si la cadena no contiene dobles enlaces; al ácido graso se le califica de saturado mientras aquellos que en su cadena contienen dobles enlaces se les llama insaturados. Menhlenbacher (24).

Las propiedades de los ácidos grasos dependen de la longitud de la cadena, lo que puede visualizar con el punto de fusión indicado en el Cuadro No.2.

Los puntos de fusión d e los ácidos grasos aumentan con la longitud de cadena y con la saturación, es - decir a mayor cantidad de ácidos grasos saturados - existe mayor posibilidad de tener grasas en lugar - de aceite. Bailey (5).

Los ácidos grasos de menos de 4 o más de 20 átomos de carbono casi no presentan interés debido a que - en las grasas naturales no existen o sólo se encuentran en forma de trazas. En el Cuadro No. 4, se observan que todos los ácidos grasos se presentan en número par de átomos de carbono. La razón es que - en la naturaleza las grasas presentan casi exclusivamente ácidos grasos pares y nos ácidos impares - que también existen pueden prescindir de ellos a todos los efectos prácticos. Thieme (34).

CUADRO No. 4 : Longitud de cadena y punto de fusión de ácidos grasos saturados.

ACIDO GRASO	LONGITUD DE LA CADENA (Atomos de carbono).	PUNTO DE FUSION DEL ACIDO GRASO (°C)
Butírico	4	- 8.0
Caproíco	6	- 3.4
Caprílico	8	16.7
Cáprico	10	31.6
Laúrico	12	44.2
Mirístico	14	54.4
Palmítico	16	62.9
Esteárico	18	69.6
Araquidónico	20	75.4

Fuente: Bailey 1961 (5).

Según Thieme (34), los ácidos grasos saturados más importantes son:

a. Acido Laúrico

Deriva su nombre de las lauráceas, familia botánica que agrupa una serie de especies cuyas semillas contienen en su composición aceite, del cual el ácido laúrico se encuentra en proporciones elevadas.

b. Acido Mirístico

Es un componente menor con 2% o menos en muchos aceites de semillas y frutas. Es el principal componente de las miristáceas. Los ácidos grasos con peso molecular menor del ácido mirístico, no se considera como constituyente de los aceites de semillas más comunes.

c. Acido Palmítico

Es el más ampliamente distribuido de los ácidos grasos saturados, prácticamente se encuentra en todas las grasas vegetales y animales en cantidades de por lo menos un 6% a 8% y es el principal constituyente de la manteca de cerdo, sebo, aceite de palma, manteca de cacao y otras mantecas vegetales.

d. Acido Esteárico

Se halla también ampliamente distribuido en muchos aceites vegetales que lo contienen en proporciones de alrededor del 1 al 3%.

Los ácidos grasos saturados que se encuentran en los aceites y grasa dada la relativa dificultad de su aislamiento y caracterización son conocidos con menos seguridad que los insaturados; Thieme (34), menciona a los más importantes:

a. Acido Palmitoleíco

Se presenta en mucha cantidad en aceites vegetales incluyendo el de palma, algodón, soya, maní, entre otros.

b. Acido oleíco

Con 18 átomos de carbono, es el ácido graso más ampliamente distribuido, se encuentra en todos los aceites y grasas, es el principal componente de aceites vegetales líquidos, como en el caso del aceite de oliva, palma, maní, etc.

c. Acido linoleíco

En los aceites vegetales, este ácido graso se encuentra subordinado en cantidad al ácido oleíco, es decir, cuando los aceites son pocos saturados; pero en los más insaturados, tales como el de soya, linaza, hay más ácido linoleíco que oleíco.

d. Acido linolénico

Se encuentra en cantidades variables en algunos de los aceites vegetales más insaturados. Cuyas características físicas se indican en el Cuadro No. 5.

CUADRO No. 5 : Longitud de cadena y número de enlaces de los ácidos grasos no saturados.

ACIDO GRASO	NUMERO DE ENLACES	LONGITUD DE CADENA(Atomos de carbono).	NUMERO DE FUSION
Palmitoleíco	1	16	12.6
Oleíco	1	18	16.3
Linoleíco	2	18	-6.5
Linolénico	3	18	-12.8

Fuente: Braverman 1967 (7); Bailey 1961 (5).

Según estadísticas mundiales, los ácidos grasos no saturados oleíco y linoleíco, constituyen el 34 y 29% respectivament e de todos los aceites - comestibles producidos cada año por el hombre -- frente a sólo el 11% del ácido palmítico, un ácido graso saturado. Braverman(7).

2.- Componentes no glicéridos de las grasas y aceites. Todas las grasas presentan pequeñas cantidades de sustancias, propiedades y características - diferentes de los glicéridos.

Estas sustancias muchas veces son eliminadas durante el proceso de la refinación, como por ejemplo; - pigmentos, fosfátidos, hidratos de carbono, fragmentos protéicos, diversas resinas y materias mucilaginosas de identificación dudosa. Adémas en la refinación alcalina se separan los ácidos grasos libres resultantes de la hidrólisis parcial del aceite y - por otro lado se efectúa una separación parcial de esteroles. Bailey (5).

Otros compuestos considerados dentro de este grupo son los antióxidantes tales como tocoferoles que se pueden considerar como los principales antioxidantes de los aceites vegetales, existen indudablemente - otros compuestos no identificados. Pastor (28).

Hay compuestos en los aceites que dan olor, sabor , como las cetonas, aldehídos y apreciables cantidades de hidrocarburos, también contienen trazas de fósforo, cobre y magnesio. Bailey (5).

3.- Clasificación general de las grasas y aceites

Para la clasificación de grasas y aceites hay diversos criterior ya sea por su origen vegetal o animal, naturaleza química de los glicéridos, características físico-químicas de las grasas o bien de los correspondientes ácidos grasos, pero ninguna de ellas separadamente satisface, ya que tales clasificacio-

nes no abarcan de una sola vez las peculiaridades - científicas técnicas y comerciales de las grasas. Pastor (28).

Martinenghi (23), clasifica los diferentes aceites y grasas en no secantes, semisecantes y secantes; - con índices de iodo menor de 90, entre 90 y 130 y - mayor de 130 respectivamente; sin embargo este sistema de clasificación es incompleto pues no tiene - en cuenta algunas importantes distinciones dentro - de cada uno de los tres grupos.

Desde el punto de vista de su utilización industrial Bailey (5), clasifica a los aceites y grasas de la siguiente manera:

- Grupo de las grasas de leche
- Grupo del ácido laúrico
- Grupo de las mantecas vegetales
- Grupo de las grasas animales
- Grupo del ácido erúcico
- Grupo del ácido linolénico
- Grupo de ácidos grasos conjugados
- Grupo de los aceites marinos
- Grupo de los hidrácidos
- Grupo de los ácidos oleíco - linoleíco.

El mayor de todos los grupos mencionado es el de - los ácidos oleíco y linoleíco, formado predominante mente por ácidos grasos no saturados provenientes - de origen vegetal.

La mayor parte de los miembros de este grupo son líquidos, excepto a muy bajas temperaturas. Estos aceites proceden generalmente de plantas que crecen mejor en climas relativamente templados por ejemplo los aceites de algodón y maní que proceden de plantas anuales, con excepciones como el aceite de oliva y palma que provienen de drupas de árboles.

Los aceites de ácidos oleíco-linoleíco, son los más útiles y aprovechables de todos. No son lo sufi -- cientemente insaturados para tener propiedades se-- cantes, sin embargo son excelentes aceites comestibles. Aunque normalmente son triglicéridos líquidos, se pueden convertir en plásticas por hidrogenación. Bailey (5).

4.- Composición de las semillas oleaginosas

La diversidad de semillas oleaginosas permite que - existe diferencias entre ellas como se puede apre-- ciar en el Cuadro No. 6, referente a la almendra y cáscara; se puede notar que el maní es el que pre-- senta el mayor porcentaje de almendra.

Se aprecia en el Cuadro No. 6, la diferencia significativa en la composición química que presentan las almendras de diversas semillas; así se tiene que el maní es el que presenta el mayor porcentaje de grasa en su composición.

CUADRO No. 6: Porcentaje aproximado de corteza y almendra de semillas oleaginosas.

SEMILLAS	ALMENDRA %	CORTEZA %	% DE ACEITE ALMENDRA	% DE ACEITE CORTEZA
Algodón	62	38	30	1.5
Maní	75	25	35.7	0.7
Girasol	60	40	29.2	1.5
Linaza	57	43	58	22.0
Té	70	30	25	-

Fuente: Bailey 1961 (5), Bernardini 1981 (6).

CUADRO No. 7 : Composición químico-proximal de algunas almendras oleaginosas.

COMPONENTES	SOYA %	MANI %	GIRASOL %
Humedad	9.0	13.15	10.30
Proteína	39.0	27.95	8.97
Grasa	18.5	35.77	29.21
Ceniza	5.5	2.36	2.38
Fibra	5.0	3.04	30.00
Carbohidratos	23.0	17.73	13.17

Fuente: Bernardini 1981 (6).

5.- Proceso tecnológico fundamental en la fabricación de aceites comestibles.

Las operaciones generalmente son comunes para cualquier tipo de industria procesadora de aceites comestibles provenientes de semillas.

a. Preparación de la semilla oleaginosa.

En esta denominación se incluye las operaciones necesarias para poner a la semilla de las mejores condiciones que permitan la extracción del aceite.

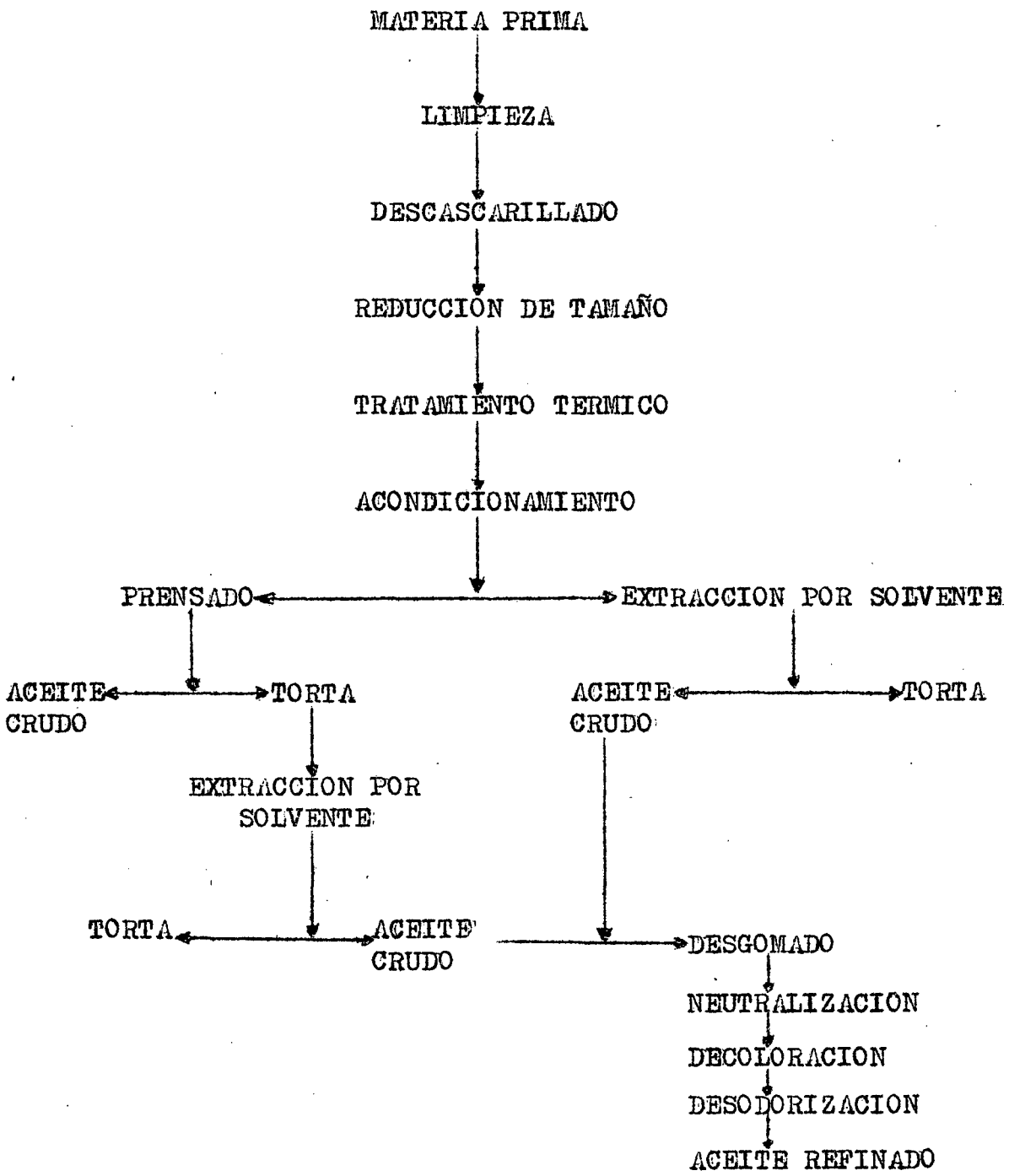
1. Limpieza

Esta es la operación que consiste en eliminar todo elemento extraño que se encuentra junto con la semilla. Bailey (5).

La maquinaria para la limpieza puede dividirse en:

- Cribas
- Ventiladores, aspiradores.

ESQUEMA No. 1 : Flujograma de procesos fundamentales en Extracción de aceite de semillas oleaginosas.



FUENTE: Bernardini 1981 (6).

- Cedazos o cribas calibradas
- Electroimanes
- Cepilladores

Una mala limpieza puede influir en el olor, color del aceite crudo, por lo tanto se necesitaría una laboriosa refinación. Martinenghi (23).

2. Descascarillado

Cuando la semilla se encuentra protegida por una cáscara dura es necesario separarla de la almendra para que el solvente pueda actuar por contacto y permitir la extracción de la grasa. Colom (10).

En el prensado la cáscara ofrece un papel negativo ya que actúa como absorvente dificultando así el drenaje del aceite, si la extracción es por solvente le resta capacidad de instalación. Garoglio (13).

Para el descascarado se puede considerar el molino de discos ya que con una abertura mayor puede realizar esta función. Poggi (31).

b. Operaciones en la semilla antes de extraer el aceite.

El pre-tratamiento de las semillas oleaginosas que deben ser sometidas al proceso de extracción de aceite, es un factor esencial

para obtener un alto rendimiento sin dañar - las características físico-químicas y organolépticas del mismo.

El pre-tratamiento de las semillas se compone de tres operaciones :

- Reducción de tamaño
- Tratamiento térmico
- Acondicionamiento (control de humedad). Bernardini (6).

1. Reducción de tamaño

Es la operación que consiste en darle un - molido, triturado o quebrantando a la semi lla convirtiéndola en partículas escamosas uniformes o cualquier otra forma que conven ga para la extracción. Kirachenbeuer (19).

Algunas pruebas realizadas sobre semillas que han sido sometidas a un proceso de extracción del aceite por solvente han demos trado que el peso del aceite de la semilla al solvente se realiza más de prisa cuanto más abierta están las células.

Estas consideraciones hace pensar que para obtener una extracción completa del aceite es conveniente llevar las semillas a láminas de muy bajo espesor, pero en la prácti

ca esto no es posible dado a que dichas laminillas tienden a convertirse en polvo durante el proceso de extracción dificultando el drenaje del solvente en la masa. Bernardini (6)

Castillo (9), al someter la semilla de Tarhui a la acción de un molino de discos obtiene diferentes tamaños de partículas como se puede apreciar en el Cuadro No. 8 donde al disminuir el diámetro de la malla se obtiene una mayor cantidad de producto llegando a un límite dado por el tamiz, cuyo diámetro promedio es de 0.0224 pulga partir del cual empieza a disminuir la cantidad del producto obtenido.

CUADRO No. 8: Análisis granulométrico de la molienda de la semimma de Tarhui

DIAMETRO DE MALLA (Pulgadas)		DIAMETRO PROMEDIO	RETENIDO	%
PRACC.(+)	FRACC.(-)			
0.1870	0.0937	0.1403	1.7	0.85
0.0937	0.0555	0.0746	17.8	8.90
0.0555	0.0331	0.0443	34.2	17.10
0.0331	0.0117	0.0224	54.5	27.25
0.0117	0.0083	0.010	53.8	26.90
0.007	—	—	5.4	2.70

Fuente: Castillo 1979 (9).

2. Tratamiento Térmico

El tratamiento térmico no ha sido explicado plenamente, sin embargo es evidente que las alteraciones de la materia prima causada por el calentamiento son procesos químicos y físico-químicos bastante complicados, comprendiendo la coagulación de las proteinas, coalecencia o fusión de las gotitas microscópicas del aceite para formar gotas mayores, el cambio de actividad superficial de la materia prima, etc. Sea como fuere el resultado práctico es que después de la cocción el material se presta más fácilmente a la extracción dando mayor rendimiento de aceite. Thieme (34).

En caso que la extracción de las sustancias oleaginosas sea con solvente, el tratamiento térmico no es generalmente necesario. Bailey (5).

3. Acondicionamiento

Por acondicionamiento se entiende al indice de humedad que una semilla debe tener para considerar que se halla en las mejores condiciones, para ser sometida al proceso de extracción de aceite. Bernardini (6).

Una precaución importante que se debe tener en la deshidratación es evitar la oxidación de las grasas o cuando menos minimizarse secando

las semillas a temperaturas por debajo de los 100 °C y a presiones menores de 760 mm. de Hg. Si no es posible realizar el secado con ayuda del vacío es aconsejable utilizar un tipo de estufa de tiro forzado para eliminar el agua - lo más rápido posible exponiendo la muestra a menos cantidad de calor.

Beennan (8), presenta en la Figura No. 1, la - curva característica de secado de un sólido húmedo en aire caliente a temperatura constante en la que se puede notar que el ciclo de secado se encuentra dividido en varios períodos.

- Parte AB.- Período de estabilización.
- Parte BC.- Período de velocidad constante
- Parte CD.- Período de velocidad decreciente

El contenido en humedad del producto en el punto C, se conoce por "contenido crítico de humedad". A partir del cual la temperatura de la superficie empieza a elevarse progresivamente a medida que el secado progresa, acercándose a la temperatura del bulbo seco del aire a medida que el producto se aproxima a la sequedad.

Kgr. de agua
Kgr. de m.s.

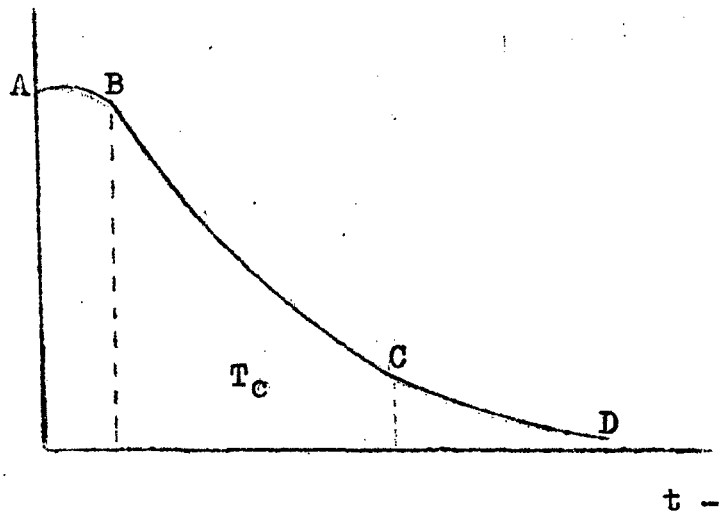


FIGURA No. 1: Curva de secado de un sólido húmedo en aire caliente a T° constante.

El agua de la materia oleaginosa es eliminada debido a que en cantidades excesivas impide - una extracción completa del aceite, si se emplea solvente como agente extractor. Mehlenbacher (24).

Se ha observado que si de una semilla se elimina completamente el agua se verifica un fenómeno de impermeabilización de la película - que retiene el aceite haciendo muy difícil la extracción. Bernardini (6).

Al deshidratar la semilla, las emulsiones pueden romperse por lo menos parcialmente de tal

forma que la grasa es accesible y fácil de extraer. Mehlenbacher (24).

c. Extracción de aceite

La extracción de aceite comestible de diferentes fuente ha experimentado últimamente muchos cambios. Mientras el prensado del material rico en aceite era hasta hace poco el principal método de extracción; hoy día la mayoría de las fábricas modernas utilizan la extracción con solvente. Braverman (7).

1. Extracción mecánica

La extracción mecánica del aceite puede ser por:

(a). Prensado discontínuo

El procedimiento más antiguo de extracción de aceite se usa en la aplicación de presión sobre una masa de productos oleaginosos.

Las prensas discontínuas tienen empleo limitado, en usos especiales en los que se requiere presiones ligeras. Thieme(34).

(b). Prensado contínuo

En este caso la presión se comunica mediante un tornillo sin fin, con rosca giratoria. Es el más eficiente que el hi--

dráulico, pero trae más contenido de sólidos. Su mayor inconveniente es su alto gasto de energía. Pastor (28).

(c). Prensado a baja presión

Es decir las prensas de tornillo pueden funcionar a baja presión en el prensado previo, antes de su extracción y con un aumento de capacidad. Pastor (28).

2. Extracción por solvente

Es uno de los métodos más eficaces y se basa en la difusión del aceite y el solvente a través de la materia oleaginosa. Perry (30).

La extracción por solvente permite reducir al contenido de aceite de la sustancia oleosa a menos del 1%, por tanto es el procedimiento ideal de extracción para todas las materias primas que originalmente solo contengan un bajo porcentaje de aceite, como la soya, la semilla del algodón el salvado de arroz, etc. Ver el Cuadro No. 9, por lo que se refiere a las materias primas que contienen un alto porcentaje de aceite, la extracción con disolvente es menos práctica. En dicho caso conviene reducir primero el contenido de aceite del material extrayendo parte del aceite por medio de extrac-

tores de prensado previo o prensas hidráulicas. Thieme (34).

En cualquier proceso de extracción para solvente se distingue 3 etapas:

- Contacto del material a extraer con el solvente.
- Separación de las fases formadas.
- Recuperación del solvente.

Las dos primeras etapas distinguen un proceso de extracción y se caracteriza de entre los diferentes sistemas por la forma de llevar la extracción y separación posterior, necesitándose una mezcla adecuada del solvente y la torta ya que de acuerdo a ello va a variar el rendimiento, la velocidad que alcanza el equilibrio está influenciada por una serie de factores tales como difusión del solvente y el aceite determinado por su viscocidad, tamaño, forma de partícula y su estructura interna. Thieme (34).

En el Cuadro No. 9, se puede ver los rendimientos obtenidos en la extracción de aceite por solvente donde la semilla de algodón y soya presentan los valores más altos .

CUADRO No. 9: Rendimientos medios obtenidos de la extracción de aceite por solvente.

MATERIA PRIMA	RENDIMIENTO
Soya	18
Polvillo de arroz	14
Semilla de uva	15
Semilla de algodón	19

Fuente: Bernardini 1981 (6)

Bernardini (6), indica que según pruebas realizadas con la finalidad de observar la influencia sobre el proceso de la cantidad de solvente utilizado manteniéndose constante el tiempo y temperatura de extracción dieron las siguientes conclusiones:

- A igualdad de tiempo y temperatura la cantidad de solvente tiene una gran influencia en la extracción hasta llegar a una relación - (peso-volumen) de semilla-solvente de 1:18 a partir de esta relación el rendimiento aumenta muy poco.
- Las semillas de fibra leñosa como las de uva y crudo de aceituna requieren una mayor cantidad de solvente para obtener los mismos - rendimientos de extracción.

En laboratorio la práctica más común, es la corriente o del mismo sentido por contacto simple en múltiples etapas, siendo el extractor soxhlet el ejemplo típico. Perry (30). El mismo autor sigue apotando:

(a). Extracción por contacto simple

Es el método de laboratorio más común, consiste en poner en contacto todas las cantidades de disolventes y material a tratar, una sóla vez y luego recuperar el producto y el disolvente sin hacer ninguna extracción posterior. Este método es el menos eficaz y rara vez es factible en escala industrial. Tal como se practica, suele llegarse bastante serva al equilibrio, por consiguiente la cantidad de sustancia disuelta extraída depende únicamente de las relaciones de equilibrio y de la cantidad de disolvente usado.

(b). Contacto simple en múltiples etapas

La cantidad total de disolvente utilizada se divide en varias porciones. La extracción consiste luego a tratar a la alimentación con cada una de estas porciones de disolvente nuevo en una serie de etapas o pasos sucesivos. Esto es, el refino de la primera etapa de la extracción se trata con disolvente nuevo en una se-

gunda etapa y así sucesivamente; a medi da que aumenta el número de etapas y la cantidad de disolvente aumenta el por-- centaje recuperado del componente extrai do.

Si se emplea un número suficiente de - etapas y la cantidad necesaria de sol-- vente puede despejarse al refinado del componente extraído hasta un alto grado, pero con una cantidad dada de disolven- te la eliminación del extracto tiende - hacia un límite finito cuando el número de etapas se aproxima al infinito.

Los resultados varían según las propor- ciones en que se divide el disolvente - total entre las diversas etapas. Así - se verifica la Ley de Distribución ideal.

Los mejores resultados se obtendrá en - cantidades iguales de disolución en ca- da etapa.

El método puede realizarse intermitente mente con un sólo mezclador o bien con- tinuamente con una serie de tales apara tos. Perry (30).

Castillo (9), al realizar estudios en extracción de aceite de semilla de tarhui encuentra los valores que se menciona en el Cuadro No. 10.

CUADRO No. 10: Rendimiento en la extracción de aceite de tarhui por contacto múltiple.

NUMERO DE CONTACTOS	EXTRACCION DE ACEITE	% DE ACEITE EN BASE SECA
1	9.19	9.34
2	11.21	11.47
3	9.17	9.37
4	8.88	9.09
5	6.43	6.58
6	4.26	4.35
7	2.13	2.18
TOTAL :	51.27	52.38

Cantidad de semilla : 600 grs.
Espesor de hojuela : 0.023 pulg.
Solvente (hexano) : 700 ml. por contacto.

Se puede observar en el cuadro anterior que la cantidad de aceite obtenido es progresivamente menor a partir del segundo contacto.

6.- Refinación del aceite

El aceite proveniente de la extracción ya sea - por prensa o solvente tiene impurezas solubles o insolubles. La refinación es la purifica-- ción de las grasas y se lleva a cabo con el pro pósito de eliminar los siguientes constituyen-- tes que están en los aceites crudos:

- Materias suspendidas y disueltas coloidalmen te.
- Acidos grasos libres.
- Color
- Olor
- Glicéridos saturados, comunmente conocidos - como estearinas.

En algunas industrias solo se utilizan uno o dos de estos procesos, en otros como por ejemplo en la producción de aceites para ensalada, pueden ser empleados todos los procesos que eliminan - los constituyentes ya mencionados. Kirschenbauer (19).

a. Eliminación de materia coloidal

En este proceso se incluye la eliminación de la harina, materias proteicas e hidratos de carbono, ciertos fosfátidos, mucílagos, gomas, resinas y agua. La grasa una vez extraída se coloca en tanques que tengan el fondo cónico, las impurezas por tener una mayor densidad se sedimentan.

b. Neutralización

Este proceso consiste en añadir al aceite caliente una cantidad calculada de solución de soda caústica para neutralizar los ácidos grasos y mezclar de manera que el jabón formado se sedimente sin arrastre apreciable de grasa.

La reacción química de la saponificación es :

$$R - COOH + NaOH = R - COONa + H_2O$$

Ac.graso libre	Soda caústica	Jabón sódico	Agua

Por muy cuidadosa que sea estas operaciones, se tiene una pérdida hasta de 2 % de aceite para el producto comestible. Webb (36).

c. Decoloración

La mayor parte de grasas y aceites neutros destinados a consumo humano son demasiado obscuros para la aceptación pública por lo tanto es una costumbre decolorarlos de alguna forma. En algunas operaciones comerciales se emplean agentes químicos decolorantes, no obstante es una costumbre mucho más corriente decolorarlos con carbonos activados o tierras decolorantes; estas poseen capacidad de absorver diversas sustancias colorantes y de aqui provienen su utilidad como agentes de blanqueo. Pastor (28).

Las materias colorante naturales son principalmente caroteno, xantofilas, clorofila y gosipol, habiéndose identificado algunos otros como la antocianina en los aceites rojo de algodón y muchos otros aún no identificados. Andersen (3).

El grado de blanqueo que han de ser sometidos los aceites depende del mercado que vayan a ser destinados. Las marcas de aceites de algodón para usos domésticos más populares presentan colores lovibond de 2.5 rojo y 20 amarillo. Bailey (5).

d. Desodorización

La desodorización es la eliminación de la materia odorífica del aceite por destilación en una corriente de vapor de agua al vacío y elevadas temperaturas. Thieme (34).

De los gases inertes, el vapor de agua es el más recomendable, debido a su bajo precio, su gran volúmen específico y la relativa facilidad con que puede condensarse y eliminarse del sistema.

Se ha observado que generalmente con la eliminación del sabor y olor aparece una disminución de contenido de ácidos grasos libres es por consiguiente probable que las presiones de vapor y los pesos moleculares de las sustancias odoríferas sean del mismo orden de magnitud de los ácidos grasos comunes de 12 a 18 átomos de carbono. Bailey (5).

e. Winterización

Se denomina winterización de los aceites al proceso de eliminación de los glicéridos de punto de fusión elevado, es decir es una separación de los ácidos grasos saturados e insaturados, esta separación se lleva a cabo primeramente -

dejando reposar y decantar el aceite, contenido en tanques a la intemperie durante la estación invernal. Artificialmente se logra esto por acción del frío y la filtración del líquido para separar las porciones sólidas. Bailey (5).

Mediante la winterización se logra separar el aceite de la estearina, glicéridos sólidos y ceras. Andersen (3).

7.- Propiedades de las grasas y aceites

a. Propiedades físicas

Las propiedades de las grasas y aceites están intimamente ligadas a las de sus ácidos grasos por ser los componentes principales de las grasas.

1. Punto de fusión

El punto d e fusión es la temperatura a la que la muestra partiendo del estado sólido llega a estar completamente claro y líquido. Quispe (32). Por la constitución heterogénea de los aceites y grasas; poseen un punto de fusión indefinido. Webb (36).

El punto de fusión de los ácidos grasos aumentan con la longitud de cadena y con la saturación al tener alto punto de fusión se --

eliminan en el proceso de winterización, para evitar la formación de cristales en épocas de baja temperatura. Kirschenbauer (19).

En el Cuadro No. 11, podemos ver que el cebo de buey; manteca de cacao y aceite de palma son los que presentan valores más altos de punto de fusión lo que es contrario al aceite de lupino.

CUADRO No. 11: Puntos de fusión de algunas grasas y aceites.

ACEITE O GRASA	PUNTO DE FUSION °C
Nuez de coco	23 - 26
Palma	27 - 43
Palmiste	24 - 26
Babassú	24 - 26
Manteca de cacao	28 - 36
Cebo (buey)	43 - 48
Lupino (&)	-2 - -4

FUENTE: Mahlenbacher 1970 (24)
(&) Quispe 1980 (32)

2. Indice de refracción

Es un dato de gran interés, por la estrecha

relación que tiene con el peso molecular medio y con el grado de insaturación de los aceites y grasas; también por la facilidad y rapidez que puede ser determinado.

El índice de refracción es una característica muy útil para clasificar rápidamente aceites de identidad desconocida. Además es importante porque se puede detectar mezclas en aceites naturales. Bailey (5).

En el Cuadro No. 12, se puede notar que el valor del índice de refracción del aceite de palma es el que presenta menor valor.

CUADRO No. 12 : Indice de refracción de algunas grasas y aceites.

GRASA O ACEITE	INDICE DE REFRACCION A 20 °C
Oliva	1.4690
Palma	1.453
Girasol	1.4736
Colza	1.470
Sesamo	1.4731
Maíz	1.4717

Fuente : Bailey 1961 (5).

3. Color

Para valorar el color que presenta un aceite existe una escala lovibond, arbitraria de intensidad de color y es usual expresar el color en unidades de rojo y amarillo. Los valores oscilan desde menos de la unidad para el aceite claro más fino, a muchos cientos - para el aceite de palma de baja calidad. -- Webb (36).

El tintómetro lovibond, consta de un estuche de bakelita que contiene una serie de bastidores del mismo material en lo que van colocados los vidrios coloreados. La muestra y - los vidrios se ven simultaneamente a través de un monocular y el porta objetos se manipula de forma que los vidrios den la misma tonalidad de la muestra. Mhlenbacher (24).

El color está dado por la presencia de pigmentos solubles en grasa tales como carotenoides, clorofila y en algunos casos, productos de la oxidación y polimerización de los ácidos grasos. Kirschenbauer (19).

El caracterizar el color de un aceite es necesario ya que es de particular importancia dado a que se encuentra intimamente vinculado con el comercio de aceites vegetales y -

animales. Thieme (34).

4. Olor y sabor

Esta característica generalmente se debe a la presencia de sustancias no grasas, como - por ejemplo productos de oxidación, que le - dan un olor y sabor desagradable. Cuando - los aceites van a utilizarse como alimentos, la aspiración es obtener un aceite completa- mente excento de una y otra característica. Bailey (5).

Existen en ciertos aceites sustancias que le dan olor y sabor agradable no siendo necesa- rio eliminarlas, más por el contrario conser varlos ya que le dan más valor al aceite. - Kirschenbauer (19).

5. Solubilidad

Las grasas no son solubles en agua y son muy solubles en compuestos orgánicos (éter etíli co, benceno, hexano, bisulfuro de carbono y solventes halogenados). De ahí la aplica -- ción de solubilidad en extracción por solven te de las grasas a nivel comercial. Kirschen bauer (19).

6. Densidad

O Peso específico a temperatura normalizada se calcula pesando determinado volumen en un

recipiente densimétrico, y permite valorar - la pureza de un aceite. Thieme (34).

Bailey (5), indica valores de 0.917 gr/ml. - para el aceite de algodón, y 0.913 gr/ml. para el aceite de olivo.

7. Materia insaponificable

Es la sustancia que se encuentra frecuente-- mente disuelta en grasa y aceites que no pueden saponificarse por alcalis caústico, pero que son solubles en disolventes de las gra-- sas. Se incluyen los más altos alcohóles alifáticos, esteroles, pigmentos e hidrocarbu-- ros. Mehlenbacher (24).

El mismo autor sigue acotando que el valor - de materia insaponificable del aceite de olivo es de 0.9 % y el de maní 0.5 %.

8. Punto de humo

Es la temperatura a que los productos de la descomposición del aceite se desprenden en - cantidades suficientes para hacerse visibles. El punto de humo de aceite como el de algo-- dón y cacahuete, varía desde 232 °C para un contenido de ácidos grasos libres de 0.01 %

aproximadamente, 93.3 °C para un contenido - de ácidos grasos libres del 100 %. Bailey(5).

Según estudios realizados por Castillo (9),- en aceite de Tarhui, indica que el punto de humo para este, es de 215 a 225 °C.

9. Punto turbio

Es la temperatura alcanzada cuando una muestra es enfriada, llegándose a formar una turbidez debido a la formación de cristales de grasa. Quispe (32). El mismo autor señala - el valor de -3.5 ° C, para el aceite de Tarhui.

b. Propiedades químicas

Los aceites y grasas presentan propiedades químicas mediante las cuales pueden caracterizar.

1. Indice de acidez

Este índice de acidez mide el grado de hidrólisi s de una grasa o aceite o también el - porcentaje de todos los ácidos grasos libres por 100 gramos d e aceite correspondiente - tal cuenta al número de miligramos de KOH o NAOH requeridos para neutralizar los ácidos grasos libres en un gramo de grasa. De Sorea (11).

Según las normas de ITINTEC, la acidez máxima permitida es de 0.35 % expresado en ácido oleíco en un aceite refinado.

2. Indice de iodo

El índice de iodo es la cantidad de este elemento, que puede fijar 100 gramos de aceite y está en razón directa a la cantidad de ácidos grasos no saturados. De todos los aceites, a excepción del de palma, es el de oliva el que fija menor dosis de iodo. De Sorea (11). Ver cuadro No. 13, para algunas grasas y aceites.

3. Indice de saponificación

El índice de saponificación es el número de miligramos de KOH o NaOH, que convierte en jabón un gramo de aceite. De Sorea (11).

La importancia de esta determinación reside en la relación existente entre el índice de saponificación y la longitud de cadena de los ácidos grasos del triglicérido, por lo tanto nos dará también una relación con punto de fusión. Bailey (5).

En el Cuadro No. 13, puede verse que el aceite de colza es el que utiliza menos miligra-

mos de NaOH, a diferencia del aceite de palma, que utiliza el mayor número de miligramos de NaOH, para convertir en jabón un gramo de aceite.

CUADRO No. 13 : Indice de iodo y de saponificación de algunas grasas y aceites.

GRASA O ACEITE	INDICE DE IODO	INDICE DE SAPONIFICACION
Algodón	110	190
Olivo	88	196
Palma	50	205
Girasol	136	194
Maní	100	195
Soya	130	192
Colza	90.9	182
Maíz	128	193
Pescado	190	190

Fuente : Bailey 1961 (5).

4. Indice de Peróxido

El indice de peróxido en un aceite o grasa - es una medida de su contenido de oxígeno activo, expresado en términos de miliequivalentes de oxígeno por kilogramo de muestra.

También se puede decir que es una medida de la rancidez oxidativa. El índice de peróxido de una grasa tiende a aumentar conforme se deteriora la grasa. Bailey (5), ver Cuadro No. 14, respecto al índice de peróxido en algunas grasas y aceites donde el algodón tiene mayor índice de peróxidos.

Según Gracian Tous (25), los aceites destinados a consumo en alimentación es de 1 - 20 meq. de oxígeno por kg. de aceite.

CUADRO No. 14: Indice de peróxidos de algunas grasas y aceites.

GRASA O ACEITE	INDICE DE PEROXIDO m.e.q.Oxígeno/kg.grasa
Mantequilla	7.3
Manteca de cerdo	5.7
Algodón	31.9

Fuente: Mehlenbacher 1970 (24).

8.- Características Físico-Químicas del aceite de Semilla de Té

El aceite de Té procedente de semilla de la variedad Thea sasanqua, tiene apariencia análoga a los demás aceites de semillas vegetales. Es notable --

por su composición virtualmente idéntica a la del aceite de olivo, sin embargo puede ser caracterizado en sus mezclas con el aceite de oliva o cualquier otro, aún en cantidades de 5 — 10% por medio del ensayo de Fitelson. Bailey (5).

Según los análisis realizados en el aceite de semilla de té han encontrado que presenta las siguientes características Físico-químicas. Como se muestra en el cuadro siguiente:

CUADRO No. 15 : Características Físico-químicas del Aceite de Semilla de Té.

I N D I C E S	A C E I T E S
Indice de acidez (% ácido oleíco) (&)	0.4 - 110
Indice de saponificación	188.0 - 196
Indice de refracción (&)	1.466 - 1.470
Indice de Iodo	80.0 - 90
Peso específico 25°/25°	0.909 - 0.920

Fuente : Amos 1968 (2); Williams 1966 (37) (&).

9.- Cromatografía de Gases

La cromatografía de gases constituye un medio de trabajo común en el laboratorio y es de interés debido a su notable eficacia en el aislamiento de

compuestos grasos que son difíciles o imposibles - de separar claramente por otros métodos.

Los ácidos grasos, los glicéridos y otros ésteres de ácidos grasos que pueden separar cromatográfica mente teniendo en cuenta su grado de insaturación como la longitud de cadena carbonada.

El método consiste en inyectar la muestra en una - columna que contiene sólido inerte y que sirva como soporte del líquido absorvente.

La muestra de aceite a la temperatura de la columna se volatiliza y se distribuye entre el gas de - arrastre y el absorvente denominado fase líquida estacionaria. Los componentes volatilizados de la muestra pasan a través de la columna a diferentes velocidades debido a fenómenos físico-químicos y - esta diferencia de velocidad de paso se conoce con el nombre de coeficiente de retención. Castillo(9).

El gas inerte transporta la sustancia volátil in-- yectada en la columna donde los componentes sufren una partición en el líquido de absorción y se separan.

Al pasar una fracción de este compuesto por el instrumento detector, este manda una señal al aparato

de registro, quien a su vez transforma esta señal en una gráfica en la que cada vértice obtenido representa un compuesto.

La molécula del lípido tiene un punto de ebullición alto, para poder disminuir este punto de ebullición se esterifica con alcohol para poder volatilizarlo posteriormente.

Al ingresar los ácidos grasos a la columna se distribuye de acuerdo a su polaridad (de acuerdo a la resina absorvente). Si la resina es polar saldrán primero los compuestos polares.

El reconocimiento de los ácidos grasos, de acuerdo al gráfico, se da por el tiempo de retención. De manera que se comparan los tiempos de retención de los estándares (tiempo que demoran en aparecer los picos).

Los tiempos de retención de homólogos caen siempre en una línea recta llamando homólogos a los ácidos grasos con similares características de insaturación. Castillo (9).

La composición de ácidos grasos del aceite de semilla de té (Thea sasanqua) se compara con los acei-

tes de oliva el mismo que se aprecia en el Cuadro No. 16.

CUADRO No. 16 : Acidos grasos del aceite de semilla de Té (Thea sasanqua), comparado con los aceites de olivo y maní.

ACEITE GRASO	(&) ACEITE DE TE (&)	ACEITE DE OLIVA (&)	ACEITE DE MANI (&)
Acido Palmítico	7.6	6.9	7.0
Acido Esteárico	0.8	2.3	2.8
Acido Oleíco	83.3	84.4	60.4
Acido Linoleíco	7.4	4.6	21.7
Acido Arequidónico	-	-	-
Acido Aráquico	0.6	0.1	-
Acido Behénico	-	-	2.5

Fuente : (&) Bailey 1961 (5); Castillo 1979 (9).

— o —

III. MATERIALES Y METODOS

A. Lugares y fecha de ejecución

Los experimentos realizados en el presente estudio se llevaron a cabo entre marzo a diciembre de 1,983.

1. La Universidad Nacional Agraria de la Selva Tingo María, se encuentra ubicada en latitud 09°09'; Longitud 76°01' y 664 msnm. utilizándose en esta las instalaciones siguientes:

   a. Laboratorio de Control de Calidad de Alimentos.
   b. Laboratorio de Nutrición
   c. Planta Piloto E-5 de Frutas y Hortalizas.

2. En Lima

   a. Laboratorio del Instituto Nacional de Desarrollo Agro-Industrial.

B. Materia Prima

1. Obtención de la Materia Prima

   La semilla de Té, se obtuvo de la CAP. Jardines de Té "El Porvenir" Ltda. No. 9 ubicada a 40 Km. Tingo María - Pucallpa.

2. Características Físicas

   a. Madurez

      Se consideran las semillas de Té maduras, cuando el fruto ha tomado un color verde amarillento, y se abre en valvas; generalmente cada fru-

to presenta tres semillas con diámetro que varían entre 1 a 1.8 cm. utilizándose como materia prima en el presente estudio.

C. Equipo y Materiales

1. Equipos

- Balanza Metripond, tipo M-Y204292, capacidad máxima 200 kgs. Hungría.
- Balanza analítica de precisión, tipo LB-105, capacidad 199.999 gr. Hungría.
- Ventilador Moraveco, modelo 011, tres velocidades. Perú.
- Molino manual de discos, Corona. Colombia.
- Procesadora de fideos, acero inoxidable. Atlas Marcato, modelo 150. Italia.
- Deshidratador de cabina, velocidad de aire 2.6 m/seg. Temperatura regulable, Trabajo de Tesis -- construcción de un deshidratador solar-eléctrico y obtención de harina de lucuma en Huánuco. Oliva G. 1982. U.N.A.S.
- Cocina eléctrica de 220 voltios. Hungría.
- Estufa THELCO, módulo 17, con rango de temperatura de 0°C a 200 °C. Hungría.
- Centrífuga tipo TF-415 (U7-702). Hungría.
- Mufla L-Min, tipo LR-201/A. Hungría.
- Refractómetro No. 0 - 22, tipo N740471. Rusia.
- Equipo Soxhlet. Hungría.

- Equipo Macro Kjeldahl, LABCONCO. USA.
- Equipo bidestilador.
- Tamices, VEB Metalliwebersi. Nustandt/ORLA. Pruf siebring A. TCL-7354. Calibrados en mm.
- Vibrador, tipo LE. 203, Hungría.
- Bomba de Vacío, tipo LV 202. Hungría
- Micrómetro, some INOX-EXTRA. Checueslovaquia.
- Cromatógrafo de gas Perkin ELMER, Modelo 900 Norwalk Connecticut U.S.A.
- Equipo extractor de aceite armado en el laboratorio de Control de Calidad de Alimentos de la U. N.A.S. (ver anexo 10).
- Estufa a vacío, tipo LP-402 - Rango T°0°C a 100°C, Rango vacio o a -1 kp/cm^2, 220 voltaje - Hungría.
- Termostato, tipo LP-201, Rango de T° - 20°C a - 100 °C, 220 de voltaje - Hungría.
- Refrigerador LEHEL, tipo L-150 K - 220 Voltaje - Hungría.
- Desodorizador, armado en el laboratorio de Control de Calidad de la UNAS - (ver anexo 11).
- Vacuometro, Ashcroft con rango de 0 a 30 pulg. - H8. USA.

2. Reactivos

- Hexano con punto de ebullición de 66.1 °C densidad 0.688 gr/ml.
- Acido fosfórico

- Hidroxido de sodio
- Tierra activada, marca TONSIL
- Carbón activado
- Acido cítrico
- Reactivo para los análisis químicos.

3. Equipos auxiliares
   - Balde plástico, capacidad 24 litros, Basa
   - Mecheros bunsen, balones, Kitasatos, tubos de prueba, vasos de precipitados, campana de desecación, embudos, entre otros.

D. Procedimientos

1. Análisis de la composición química proximal de la materia prima.

   a. Humedad

   Se determinó utilizando el método A.O.A.C.(1960) mediante el uso de estufa (ver anexo 2).

   b. Proteínas

   Se determinó siguiendo las recomendaciones del método Macro-Kjeldahl, usando como factor 6.25 (anexo 2).

   c. Grasas

   Se usó el método A.O.A.C. (1960), empleándose el equipo soxhlet y hexáno como solvente (anexo 2).

   d. Fibra

   Se utilizó el método descrito por Pearson (29)

eliminando los carbohidratos solubles por hidrólisis a compuestos más simples, mediante la acción de los ácidos y alcalis debiles en caliente (anexo 2).

e. Cenizas

Se determinó por calcinación utilizándose el método descrito por Pearson (29) (Anexo 2).

f. Determinación de carbohidratos totales

Se determinó por diferencia respecto a los otros componentes.

2. Determinación cualitativa de saponinas en la materia prima.

Se consiguió determinar disolviendo la muestra problema en agua, relación 1:2 (muestra:agua) luego se filtró con papel Whatman No. 4 tomándose de ésta 100 ml. para ser mezclados con 50 ml. de partes iguales de alcohol a 45% y ácido sulfúrico a 25%. Añadiéndose luego 5 gr. de cloruro de fierro. Si se forma un precipitado pardusco existe saponina en la muestra. Alvarez (1).

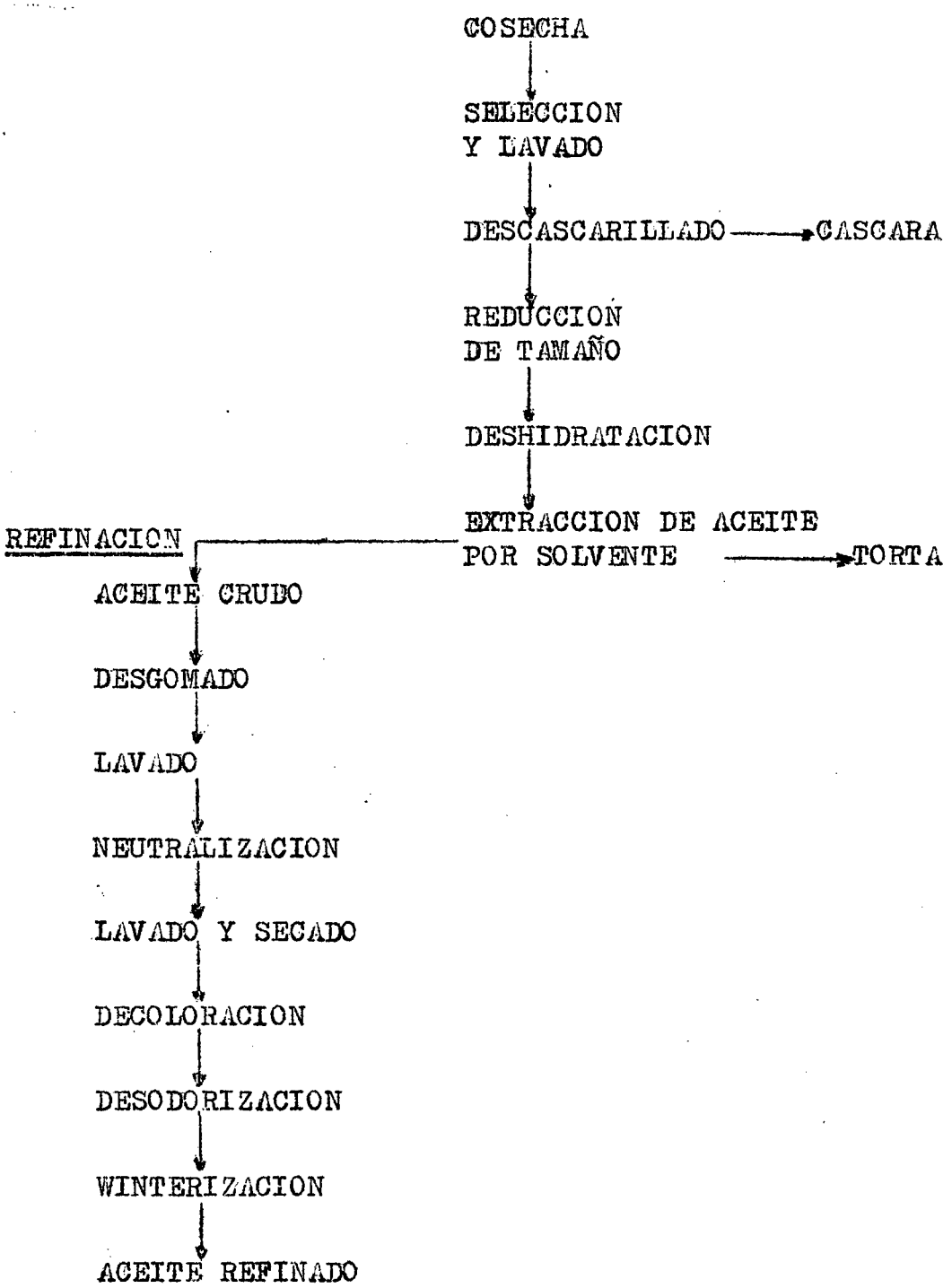
E. Procesamiento de la materia prima

Teniendo en cuenta los estudios preliminares para la extracción de aceite de semilla de té, que se indica en el anexo 3: Se plantea el diagrama de flujo para el presente estudio y su descripción respectiva.

1. Diagrama de Flujo

En el esquema No. 2 se plantean las operaciones óp

timas aplicadas para optener aceite de semilla de Té y su refinación.



ESQUEMA No. 2 : Flujograma para la extracción por solvente y refinación del aceite de semilla de Té.

2. Descripción de las operaciones del Flujograma

a. De la Extracción del Aceite

1) Cosecha

Se cosechó la semilla de té en forma manual teniendo en cuenta la madurez del fruto, tamaño, color y aspecto general.

2) Selección y lavado

La selección se realizó en base al diámetro, color, peso y aspecto general. Con mallas de 1 y 1.5 cm. de diámetro se uniformizó el tamaño de las semillas. Se descartó las que presentaban color diferente al marrón oscuro y las que tenías la cáscara rota.

Aprovechando la diferencia de peso entre las semillas deterioradas y las que se encontraban en buenas condiciones se colocaron en un recipiente con agua, separándose del proceso las que flotaban. Las semillas, que se depositaron al fondo del recipiente se sometieron al lavado con agitamiento manual .

Las gotitas de agua que se encontraban adheridas en la superficie de las semillas se eliminó por ventilación.

3) Descascarillado

El descascarillado se realizó en forma mecánica sin variar su humedad inicial utilizando un molino de discos con abertura de salida variable al que se reguló a 1 cm. tomándose como base el diámetro promedio de la semilla. El porcentaje de cáscara se obtuvo mediante pesadas con respecto al total de semilla.

4) Reducción de tamaño

Se realizó con la ayuda de un molino manual de discos uniformizando las partículas por medio de tamices calibrados.

De los estudios preliminares se tuvo en cuenta el tamaño de partícula de la semilla que dió mejor rendimiento en aceite, siendo esta de 0.65 mm.

5) Deshidratación

Se utilizó un deshidratador de cabina con una velocidad de aire de 2.6 m/seg. a una temperatura de 70 °C por 12.5 horas.

6) Extracción de aceite

Una vez establecido la forma, tamaño y humedad óptima del producto con las que se obtuvo mayor rendimiento en aceite, se procedió a la extracción. Utilizando el equipo soxhlet.

Este método se tuvo en cuenta para la extracción de aceite de semilla de té necesaria para la refinación y diversos análisis.

b. De la Refinación

1) Desgomado

Se realizó con ácido fosfórico a 50% de concentración en una proporción de 0.1% a 60 °C y con agitación por 15 minutos. Luego se centrifugó para eliminar las gomas. Quipe(32).

2) Lavado

Se utilizó 2% de agua y se agitó por 15 minutos a 60 °C se centrifugó para eliminar el agua con el resto de gomas.

3) Neutralización

De los estudios preliminares se tuvo en cuenta utilizar la temperatura a 60 °C con 7.8 pulg. Hg. de vacío, agitando el aceite durante 5 minutos, se agrega 4.13 % en volumen de hidróxido de sodio a 14 °Be (ver anexo 6) centrifugándose luego para separar los ácidos grasos libres neutralizados.

4) Lavado y secado

Se realizaron dos lavados con 10% de agua cada una, separándola luego por medio de centrifugación.

Despues de la separación se seco el aceite mediante la estufa de vacío a 70 °C y -0.5 Kp/cm^2 de vacío.

5) Decoloración

Para decolorar el aceite se utilizó el método de la A.O.C.S. (1962) que consiste en - agregar una mezcla de dos absorbentes en -- las siguientes proporciones:

- 2 % tierra activada (Tonsil)
- 0.5 % carbón activado.

Se toma la muestra de aceite en un kitasato añadiéndose luego la mezcla de absorbentes, realiza vacío (7.8 pulg Hg.) y se calienta a una temperatura de 90 °C por 15 minutos - permaneciendo en agitación constante, se desconecta el sistema de vacío y se filtra utilizando papel Whatman No. 4.

6) Desodorización

Para esta operación se confeccionó un desodorizador como se muestra en el anezo 11. - Las características que presenta este desodorizador es que su temperatura de trabajo es de 180 °C a un vacío de 2 pulg de Hg y - el flujo de vapor de agua no controlado por espacio de 8 horas, se agregó además 0.01 % de ácido cítrico como antioxidante.

7) Winterización

Para esta operación se siguió las recomendaciones de la Unilever Research. División - (1965). Se coloca el aceite en un Kitasato y se somete a enfriamiento a una temperatura comprendido entre + 5 °C y - 5 °C durante 12 horas. Se conecta a un sistema de vacío (7.8 pulg de Hg) y se filtra la muestra utilizando papel filtro Whatman No. 4.

3. Características del aceite

a. Características Físicas

1) Densidad

Se utilizó el método A.O.A.C. (1960). Conocido también como el método del picnómetro, por considerarse el más práctico y el de mayor uso con respecto a otros métodos.

2) Indice de refracción

Se utilizó el refractómetro.

Al equipo se calibró con respecto al indice de refracción del agua, teniéndose en cuenta la temperatura de 60 °C al momento de la lectura.

3) Punto de humo

Se realizó con muestras de 10 gr. en cápsula de porcelana sometiéndola a T° alta va--

riando estas en 5 °C de ascenso cada vez - que las muestras desprenden una tenue pero contínuo flujo de humo azulado, se anota la T° indicada por el termómetro la que nos dá el punto de humo del aceite. Quispe (32).

4) Prueba de resistencia al frío

Se llena un balón de 100 ml. con aceite insertándose un corcho sellándose con parafina, el balón se sumerge en un baño de agua y hielo, de tal modo que quede totalmente - cubierta. Al terminar 5 horas, se extrae - la botella del baño y se examina de cerca - para observar los cristales grasos o turbideces; el ensayo se considera satisfactorio cuando la muestra esté clara, limpia y brillante, el ensayo continúa para repetir el examen de la muestra por intervalos de una hora.

5) Determinación del color

El color que presenta el aceite se determinó utilizando el método de Lovibond, el mismo que fue realizado en el Instituto Nacional de Desarrollo Agro-Industrial.

b. Características Químicas

Para los análisis químicos del aceite refinado se siguieron las recomendaciones y métodos de la A.O.A.C. (1960).

1) Indice de Acidez

Este indice mide la cantidad de ácidos grasos libres que tienen un aceite. Los resultados se expresaron en porcentaje de ácido oleíco.

2) Indice de Iodo

Se utilizó el método Wij's que corresponde al número de iodo que reaccionan con 100grs. de lípidos.

3) Indice de Peróxidos

Este indice determina la medida del contenido de oxígeno activo presente en el aceite y se expresó en miliequivalente de oxígeno por 100 grs de muestra.

4) Indice de Saponificación

Representa el número de mililitros dehidróxido de potasio necesario para saponificar un gramo de la muestra. Este índice sirve también para determinar el peso molecular - medio de los aceites según la fórmula:

$$\text{Peso molecular medio} = \frac{3 \times 56 \times 1000}{\text{Indice de saponificac.}}$$

5) Determinación de material insaponificable

Se saponifica el aceite varias veces hasta eliminar totalmente el jabón formado median

te lavados de alcohol, el residuo se seca - en estufa hasta peso constante.

Los resultados se expresan mediante:

$$\text{Materia insaponificable} = \frac{\text{Peso residuo seco}}{\text{Peso de muestra}} \times 100$$

c. Acidos grasos en el aceite de Té

Para la determinación de los ácidos grasos presentes en el aceite de semilla de té refinado, se utilizó el método de cromatografía de gases el mismo que fuera realizado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agro-Industriales.

d. Determinación cualitativa de saponina en aceite y torta.

Para la determinación de saponina se utilizó - el método seguido como para la almendra y cáscara.

F. Control estadístico de diferencia organoléptica del producto

Se realizó mediante el método de Scoring, este da puntajes o notas a cada una de las características organolépticas.

Se evaluó las características organolépticas mediante un panel compuesto por 10 personas (semi-entrenado) , en base a la comparación con productos conocidos en -

el mercado, como son el aceite vegetal Primor de industria nacional y el aceite de oliva, marca Pllagniol importado de Francia.

Se realizaron las evaluaciones de acuerdo al olor, color y sabor que presentan; la calificación se realizó de acuerdo a la siguiente escala:

5	Excelente
4	Muy bueno
3	Bueno
2	Regular
1	Malo

La misma que se llevó a cabo con la ayuda del formato que se encuentra en el Anexo 7.

El análisis estadístico, se realizó mediante el análisis de variancia y la prueba de significación de Dunkan.

--- o ---

IV. RESULTADOS

A. Materia prima

1.- Evaluación de las características físicas

En el Cuadro No. 17, se presentan las características físicas de la semilla de té, al estado fresco.

CUADRO No. 17: Características físicas de la semilla de té cosechada.

Aspectos de la Semilla	Características
Color de la cáscara	marrón oscuro
Diámetro promedio	1.25 cm.
Peso promedio	2.75 gr.

Se evaluaron las características en 50 semillas - tomadas al azar, consideradas aptas para el procesamiento.

2.- Composición química proximal de la almendra y cascara.

El Cuadro No. 18, indica los resultados de la composición química proximal de la materia prima luego de su cosecha; los resultados de los análisis se obtuvieron por triplicado.

CUADRO No. 18 : Composición químico-proximal de la materia prima.

Componentes	Contenido de 100 gr. de muestra			
	Almendra		Cáscara	
	% BH	% BS	% BH	% BS
Humedad	20.64	-	7.30	-
Grasa	19.35	24.38	0.90	0.97
Proteinas (N x 6.25)	9.80	12.35	2.80	3.02
Fibra	5.40	6.80	81.20	87.59
Ceniza	3.36	4.23	4.49	4.84
Carbohidratos (por diferencia)	41.45	52.23	3.31	3.57

Nótese en el Cuadro que el porcentaje de grasa en la almendra es muy superior al de la cáscara.

3.- Determinación cualitativa de saponina en la semilla de té

En el Cuadro No. 19, se muestra el resultado del reconocimiento de la saponina, en almendra y cáscara. El análisis se realizó por triplicado.

CUADRO No. 19: Determinación cualitativa de saponina en la semilla de té.

Componentes	Resultados
Almendra	Positivo
Cáscara	Negativo

En el cuadro anterior se observa que la almendra de la semilla de té presenta saponina en su composición.

B. Estudios preliminares (Anexo 3)

1.- Estudio del descascarillado

a. Del acondicionamiento para el descascarillado

Los resultados obtenidos de esta prueba, se encuentran en el Cuadro No. 20.

CUADRO No. 20: Acondicionamiento y descascarillado de la semilla del té

Tiempo de deshidratación (horas)	Desprendimiento de la cáscara	Estado de la Almendra
0	Moderadamente fácil	Normal
1	Moderadamente fácil	Normal
2	Moderadamente fácil	Normal
3	Con facilidad	Normal
4	Con facilidad	Normal
5	Con facilidad	Normal
8	Con mayor facilidad	Ligera contracción
10	Con mayor facilidad	Contracción notoria.

Se nota en el cuadro que el desprendimiento de la cáscara se realiza en mayor facilidad a partir de las 8 horas de deshidratación.

b. Del descascarillado directo

En el Cuadro No. 21, se presenta el resultado - de la separación de cáscara de manera directa.

CUADRO No. 21: Promedio de los porcentajes de cáscara y almendras de semilla de té a procesar.

Descascarillado	Porcentaje	Observaciones
Manual :		
- Cáscara	26	Buen descascarillado
- Almendra	74	
Mecánica :		
- Cáscara	21.3	
- Almendra	69	Descascarillado
- Cáscara con partículas de almendra	7.4	Bastante satisfactorio.
- No descascaradas	2.3	

Nótese que la almendra representa mayor porcentaje que la cáscara.

2.- Estudio de la reducción de tamaño

a. Molienda

En el Cuadro No. 22, se presentan los resultados de la molienda realizados en base a su humedad inicial promedio de 20.64 %.

CUADRO No. 22: Tamaño de partículas de la semilla de té, obtenida de la molienda.

Diámetro de malla Fracción (+) (mm)	Diámetro de malla Fracción (-) (mm)	Diámetro promedio (mm)	Peso Retenido (gr.)	%
6.300	5.000	5.630	6	3.0
5.000	4.000	4.500	11	5.5
4.000	3.150	3.575	15	7.5
3.150	2.000	2.575	19	9.5
2.000	1.000	1.500	26	13.0
1.000	0.800	0.900	38	19.0
0.800	0.500	0.650	31	15.5
0.500	0.400	0.450	23	11.5
0.400	0.250	0.325	18	9.0
0.250	Plato	---	13	6.5

En el cuadro anterior, la mayor cantidad de partículas son las que se presentan con diámetro promedio de 0.9 mm.

Con respecto al tamaño de partícula, para llegar a obtener un buen rendimiento en aceite, se realizaron pruebas de extracción con partículas que tenían diversos tamaños como se puede observar en el Cuadra No. 23.

Para las determinaciones del aceite, se empleó el método de soxhlet.

CUADRO No. 23 : Rendimiento de aceite en función al tamaño de partícula (5 gr. de muestra).

Diámetro promedio de partículas(mm)	Aceite extraído (gr.)	% Ac. extraído base seca
5.65	0.2932	7.39
4.50	0.4008	10.10
3.575	0.5403	13.61
2.575	0.6118	15.42
1.50	0.8400	21.17
0.9	0.9270	23.36
0.65	0.9640	24.29
0.45	0.9510	23.96
0.325	0.9385	23.65

Se nota que el mayor porcentaje de aceite se obtiene de la partícula que presenta un diámetro promedio de 0.65 mm., el mismo que se puede visualizar en la figura No. 2.

b. Laminado

En el Cuadro No. 24, se muestran los diferentes espesores de laminado con una humedad inicial de la muestra de 20.64 %, los mismos que han sido tomados de las partículas superiores a 1.5 mm. del ensayo presentado en el Cuadro No. 22.

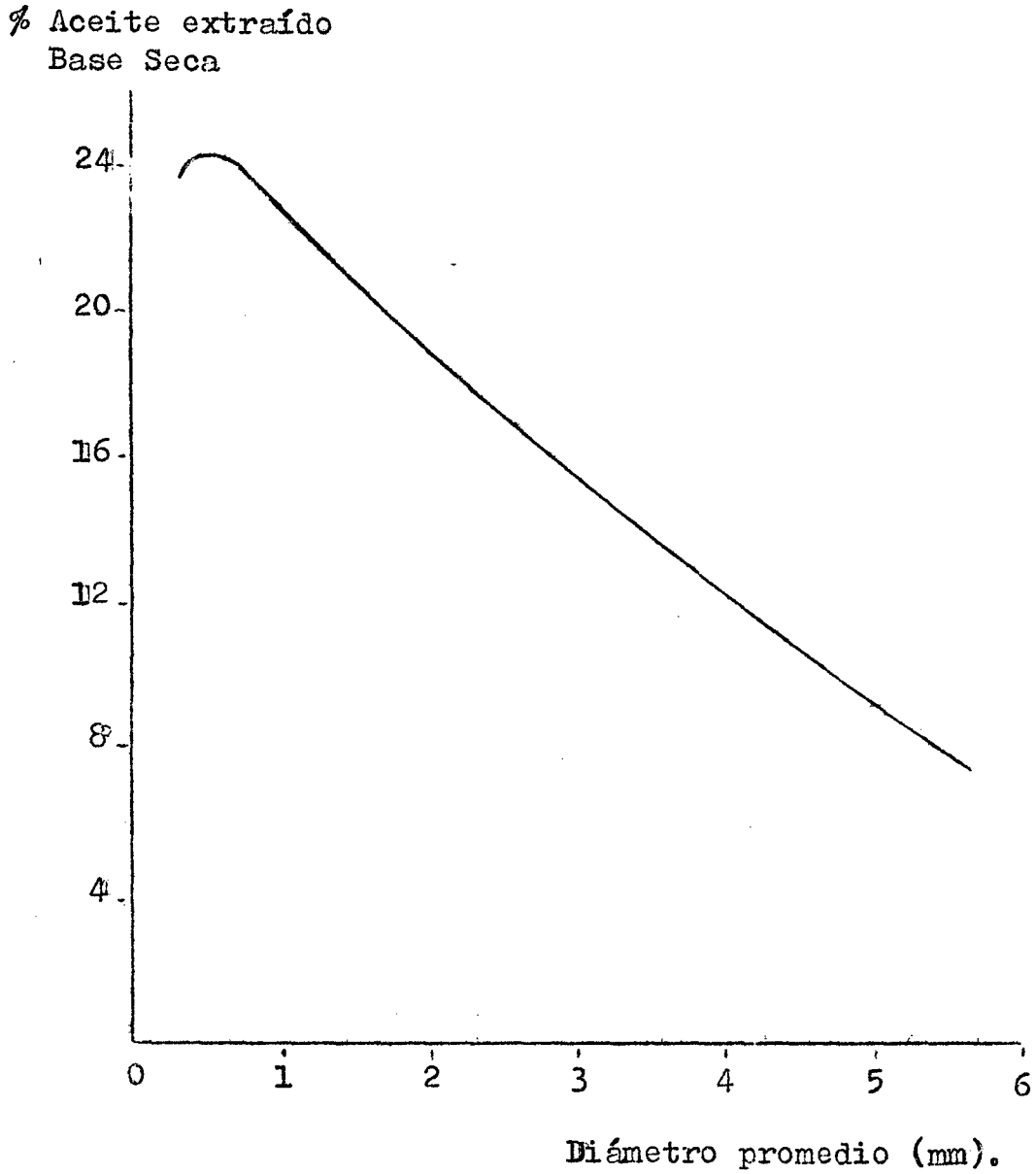


Figura No. 2 : Rendimiento de aceite en función al tamaño de partícula.

CUADRO No. 24 : Laminado de la almendra de la semilla de té

Tamaño	Espesor promedio(mm)
Grueso	1.5
Mediano	1.0
Fino	0.5

Se ha observado que las partículas laminadas a espesores por debajo de 0.5 mm. tienden a desintegrarse. En el Cuadro No. 25, se notan los diferentes rendimientos obtenidos en base a espesores de laminado.

CUADRO No. 25 : Espesor de laminado en función al rendimiento de aceite.

Espesor promedio (mm)	Aceite extraído (gr)	% Ac. extraído base seca
1.5	0.8215	20.70
1.0	0.9075	22.87
0.5	0.9665	24.35

Nótese en el Cuadro anterior y la Figura No. 3, la variación que presenta el rendimiento del aceite, estas varían con el espesor de la lámina, siendo el de mayor rendimiento la lámina de 0.5 mm.

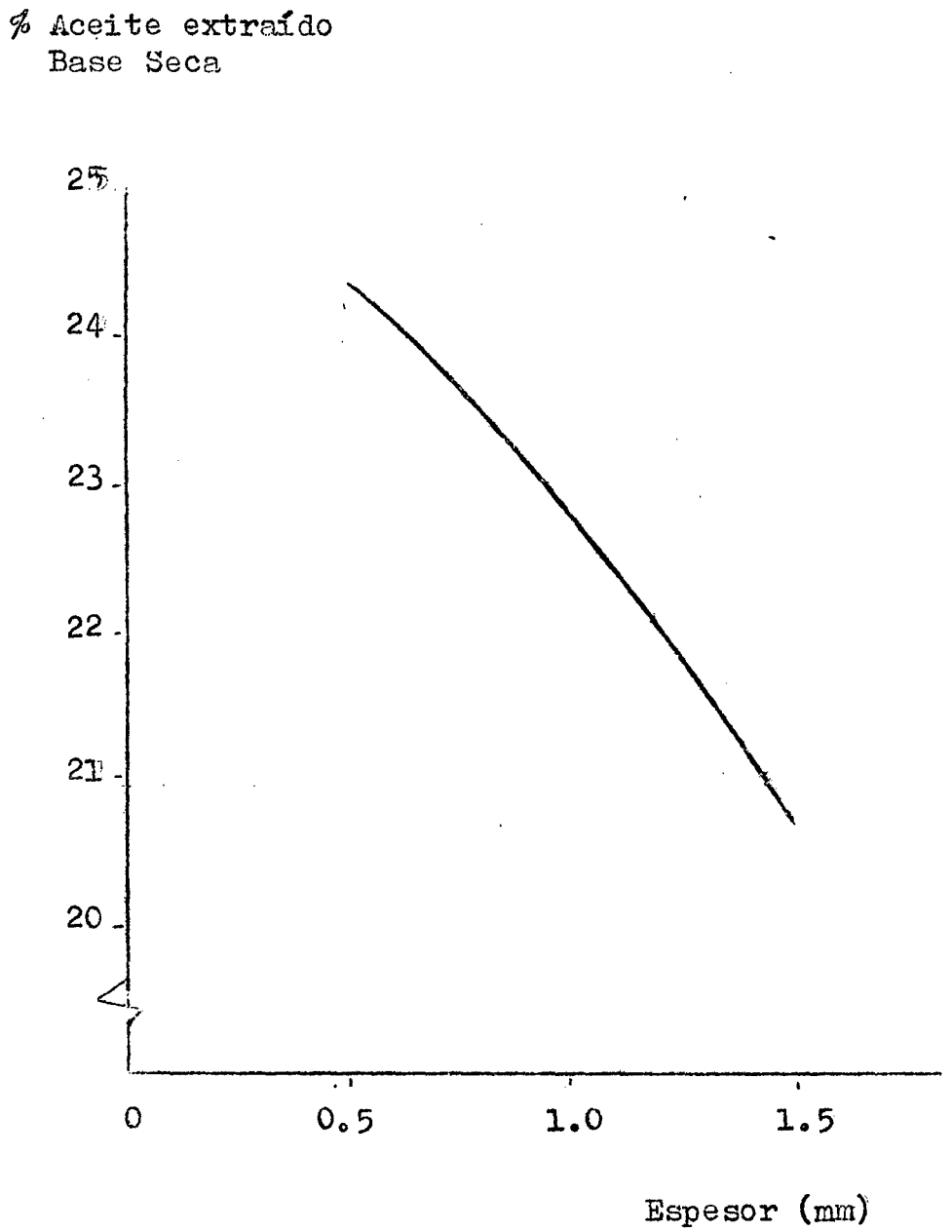


Figura No. 3 : Espesor de lámina de semilla de té en función al rendimiento de aceite.

3.- Del estudio de la deshidratación

a. Deshidratación de las partículas

Para la ejecución del Cuadro No. 26, se tuvo en cuenta los diferentes ensayos con partículas - que se indican en el Cuadro No. 23, de lo cual se observó que las partículas con diámetro promedio de 0.65 mm. tuvo mejor rendimiento, razón por la cual se deshidrató desde su humedad inicial hasta 4.910 %, tomados en base al Anexo 4.

CUADRO No. 26 : Rendimiento de aceite en función a la humedad de la partícula de la almendra.

Humedad (%)	Aceite extraído (gr.)	% Ac. extraído base seca
20.640	0.8065	20.32
17.443	0.8640	20.93
12.408	0.9075	20.72
9.772	0.9655	21.40
5.927	0.9554	20.31
4.910	0.9480	19.94

El rendimiento de aceite indicado en el cuadro anterior, corresponde a la humedad de 9.772 %, el mismo que se puede notar en la Figura No. 4.

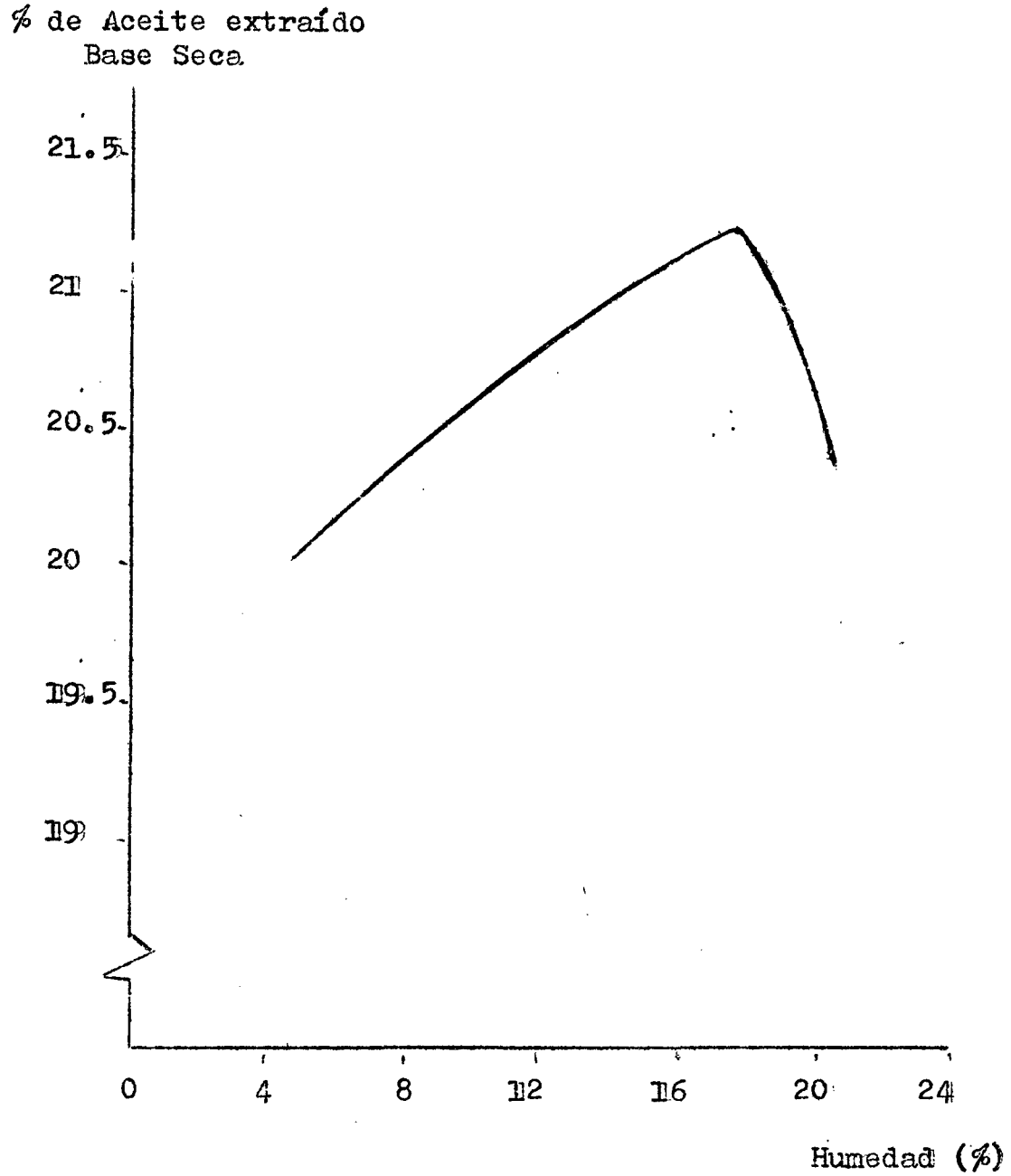


Figura No. 4 : Rendimiento del aceite de la semilla de té en función a la humedad de la partícula.

b. Deshidratación de las láminas

Para esta operación se tuvo en cuenta los ensayos presentados en el Cuadro No. 25, donde se puede notar que las láminas de 0.5 mm. de espesor son las que presentan mayor rendimiento de aceite. Por lo que se hizo variar la humedad desde su fase inicial de 20.64 % hasta 4.340 %, tomados en base al Anexo No. 5.

CUADRO No. 27 : Rendimiento del aceite en función a la humedad de la lámina.

Humedad (%)	Aceite extraído (gr.)	% Ac. extraído base seca
20.64	0.8271	20.84
18.86	0.8710	21.46
14.49	0.9031	21.12
9.13	0.9650	21.24
5.76	0.9386	19.92
4.34	0.9219	19.27

El mayor rendimiento que se tiene en el Cuadro anterior, corresponde a la humedad de 9.13 %, el mismo que se puede apreciar en la Figura No. 5.

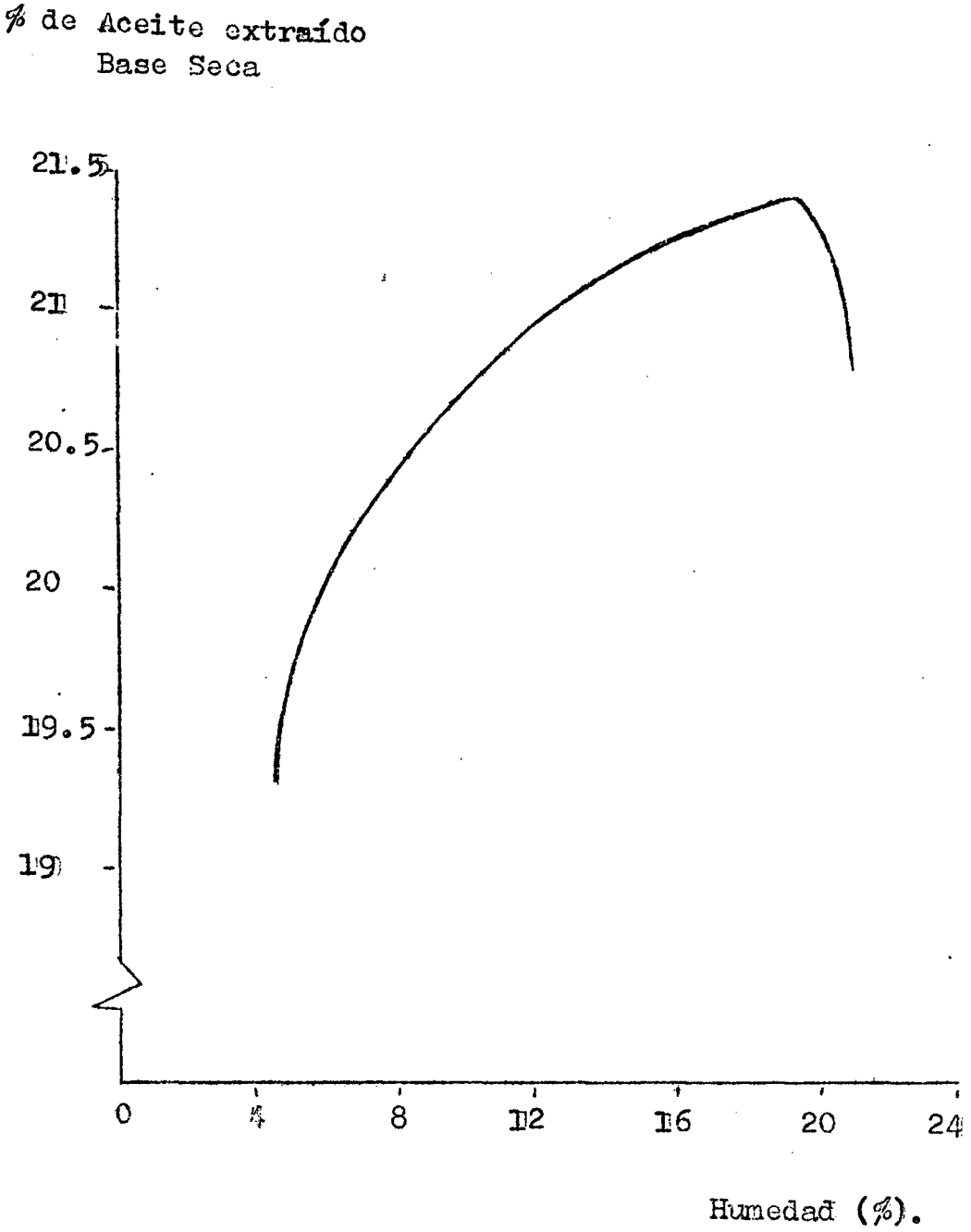


Figura No. : Rendimiento del aceite de la semilla de té en función a la humedad de la [illegible]

4.- De la extracción de aceite de la semilla de té, por contacto simple en múltiples etapas.

Para la ejecución del Cuadro No. 28, se tuvo en - cuenta los resultados óptimos de las operaciones - previas a ésta.

Para la extracción del aceite se utilizará la relación semilla solvente que recomienda Bernardini(6).

a. Extracción del aceite de semilla de té por contacto simple en múltiples etapas, usando el equipo del Anexo 10.

Para esta prueba se utilizó 100 grs. de láminas con 0.5 mm. de espesor y acondicionada a 9.132 % de humedad, la extracción se realizó por contacto simple en últiples etapas.

CUADRO No. 28: Rendimiento de la extracción de aceite de las láminas de semilla de té.

Número de contactos	Aceite extraído %	% Aceite extraído B.S.	Eficiencia por etapas
1	2.44	2.69	14.75
2	3.18	3.45	19.22
3	2.46	2.70	14.87
4	2.17	2.39	13.12
5	1.98	2.18	11.97
6	1.57	1.72	9.49
7	1.26	1.38	7.62
8	0.92	1.01	5.56
9	0.56	0.62	3.38

El total de aceite extraido fue de 18.14 % B.S.

b. Extracción del aceite de las láminas usando el equipo soxhlet.

En este ensayo se utilizó 50 gr. de láminas de semilla de té con 0.5 mm. de espesor y acondi-- cionada a 9.132 % de humedad.

CUADRO No. 29: Rendimiento de la extracción de aceite de láminas de semilla de té, usando el equipo soxhlet.

Número de contactos	Aceite extraído %.	% Aceite extraído B.S.	Eficiencia por etapa
1	4.62	5.08	24.65
2	3.62	3.98	19.31
3	3.50	3.84	18.67
4	2.78	3.06	14.83
5	2.46	2.70	13.12
6	1.58	1.74	8.43

El total de aceite extraído fue de 20.40 % B.S.

c. Refinación del aceite

1. Del desgomado

Al tratar el aceite crudo con el método recomendado por Quispe (32), para el desgomado, el aceite presenta un valor de 0.95 %, el cual le corresponde a las gomas.

2. De la Neutralización

En el Cuadro No. 30, se presenta el valor del índice de acidez del aceite crudo como los valores del aceite neutralizado, tratado a diferentes temperaturas.

CUADRO No. 30: Neutralización del aceite crudo de semilla de té con 1.6 % de índice de acidez a diferentes temperaturas.

Temperatura °C	Ac.Neutralizado Indice de acidez (Ac. oleico)	Estado de la borra.
50	0.070 %	esponjosa
60	0.032 %	compacta
70	0.030 %	compacta

Nótese en el Cuadro anterior que el índice de acidez a disminuido hasta 0.030 % a 70°C.

3. De la decoloración

En el Cuadro No. 31, se presentan los resultados de la decoloración del aceite de la semilla de té, esta prueba se evaluó mediante el método Lovibond.

CUADRO No. 31: Decoloración del aceite de semilla de té.

Aceite	Sistema Lovibond	
	Rojo	Amarillo
Crudo	1.9	25
Decolorado	1.5	20

En el Cuadro anterior, puede observarse que los valores presentados por el aceite decolorado son menores que los del aceite crudo.

4. De la Winterización

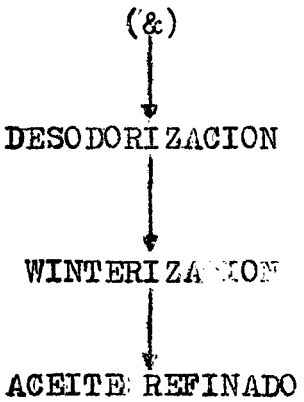
Al winterizar el aceite presentó un valor de 4.82 % el cual corresponde a los glicéridos con alto punto de fusión.

D. Diagrama de flujo del procesamiento final

1.- Evaluación de las operaciones del flujo

En el esquema No. 3, se representa el flujo óptimo para la extracción del aceite de té por solvente.

COSECHA	Uniformidad de caracteres físicos.
↓	
SELECCION Y LAVADO	Semilla marrón oscuro con 1.25 cm. de diámetro y con peso de 2.75 gr.
↓	
DESCASCARILLADO	Directo, utilizando molino de discos con abertura de 1 cm.
↓	
REDUCCION DE TAMAÑO	Laminado a 0.5 mm. de espesor.
↓	
DESHIDRATACION	Hasta humedad promedio de 9.5 %
↓	
EXTRACCION DE ACEITE POR SOLVENTE	Usando el equipo Soxhlet.
↓	
ACEITE CRUDO	
↓	
DESGOMADO	Ac. fosfórico a 50 % = 0.1 % a 60 °C por 15 minutos.
↓	
LAVADO	2 % agua a 60 °C
↓	
NEUTRALIZACION	4.13 % de NaOH a 14 °Be.
↓	
LAVADO Y SECADO	20 % agua; 70 °C, con o.5 Kp/cm2 de vacío.
↓	
DECOLORACION	0.5 % de carbón activado; 2% de tierra activada (torsil).
↓	
(&)	



0.01 % de ácido cítrico, vapor de agua a 180 °C con vacío de 2 pul. Hg. x 8 hr.
5 °C y - 5 °C x 12 horas.

ESQUEMA No. 3: Diagrama de flujo final para la extracción de aceite de semilla de té.

2.- Del balance de materia.

Para la extracción de aceite de semilla de té por solvente se utilizó 5 Kg. de semillas cosechadas; la materia acondicionada para la extracción fue - de 3.20 Kg., como se presenta en el Cuadro No. 32.

CUADRO No. 32 : Balance de materia en la extracción y refinación del aceite de semilla de té

	Kg. de materia que entra	Kg. de materia que sale	Kg. de materia en proceso	Rendimiento %
Materia acondicionada	3.2000	----	3.2000	100.00
Extracción de aceite, semilla: solvente 1:5 (3.2 : 16)	19.2000	18.6000	0.6000	3.12
Desgomado (Ac. fosfórico 0.1 % 0.0006 Kg)	0.6006	0.0057	0.5948	99.03
Neutralización (NaOH 4.13 % 0.0245 Kg.)	0.6194	0.06008	0.5593	90.29
Lavado y secado (20 % de agua, 0.1118 Kg.)	0.6712	0.1185	0.5526	82.33
Decoloración (tierra infusoria 2 %, carbón activado 0.5 %, 0.0110 y 0.0027, resp.)	0.5664	0.0515	0.5149	90.90
Desodorización, (Ac. cítrico 0.1% = 0.00051 Kg.)	0.5154	0.0195	0.4958	96.197
Winterización	0.4958	0.0233	0.4725	95.30
Aceite refinado	0.4725	----	----	14.76

E. De la caracterización del aceite

1.- Características físico-químicas del aceite refinado

En el Cuadro No. 33, se muestran los análisis físico químicos realizados al aceite después de la refinación.

CUADRO No. 33 : Características físico-químicas del aceite de semilla de té, refinado.

Determinación	Valores
Indice de Iodo	87.02
Indice de peróxido (meq/Kg)	0.80
Indice de saponificación	189
Materia insaponificable (%)	0.62
Densidad a 60 °C (gr/ml)	0.888
Indice de refracción a 60 °C	1.4550
Tiempo de resistencia al frío a C°C	3.5 hs.
Punto de humo °C	220 - 230
Humedad	0.0754
Peso molecular medio	888.888

2.- Acidos grasos en el aceite de semilla de té

En el Cuadro No. 34, se muestran los ácidos que componen el aceite de semilla de té.

CUADRO No. 34 : Acidos grasos en el aceite de semilla de té.

Nombre	Cantidad (%)
Oleíco	55.93
Linoleíco	20.05
Linolénico	1.76
Palmítico	18.44
Esteárico	3.82

Nótese en el cuadro anterior, que el ácido graso oleíco se encuentra en mayor proporción que los otros.

3.- Determinación cualitativa de saponinas en aceite y torta de semilla de té.

En el Cuadro No. 35, se muestra el reconocimiento químico de saponinas en aceite y torta, el análisis se realizó por triplicado.

CUADRO No. 35 : Determinación cualitativa de saponinas en aceite y torta de semilla de té.

Componentes	Resultados
Aceite	Negativo
Torta	Positivo

En el Cuadro anterior se observa que el aceite no contiene saponina.

F. Del control estadístico de diferencia organoléptica del producto.

De la evaluación organoléptica comparativa entre aceites (ver Anexo 8), se obtuvo los valores estadísticos referidos al olor, sabor, y color, los que se aprecian en los Cuadros del No. 36 al 40.

CUADRO No. 36 : Análisis de varianza de acuerdo al olor.

F. V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.
Entre tratm.	2	2.467	1.2335	0.9654
Error	27	34.50	1.2777	
Total	29	36.967		

Fc = 0.9654

Ft = 3.35

Ft = (2,27) GL

$$Fc < Ft$$

$$0.9654 < 3.35$$

Estos resultados indican que no hay diferencia estadísticamente significativa.

CUADRO No. 37 : Prueba de Dunkan referente al olor.

No. de Orden	Tratamiento	Promedio	Dunkan (5%)
1	(Ac. Oliva) A	3.3	a
2	(Ac. Té) B	3.0	a b
3	(Ac. Primor) C	2.6	a b b c

De acuerdo a lo mostrado, se confirma que no existe significación para ninguna variable.

CUADRO No. 38 : Análisis de Variancia de acuerdo al sabor.

F. V.	G. L.	S. C.	C. M.	Fc.
Entre tratam.	2	2.4	1.2	0.7643
Error	27	42.4	1,57	
Total	29	44.8		

Fc. = 0.7647

Ft. = 3.35

Ft. = (2,27) G.L.

$$Fc < Ft$$

$$0.7647 < 3.35$$

No existe diferencia estadisticamente significativa.

CUADRO No. 39 : Prueba de Dunkan referente al sabor.

No. de Orden	Tratamiento	Promedio	Dunkan(5%)
1	C	3.2	a
2	A	2.6	a b
3	B	2.6	a b c

No existe significación para variable alguna.

CUADRO No. 40 : Análisis de Varianeia de acuerdo al color.

F. V.	G. L.	S.C.	C.M.	Fc.
Entre Tratam.	2	0.8667	0.4333	0.4775
Error	27	24.5003	0.9074	
Total	29	25.367		

Fc = 0.4775
Ft = 3.35
Ft = (2,27) F.L.

Fc < Ft
0.4775 < 3.35

No hay diferencia estadísticamente significativa.

CUADRO No. 41 : Prueba de Dunkan referente al color.

No. de Orden	Tratamiento	Promedio	Dunkan(5%)
1	A	3.4	a
2	B	3.3	a b
3	C	3.0	a b c

No existe significación para variable alguna.

--- o ---

V. DISCUCIONES

A. Materia Prima

1.- Características físicas de la semilla de té

De acuerdo al Cuadro No. 17, se separan las semillas cuya coloración es diferente al marrón oscuro, debido a que no se encontraban completamente maduras.

En el caso del diámetro y peso, se rechazaron las que presentaban condiciones mayores o menores a lo establecido con la finalidad de uniformizar la materia prima y facilitar las operaciones durante el proceso.

2.- Composición químico proximal de la almendra y cáscara.

Podemos ver en el Cuadro No. 18, que la almendra de la semilla de té presenta 19.35 % de aceite, si comparamos con la almendra de soya (Cuadro No. 7), cuyo contenido es de 18.5 % veremos que la de té supera ligeramente al de soya.

La cáscara presenta bajo contenido de aceite 0.9% en comparación al de maní con 0.7 %, conforme se muestra en el Cuadro No. 6, por lo que se deduce que es necesario el descascarillado para el proceso de extracción de aceite.

3.- Determinación cualitativa de saponina en la semilla de té.

Si observamos el Cuadro No. 19, vemos que en la almendra la presencia de saponina es positiva con

firmándose lo mencionado por Amos (2).

B. Estudios Preliminares

1.- Del descascarillado

En el Cuadro No. 20, puede notarse que el desprendimiento de cáscara es moderadamente fácil hasta las dos horas de deshidratación. A partir de la octava hora, el descascarillado se realiza con mayor facilidad notándose una ligera contracción en la almendra.

En el Cuadro No. 21, el descascarillado directo en forma manual se obtiene un 74 % de almendra que significa un mejor rendimiento en comparación al descascarillado mecánico que representa el 69%. Siendo el descascarillado manual bastante tedioso con pérdida de tiempo.

2.- De la reducción de tamaño

a. De la molienda

En el Cuadro No. 22, puede verse que conforme disminuye el diámetro del tamiz se obtiene mayor cantidad del producto llegándose a un límite cuyo diámetro de partícula es de 0.9 mm. a partir del cual empieza a disminuir la cantidad, caso semejante obtiene Castillo (9), para el tarhui presentado en el Cuadro No. 8.

En la figura No. 2, que corresponde a los valores del Cuadro No. 23, se nota que el rendimien

to aumenta hasta un valor máximo de 24.29 % B. S. el que se relaciona a la partícula de 0.65 mm. después del cual desciende el rendimiento. Lo que se debe a la formación de una masa compacta que disminuye la superficie de contacto , debido a que el tamaño de partícula es muy pequeña. Bailey (5).

b. Del laminado

Con los valores del Cuadro No. 25, referido al espesor de lámina en función al rendimiento - del aceite se obtuvo la figura No. 3, observándose que la lámina con espesor de 0.5 mm. es - la que da mejor rendimiento en aceite 24.35% - B.S., debido a la mayor cantidad de células - oleaginosas rotas por la presión ejercida durante el laminado en comparación con las de 1.5 y 1 mm. de espesor, confirmándose lo mencionado por Bernardini (6). Que a menor presión de laminado hay mayor cantidad de células oleaginosas que no se rompen, de ahí la dificultad - de poder extraer la totalidad de aceite presente en la almendra.

3.- De la deshidratación

El contenido de agua en la almendra es un factor importante durante el proceso de extracción del aceite; la regulación y el control de humedad es fundamental. En el caso de la semilla de té que contiene 20.64 % de humedad se hace indispensable acondicionarla a humedad óptima.

a. En las partículas

Se deshidrataron las partículas hasta la humedad de 4.91 %, en 12.5 horas encontrándose un mayor rendimiento en aceite a una humedad de - 9.772 % como se puede apreciar en el cuadro No. 26 y la figura No. 4.

b. En las láminas

En el cuadro No. 27, se observa que la humedad óptima de las láminas corresponde a 9.13 %, donde la extracción de aceite es mayor, comprobándose este fenómeno mencionado por Mehelembacher (24) quien manifiesta ser necesario eliminar - la humedad excesiva si se emplea solvente como agente extractor. Bernardini (6), hace notar,- si de una semilla se elimina completamente el agua se verifica un fenómeno de impermeabilización de la película que retiene el aceite haciendo muy difícil la extracción.

4.- De la extracción de aceite de la semilla de té - por contacto simple en múltiples etapas

En los Cuadros No. 28 y 29, se observa que el primer contacto la cantidad de aceite obtenida es menor en comparación al segundo, debido a que las - láminas absorben parte del solvente, el restante sale junto con el aceite formando la micela, luego alcanza el equilibrio al finalizar el primer - contacto; a partir del segundo, la cantidad de aceite obtenido es progresivamente menor.

Se aprecia que el comportamiento durante esta operación es parecida a lo realizado por Castillo(9) durante la extracción de aceite de tarhui presentado en el Cuadro No. 10.

El porcentaje de aceite extraido es de 18.14 % B. S. a partir de 100 gr. de semilla acondicionada, empleando el equipo del Anexo 10; y 20.40 % B.S. empleando el método soxhlet, comparándolos con el valor presentado por Godin (14), es de 25% para la almendra de la semilla de té; se nota una diferencia significativa la cual consideramos se debe a las diferentes condiciones edafoclimatológicas en que se desarrollan las plantas.

C. Refinación del aceite

1.- Del desgomado

El aceite crudo presentó 0.95% de gomas las que se pueden comparar con el 0.9% del aceite de maní y 0.8 % del aceite de linaza que presenta Bernardini (6).

2.- De la neutralización

El aceite crudo presentó un índice de acidez de 1.6 % (ácido oleíco), el que disminuye con la neutralización; puede verse en cuadro No. 30 que el índice de acidez es menor a los 70 °C (0.030); cuyo valor se encuentra dentro de lo establecido por las normas del ITINTEC, para aceites vegetales comestibles, las que indican que no debe con-

tener más del 0.35 % de ácidos grasos libres expresados en ácido oleíco.

3.- De la decoloración.

Los resultados de esta prueba, se encuentran en el Cuadro No. 31, en este se observa que después de la decoloración se encontraron los valores de 1.5 rojo y 20 amarillo, semejándose a los colores del aceite de algodón para cocina, con valores de 2.5 rojo y 20 amarillo, presentados por Bailey(5).

4.- Del winterizado

El resultado de esta prueba fue de 4,82 %, este porcentaje de glicéridos eliminados corresponde a los ácidos grasos saturados de más alto punto de fusión.

Realizar esta operación a nivel de laboratorio es bastante complejo, es decir cuando se procede al enfriamiento para que cristalicen los ácidos grasos de alto punto de fusión, el resto del aceite se torma muy viscoso, dificultando la filtración haciéndose necesario diluir un poco el aceite pudiendo existir pérdida en esta parte del proceso.

D. Del rendimiento

De acuerdo al Cuadro No. 32, se puede observar un rendimiento de 14.76 % B.S. a partir de láminas de semilla de té excentas de cáscaras y acondicionadas a 9.5 % de humedad considerándose un rendimiento bastante aceptable con respecto a la de otros aceites refinados.

E. De la caracterización

De las características físico-químicas que presenta el aceite de semilla de té refinado, se observa en el Cuadro No. 33, que el valor del índice de iodo 87.02% permite colocarlo dentro del grupo de los aceites con propiedades no secantes junto con el aceite de oliva y algodón con índices de iodo de 88 y 110 % respectivamente como se muestra en el Cuadro No. 13.

El índice de peróxidos presenta un valor de 0.80 meq/kg. encontrándose dentro del rango establecido para un aceite comestible que es de 1 a 20 meq/kg. según Gracian (15).

El valor del índice de saponificación del aceite de té 189 comparable con los aceites de oliva con 196, soya 192, colza 182, indicado en el Cuadro No. 13, podemos apreciar que el valor encontrado es muy cercano a los índices de saponificación de los aceites referidos. Mediante este índice se logró determinar el peso molecular medio del aceite 888.88.

El valor de la materia insaponificable 0.62 %, indica que presenta pocas sustancias no deseables. Se puede comparar con los valores indicados por Mehelenbacher (24) para el aceite de oliva 0.9 % y 0.5 % para la materia insaponificable del aceite de maní.

La densidad que presenta el aceite de té 0.888 gr/ml. se asemeja a las que presenta Bailey (5), para los aceites de algodón 0.917 y oliva 0.913 gr/ml.

El valor encontrado para el índice de refracción 1.4550 presenta un valor cercano al aceite de oliva 1.466, a - las mismas condiciones de temperatura. Bailey (5).

El tiempo de resistencia al frío del aceite de semilla de té es de 3.5 horas, la cual no satisface las normas del ITINTEC, la que indica como mínimo 5 horas a 0 °C; y se debe a la licuación que se le hizo al aceite para facilitar la filtración en el proceso de winterizado.

El punto de humo presenta un valor de 220 a 230 °C, cuyos valores se encuentran muy cercanos al aceite de - tarhui 215 a 225 °C encontrado por Castillo (9).

En cuanto a la humedad, el aceite presentan un valor - de 0.0754 % el que se encuentra dentro de lo establecido por las normas del ITINTEC, las que indican que los aceites comestibles deben tener un valor máximo de 1%.

De los ácidos grasos presentes en el aceite de semillas de té (ver cuadro No. 34), se nota que el ácido oleíco y linoleíco, presentan los valores más altos 55.93 y - 20.05 % respectivamente, cuyos ácidos grasos son esenciales en la dieta humana.

De la determinación cualitativa de saponina se observa en el Cuadro No. 35, que el aceite no presenta esta - sustancia, confirmándose lo mencionado por Alvares (1), el que dice que las saponinas no son solubles en sol-- ventes orgánicos.

F. Del control estadístico de diferencia organoléptica del producto.

Según los resultados obtenidos en los Cuadros A, B y C del Anexo 8, la evaluación del aceite presenta valores de 3.0 para el olor; 2.6 para el sabor y 3.3 - para el color, si los valores se comparan con la escala general (Anexo 7) responde el calificativo de - bueno para el olor y color, siendo regular para el - sabor.

De los valores del análisis estadístico presentado - en los cuadros No. 37, 39 y 41, se nota que no existe diferencia significativa respecto al olor, sabor y color, al compararse con los aceites vegetales, conocidos como "Primor" y el aceite importado Plagniol (oliva); lo que indica un buén producto obtenido comparativamente.

--- o ---

VI. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones obtenidas en el presente trabajo son:

I.- Del proceso

Las semillas de té, deben ser descascarilladas mecánicamente en forma directa usándose únicamente la almendra para la extracción de aceite.

La almendra debe ser laminada a 0.5 mm. de espesor y acondicionada a 9.132 % de humedad, con lo que se obtiene mayor rendimiento (20.40 % B.S), en la extracción de aceite por solvente, utilizando el equipo soxhlet, que tiene como principio el método de contacto simple en últiples etapas.

Se eliminó 0.95 % de gomas presentes en el aceite usando ácido fosfórico.

Con la neutralización se logró disminuir los ácidos grasos libres de 1.60 a 0.03 % expresado en ácido oleíco a una temperatura de 70 °C.

Con el método empleado para la decoloración se obtuvo 1.5 rojo y 20 amarillo para el color del aceite de semilla de té, en la escala Lovibond.

En el proceso de desodorización se logró eliminar las sustancias de olor y sabor desagradables con vapor de agua sobresaturada (180 °C), con vacío de 2 pulg. Hg. por espacio de 8 horas.

Con la Winterización se eliminó 4.82 % de ácidos grasos saturados con lo que se obtuvo un aceite re

sistente a bajas temperaturas.

El rendimiento de aceite refinado es de 14.76 % en - base a la materia prima descascarillada y acondicionada.

2.- De las características físico-químicas

Las características físico-químicas del aceite refinado son:

Acidez (0.03 % como ac. oleíco), índice de iodo - - (87.02), Indice de peróxido (0.80 meq/kg), Indice de saponificación (189), Materia insaponificable (0.62%) Densidad (0.888 gr/ml. a 60 °C), Tiempo de resistencia al frío (3.5 Horas), Punto de humo (220 - 230°C), Humedad (0.0754 %), Peso molecular medio 888.888 y - 1.4550 de Indice de refracción a 60 °C.

El aceite de semilla de té presenta en el análisis - cromatográfico los siguientes ácidos grasos:

Oleíco	55.93 %	Linoleíco	20.05 %
Palmítico	18.44 %	Linolénico	1.76 %
Esteárico	3.82 %		

La evaluación organoléptica demostró que el aceite - de semilla de té, alcanzó un calificativo de bueno - para el olor y color y regular para el sabor.

--- o ---

VII. RECOMENDACIONES

1.- Realizar estudios en la extracción de aceites a partir de la semilla de té, a nivel de plantas.

2.- Realizar prueba de bioterio en aceite y torta, e investigar la composición de esta última.

3.- Para efectuar trabajos similares se recomienda mejorar el equipo de extracción del anexo No. 10.

4.- Efectuar estudios técnicos-económicos a fin de promover su posterior industrialización.

--- o ---

VIII. RESUMEN

El estudio sobre la "EXTRACCION POR SOLVENTE Y CARACTERIZACION DEL ACEITE DE SEMILLA DE TE (Camelia sinensis)" , a nivel de laboratorio se realizó utilizando el siguiente flujo:

Selección.- La semilla debe presentar una coloración marrón oscura cuyo diámetro promedio debe ser de 1.25 cm. y un peso promedio por semilla de 2.75 gr. a fin de encontrar un buen rendimiento.

Lavado.- Debe realizarse con agua por inmersión y agitamiento, separando del proceso las semillas que flotan.

Descascarillado.- De acuerdo a los ensayos realizados el mejor descascarillado se consiguió sometiendo las semillas a un molino manual de discos con una abertura de - 1 cm. con lo que se logra obtener el 69 % de almendra.

Reducción de tamaño.- De los trabajos preliminares, el - laminado dio mayor rendimiento de aceite a un espesor de 0.5 mm. con una humedad de 9.132 %.

Extracción del aceite.- De acuerdo al método del contacto simple en múltiples etapas usando el equipo soxhlet y - usando hexano como solvente se obtiene un rendimiento de 20.40 % B.S.

La saponina presente en la almendra es insoluble en el solvente utilizado para la extracción.

El aceite crudo se le sometió a las siguientes operaciones de refinación: Desgomado, neutralización, decoloración, desodorización y winterización dando un rendimiento final de 14.76 % B.S. El aceite refinado presenta las características que se mencionan a continuación:

Valores de 1.5 rojo y 20 amarillo, en la escala Lovibond para el color; 0.030 % de acidez, 87.02 % de índice de iodo, 0.80 meq/Kg de índice de peróxidos, 189 de índice de saponificación, 0.62 % para la materia insaponificable, 0.888 gr/ml. de densidad a 60 °C, 1.4550 de índice de refracción a 60 °C, de 220 a 230 °C para el punto de humo, 0.0754 % de humedad, peso molecular medio 888.88 y tiempo de resistencia al frío a 0 °C de 3.5 horas.

En el análisis cromatográfico para ácidos grasos del mismo aceite se muestra la siguiente composición:

Oleíco	55.93 %	Linoleíco	20.05 %
Palmítico	18.44 %	Linolénico	1.76 %
Esteárico	3.82 %		

El aceite refinado recibió el calificativo de bueno tanto para el olor y color, siendo regular para el sabor al ser sometido a evaluación organoléptica estadísticamente.

--- o ---

IX. B I B L I O G R A F I A

1. ALVAREZ, C. "Estudio y obtención de Saponina de la Bursera Craveoleus. Tesis, UNT", Trujillo, 1966.

2. AMOS, A. "Manual de Industria de los Alimentos". Edit. Acribia, España 1968.

3. ANDERSEN, A. "Refinación de Aceites y Grasas Comestibles. Edit. Continental S. A. México 1975.

4. ASSOCIACION OF "Official Agricultural Chenuets. Oficial Methods of Analysis. Edit. Board. USA. 9° Edic. 1960.

5. BAILEY, A. "Aceites y Grasas Industriales". Edit. Reverté S.A. Barcelona. España. 1961.

6. BERNARDINI. "Tecnología de Aceites y Grasas". Edit. Alhambra, España. 1981.

7. BRAVERMAN, J. "Introducción a la Bioquímica de los Alimentos". Edit. Omega S.A. Barcelona, España. 1967.

8. BRENNAN BUTTERS "Las Operaciones de la Ingeniería Química. Edit. Acribia, España. 1970.

9. CASTILLO, M. "Extracción y Caracterización del Aceite de Semilla de Tarhui". Tesis UNA. 1979.

10. COLOM, V. "Aceites y Grasas, su extracción Industrial por Disolventes. Edit. Tip. Cat. Casals. Barcelona. España. 1955.

11. DE SOREA. "Hayotecnia". Editorial Dossat. S.A. 6ta. Edic. Madrid. España. 1967.

12. EDEN, T. "Tea 2da. Edición. London Longmans 1958.

13. CAROGLIO, C. "Tecnología de Aceites vegetales. Universidad Cuyo. Argentina. 1971.

14. GODIN, V. "Oils and Oilseeds, Tropical Products, Instituto London. 1971.

15. GRACIAN TOUS. "La Calidad de la Industria de las Materias Grasas Comestibles. Seminario ITINTEC. Lima - Perú. 1977.

16. HARLER, C. "Tea Manufacture. Oxford University Press - London 1963.

17. HERNANDEZ, T. "Te Requerimientos Edafoclimatológicos, Tingo María. Perú. 1979.

18. ITINTEC. "Normas Técnicas de Grasas y Aceites Comestibles. Lima. Perú. 1970.

19. KIRCHEBAUER "Grasa, Aceite, Química Tecnología, Edit. Continental. México. 1964.

20. LAJO, M. "Alternativa Agraria y Alimentaria. Diagnóstico y Propuesta para el Perú. Ed. CIPCA. Piura. Perú. 1983.

21. LINDER, E. "Toxicología de los Alimentos. Edit. Acribia 1978. Zaragoza. España.

22. LIYANAGE, M. "El té, su cultivo y beneficio. Imprenta Americana Huánuco. Perú. 1942.

23. MARTINENCHI. "Química y Tecnología de los Aceites, Grasas y Derivados. Edit. Científico Médica. Barcelona. España. 1950.

24. MEHLENBACHER — "Análisis de Grasas y Aceites. Enciclopedia Química Industrial. Tomo o Edit. Urmo, España. 1970.

25. NOSTI, N. — "Café, Cacao, Té. Edit. SALVAT. Barcelona. España. 1963.

26. NUÑEZ, S. — "Estudio de la Extracción y Refinación del Aceite de la Semilla - de Girasol. Tesis UNA, Lima. 1978.

27. PALMA, M. — "Efecto de Substancias Enraizadoras sobre estacas de Té, Tesis UNAS. Tingo María. 1975.

28. PASTOR, V. — "Aprovechamiento Industrial de la Tara". Tesis UNAS. 1974.

29. PEARSON, D. — "Técnicas de Laboratorio para Análisis de Alimentos". Edit. Acribia. Zaragoza. España. 1976.

30. PERRY. — Manual del Ing. Químico. Edit. UTHEA. Tomo I. México. 1974.

31. POGGY, E. — "Estudio Integra de la Extracción de Aceite de Semilla de Uva. Tesis. UNA. 1976.

32. QUISPE, T. — "Desamargado en el Proceso Tecnológico de Extracción de Aceite de Lupino". Tesis UNAS, T. María. 1980.

33. SANTILLAN, P. — "Estudio de Sustancias Enraizantes en tipos de estacas de Té(Camelia sinensis)para propagación vegetat. en Valle de la Convención, Cuzco. Tingo María. UNAS. 1974.

34. THIEME — "La Industria del [illegible]ite de coco. Fac. Roma. 1978.

35. WEBB. — "Ingeniería Bioquímica". Edit. Acribia. Zaragoza. España. 1966.

36. WILLIAMS. — "Oils FATS and Fatty Food. Edit. Churchill. Inglaterra. 1966.

- o -

A N E X O No. 1

NORMAS TECNICAS DE ACEITES VEGETALES COMESTIBLES.

1.- Definiciones Generales

a) Aceite Vegetal Comestible

Son los glicéridos de los ácidos grasos obtenidos por presión mecánica (frío o caliente), o por extracción con solventes de las materias primas que las contengan, que sean líquidos a la temperatura de 20 °C de olor y sabor agradable o neutro y que cumplan con los requisitos mencionados en el punto 2.

b) Aceite refinado y deodorizado: (Tipo verano)

Es el tratado por medios físicos y químicos, para eliminar los ácidos grasos libres, las sustancias mucilaginosas, resinas, albúmina, gomas, etc. Así como olor y sabor desagradable.

2.- Requisitos Generales para considerar un Aceite Vegetal Comestible.

- No producir efectos tóxicos o dañinos al organismo.
- No llevar partículas extrañas en suspensión.
- No contener más de 0.1 % de agua.
- No contener trazas de solvente usado en la extracción.
- No contener ácidos libres en más de 0.35% expresado en ácido oleíco.

- No presentar un índice de peróxidos mayor de 5 meq. de Oxígeno/kg. de muestra.
- No acusar precencia de aceite mineral
- Siendo winterizado, tenga una resistencia al frío, mínima de 5 horas a 0 °C.
- Los aromas, colorantes, antioxidantes, retardadores de rancidez y otros aditivos que contengan deben ser aptos para el consumo humano.
- No contener aceites polimerizados.

Fuente : "Aceites Vegetales Comestibles" - Instituto de Investigación Tecnológico y Normas - Técnicas (1971).

ANEXO No. 2

METODOS PARA LA DETERMINACION FISICO-QUIMICO PROXIMAL.

1.- DETERMINACION DE HUMEDAD

Método A.O.A.C. (1960)

Se pesa un vaso, se agrega 5 gr. de muestra (P_1) se coloca en una estufa a 110 °C hasta alcanzar peso constante (P_2). Mediante la siguiente relación se obtiene el porcentaje de humedad.

$$\text{HUMEDAD} = \frac{P_1 - P_2}{\text{gr. de muestra}} \times 100$$

2.- DETERMINACION DE PROTEINAS

Método Macro-Kjeldahl

Se deshidrata la muestra, luego se pesa de 4 a 5 gr. en un papel filtro, sobre la muestra ponemos 8 grs. de la mezcla catalítica, se envuelve y se introduce en el frasco de digestión, además 50 ml. de ácido sulfúrico concentrado, se mezcla y se pone a la cocinilla; se hierve hasta que la muestra sea cristalina, y se enfría. Se procede a la destilación, se pasa la muestra obtenida al balón de destilación y se procede a la dilución con 200 ml. más, además agregamos 150 ml. de hidróxido de sodio al 50% (se coloca perlas de vidrio) y se pone en la cocina; el balón va conectado a un matraz que contiene 50 ml. de ácido bórico al 2% y unas 4 - 6 gotas de rojo de metilo enmascarado, se destila hasta obtener 300 ml. de destilado y se procede a la titulación con ácido sulfúrico 0.1 N.

$$\% \text{ Nitrógeno} : \frac{\text{Gasto titulación x } 0.0014 \text{ x } 100}{\text{gr. de muestra tomada.}}$$

% Proteina : % nitrógeno x 6.25

3.- DETERMINACION DE GRASA

Método A.O.A.C. (1960)

Se pesan 5 gr. de muestra deshidratada empaquetándola en un papel filtro watman No. 3, se coloca en el cuerpo del aparato soxhlet, se le agrega hexano el que al ser calentado realiza un circuito arrastrando la grasa de la muestra; finalmente debe evaporarse el hexano para obtener la grasa. El porcentaje de grasa se calcula mediante la siguiente relación:

$$\text{Grasa} : \frac{\text{Peso de matraz con grasa} - \text{Peso de matraz vacío}}{\text{gr. de muestra}} \text{ x } 100$$

4.- DETERMINACION DE FIBRA

Método descrito por Pearson (29).

Se pesan con aproximación de mg. alrededor de 2.7 - 3.0 gr. de muestra y se pasan a un aparato de extracción donde se extrae con eter de petróleo por agitación, sedimentación y decantación por tres veces. La muestra extraida se seca al aire y se pasa a un matraz erlenmeyer de 1000 ml. seco. Se añade 200 ml. de ácido sulfúrico 0.225 N medios a temperatura ambiente y calentados hasta ebullición; los 30-40 ml. primeros sirven para dispersar la muestra, la mezcla se calienta a ebullición en un minuto.

Si fuera necesario se puede añadir una cantidad apropiada de agente antiespumante, se hierve la mezcla suavemente - durante 30 minutos exactos, manteniendo un volumen cons-- tante y agitando el matraz para mezclar el contenido y a- trastrar las partículas de las paredes. Mientras tanto - se prepara un embudo provisto de placa perforada y se le ajusta una tela de algodón o un papel filtro. Se vierte agua hirviendo sobre el embudo, se deja estar hasta que - el embudo se caliente y después se succiona el agua. Al final del período de ebullición de 30 minutos, se deja - en reposo la mazcla ácida durante un minuto y se vierte inmediatamente sobre una capa delgada agua caliente pues ta en el embudo, se ejerce una suave succión ajustada de tal forma que la filtración de la mayor parte de los 200 ml. se realice en 10 minutos, se lava la materia insolu-- ble con agua hirviendo hasta eliminación de acides, des-- pués se vuelve a lavar el matraz original por medio de un matraz lavador que contiene 200 ml. de solución 0.313 N - de NaOH, este volumen se mide a temperatura ordinaria y - se calienta hasta ebullición. La mezcla se hierve durante 30 minutos, se deja reposar la mezcla durante un minuto e inmediatamente se filtra a travez de un filtro adecuado. Se transfiere la totalidad de la materia insoluble al papel filtro por medio de agua hirviendo y se lava primero con esta misma agua, después con ácido clorhídrico al 1 % y finalmente con agua hirviendo hasta eliminación de la - acidez. Después se lava dos veces con alcohol. Se pasa - la materia insoluble a un papel filtro sin ceniza, secado y pesado y se seca a 100 °C hasta pesada constante. Se -

Se queman el papel y el contenido hasta cenizas calentando al rojo incipiente. Se resta el peso delas cenizas del aumento en peso del papel debido a la materia insoluble y se expresa la diferencia como fibra.

5.- DETERMINACION DE CENIZAS

Método descrito por Pearson (29).

Se calienta una cápsula limpia de cuarzo de fondo plano, en la llama de un mechero durante un minuto, pasa a un desecador se enfría y se pesa.

En la cápsula se pesa la cantidad de 5 gr. y se calienta suavemente con mechero bajo una vitrina hasta que la masa carbonizada esté en condiciones de pasarlo a una mufla, generalmente la temperatura adecuada es de 500 °C se continúa calentando hasta quemar todo el carbono, se pasa la cápsula con las cenizas a un desecador, se enfrían y se pesan.

Se calculan las cenizas totales en porcentaje de la muestra original.

ANEXO No. 3.

ESTUDIOS PRELIMINARES

Con la finalidad de encontrar una metodología adecuada - para la extracción del aceite de semilla de té se tuvo en cuenta los estudios preliminares siguientes:

1. Estudio del descascarillado

   a. Acondicionamiento para el descascarillado

   Se realizó con la finalidad de encontrar la humedad de semilla adecuada donde nos permita un fácil descascarillado para lo cual se utilizó el deshidratador de cabina con flujo de aire caliente a 70 °C, se evaluó el comportamiento de la semilla al - momento del descascarillado realizándose las evaluaciones periódicamente, conforme se indica en el Cuadro No. 20.

   b. Descascarillado directo

   Se realizó en forma manual, con la ayuda de un mazo rompiéndose la cáscara de la semilla. También se realizó mecánicamente con ayuda de un molino manual de discos con una abertura de salida de 1 cm. Tomado en base al diámetro promedio de las semillas cuya humedad inicial no se hizo variar, para lo - cual se tuvo en cuenta tres repeticiones.

2. Estudio de la reducción de tamaño

a. Molienda

Para esta operación se utilizó un molino con abertura de 5.5 mm. entre discos, uniformizando las partículas por medio de tamices calibrados con diámetros de abertura de 6.3, 5, 4, 3.15, 2, 1. 0.8, 0.5, 0.4 y 0.25 mm. con ayuda de un vibrador, con la finalidad de determinar el tamaño de partículas que proporcione mayor rendimiento de aceite.

b. Laminado

Para esta operación se utilizó un procesador de fideos adaptándolo para el laminado de las partículas groseras provenientes de la molienda, por el contenido de agua que presentan, permitieron una laminación directa. La abertura sobre los rodillos fue de 1.5, 1.0 y 0.5 mm., con el objeto de determinar el espesor de lámina que proporciona mayor rendimiento de aceite.

3. Estudio de deshidratación

Esta operación consistió en eliminar agua de la almendra molida y también laminada mediante un deshidratador de cabina con flujo de aire contínuo de 2.6 m/seg. a una temperatura de 70 °C por 12.5 horas; durante el proceso se fué extrayendo muestras con la finalidad de obtener la humedad que permita un mejor rendimiento de aceite para lo cual se utilizó el equipo Soxhlet.

4. Extracción del aceite

Una vez establecida la forma y tamaño y humedad óptima del producto con la que se obtuvo mayor rendimiento de aceite, se procedió a la extracción por el método de contacto simple en últiples etapas.

a. Se utilizó 100 gr. de muestra y el equipo armado para tal fin, (ver Anexo 10).

Siguiendo las recomendaciones de Bernardini (6), se utilizó 1,800 ml. de solvente (hexano), dividido en 200 ml. por etapa.

Se evaluó el aceite extraído de cada etapa, separando por destilación el solvente que se encontraba junto con el aceite.

b. Utilizando el equipo soxhlet

El producto obtenido de la deshidratación se enfrió en una campana que contenía sílicagel como material deshidratante, con la finalidad de evitar la rehidratación de la muestra. Del producto se pesaron 50 gr. empaquetándose con papel de filtro — Whatman No. 4, colocándose luego en el cuerpo del soxhlet. Al balón previamente pesado se añadió 250 ml. de hexano como solvente procediéndose luego a la extracción. Se evaluó el aceite extraido de cada etapa por destilación, de manera semejante al método anterior.

Se determinó la eficiencia por etapa de la siguiente manera:

Eficiencia por etapa

Aceite total - aceite residual = Aceite extractado

Aceite extractado ..... 100 % eficiencia

Aceite extraído por etapa X

X = % de eficiencia

5. Estudio del neutralizado

Para realizar esta prueba se determinó previamente la cantidad de ácidos grasos libres presentes en el aceite se agrega luego la cantidad calculada de hidróxido de sodio, (ver anexo 6).

Se evaluó el comportamiento de la neutralización a tres temperaturas diferentes, 50 °C, 60 °C y 70 °C, usándose vacío de 7.8 pulg. Hg. en cada caso.

ANEXO No. 4

VALORES DE LA DESHIDRATACION DE LA ALMENDRA DE SEMILLA DE TE CON 0.65 mm. DE DIAMETRO PROMEDIO.

- Temperatura B. S. = 70.4
- Temperatura B. H. = 48
- Velocidad de aire 2.6 m/seg.
- HR = 13%
- Altura de lecho = 25 mm.

TIEMPO (Min)	PESO (gr)	HUMEDAD %	M = Gr. Agua / Gr. Mat. Seca
0	100	20.640	0.2600
5	98.912	20.415	0.2565
10	97.558	20.135	0.2521
20	95.042	19.615	0.2440
30	92.165	18.021	0.2348
50	87.854	18.131	0.2214
70	84.524	17.443	0.2112
100	76.935	15.876	0.1887
150	68.882	14.242	0.1656
200	60.130	12.408	0.1416
250	55.289	11.409	0.1287
300	47.358	9.772	0.1082
350	41.844	8.634	0.8944
400	38.000	7.840	0.0868
450	34.925	7.205	0.0776
500	30.651	6.323	0.0674
550	28.730	5.927	0.0630
600	27.52	5.677	0.0601
650	25.646	5.290	0.0558
700	24.328	5.018	0.0528
750	23.805	4.910	0.0516

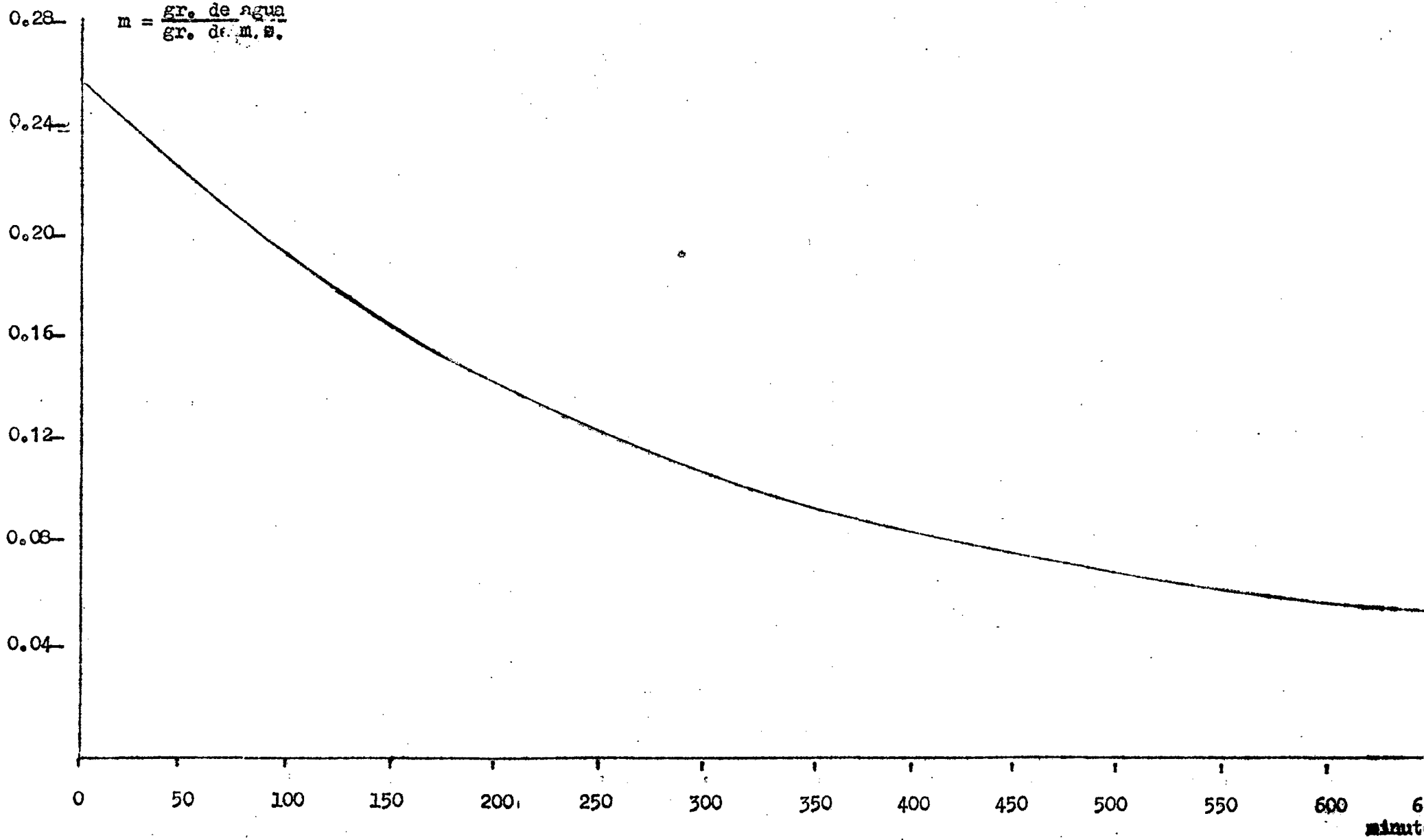


FIGURA No. 6 : Variación de la Humedad durante la Deshidratación de la Partícula de Semilla de Té

A N E X O No. 5

VALORES DE LA DESHIDRATACION DE LAS LAMINAS DE ALMENDRA DE SEMILLA DE TE CON 0.5 mm. DE ESPESOR PROMEDIO.

- Temperatura B. S. = 70.4
- Temperatura B. H. = 48
- Velocidad de aire = 2.6 m/seg.
- H.R. = 13 %
- Altura de lecho = 25 mm.

TIEMPO (min.)	PESO (gr)	HUMEDAD %	M = Gr. agua / Gr. Mat. Seca
0	100.	20.64	0.260
5	97.432	20.11	0.252
10	95.852	19.78	0.246
20	93.686	19.34	0.240
30	91.352	18.86	0.232
50	88.023	18.17	0.222
70	83.948	17.33	0.210
100	78.836	16.27	0.194
150	70.194	14.49	0.169
200	62.358	12.87	0.148
250	53.349	11.01	0.124
300	44.250	8.13	0.100
350	40.585	8.38	0.092
400	35.776	7.38	0.080
450	32.622	6.73	0.072
500	29.734	6.14	0.065
550	27.931	5.76	0.061
600	25.480	5.26	0.056
650	22.026	4.55	0.048
700	21.735	4.49	0.047
750	21.023	4.34	0.045

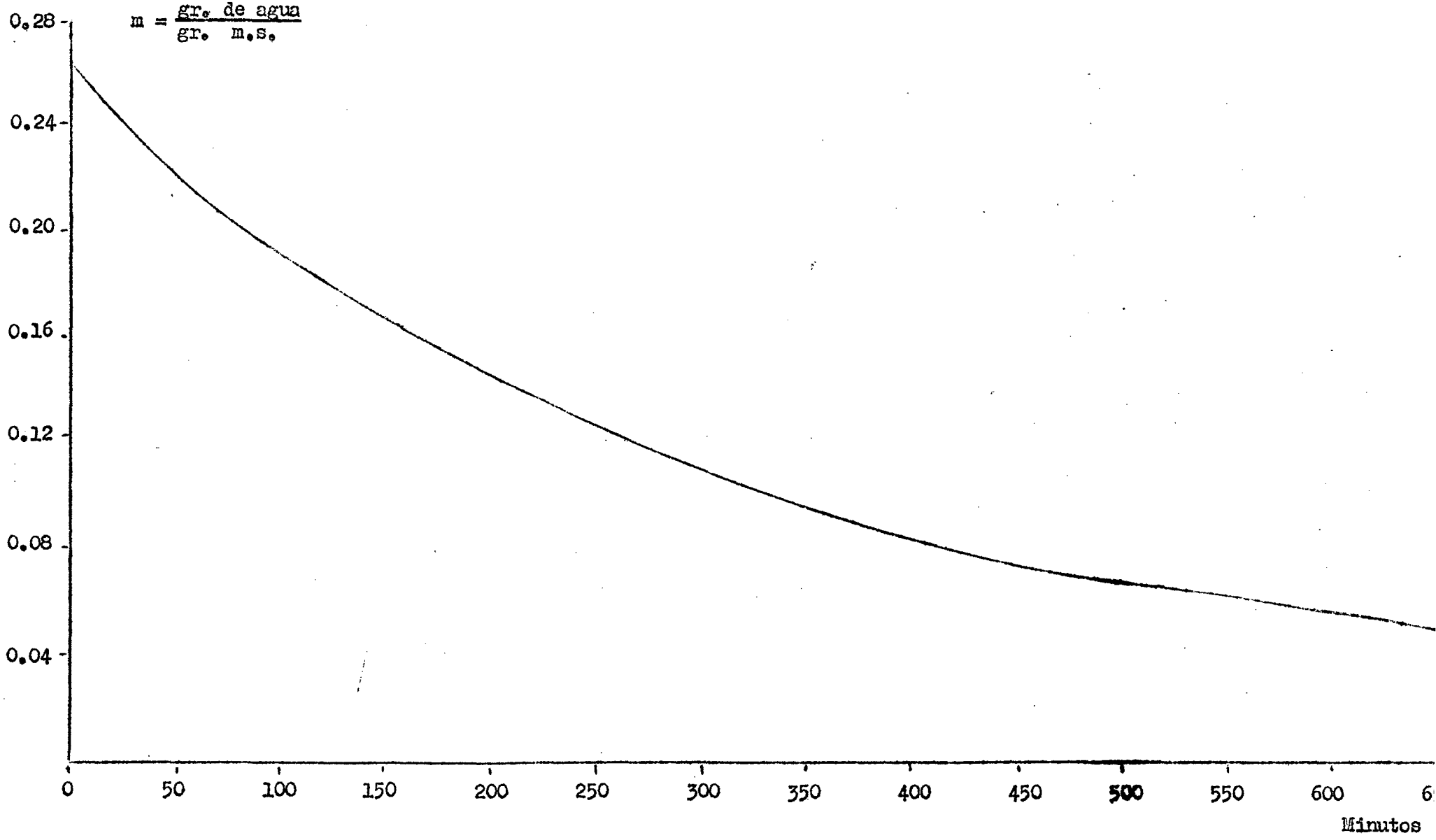


FIGURA No. 7 : Variación de la Humedad durante la Deshidratación de la lámina de semilla de Té

A N E X O No. 6

CALCULO DE LA CANTIDAD DE SODA CAUSTICA NECESARIA PARA NEUTRALIZAR EL ACEITE DE LA SEMILLA DE TE CON 1.6 % DE ACIDOS GRASOS LIBRES.

Para este cálculo se utilizaron las tablas : 1, 2, 3, y 4.

La neutralización de los aceites de buena calidad se realiza con lejías de 12, 14 ó 16 grados Beaumé.

El aceite de coco y otros aceites vegetales con poco contenido en gomas y pigmentos pueden neutralizarse satisfactoriamente con 0.10 a 0.20 % de exceso de hidroxido de sodio.

Concentración de soda : 14 °Be
Exceso de soda : 0.20 %

Cálculo de Soda

De la tabla 3 se tiene:

Soda para neutralizar : 2.4 %

De la tabla 4 se tiene :

Exceso necesario : 2.1 %

Por lo tanto :

$$2.4\ \% + 2.1\ \% = 4.5\ \%$$

$$\%\ \text{en volúmen} = \frac{4.5\ \%}{1.108} = 4.13\ \%$$

Se utilizó 4.13 % en volúmen para la neutralización de aceite crudo de té, con acidez de 1.6 % expresado en acido oleíco.

T A B L A No. 1

Contenido en hidróxido de sodio de lejías de diferentes grados Beaumé.

Grados Beaumé a 15 °C	Contenido en Hidróxido Sódico %
10	6.27
12	8.00
14	9.50
16	11.06
18	12.68
20	14.36
22	16.09
24	17.87
26	19.70
28	21.58
30	23.50

Fuente : Bailey (5).

T A B L A No. 2

Grados Beaumé (Bé) en peso específico.

De 1 a 15 °Bé		De 16 a 30 °Bé		De 31 a 45 °Bé	
°Bé	Peso Específico	°Bé	Peso Específico	°Bé	Peso Específico
1	1.003	16	1.125	31	1.274
2	1.014	17	1.134	32	1.285
3	1.022	18	1.142	33	1.297
4	1.029	19	1.152	34	1.308
5	1.037	20	1.162	35	1.320
6	1.045	21	1.172	36	1.332
7	1.052	22	1.180	37	1.345
8	1.060	23	1.190	38	1.357
9	1.063	24	1.200	39	1.370
10	1.075	25	1.210	40	1.383
11	1.083	26	1.220	41	1.397
12	1.091	27	1.231	42	1.410
13	1.100	28	1.241	43	1.424
14	1.108	29	1.241	44	1.438
15	1.116	30	1.263	45	1.453

Fuente : Bernardini (6).

T A B L A No. 3

Porcentaje de lejías de diferentes concentraciones, necesarias para neutralizar los ácidos grasos libres de aceites con distintos grados de acidez (Los ácidos grasos libres se han calculado como Oleíco)

Acidos Grasos Libres %	Concentración de las lejías en °Bé				
	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	3,84	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
2,5	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 : Bailey (5).

T A B L A No. 4

Porcentaje de Lejías de diferentes concentraciones, necesarios para dar los correspondientes excesos de la misma (Los excesos se han calculado en Hidróxido Sódico Anhidro).

Exceso %	Concentración de las lejías en °Bé. 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	1,26	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	2,38	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	2,15
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	3,53	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
0,50	6,25	5,26	4,52	3,94	3,48

Fuente : Bailey (5)

A N E X O No. 7

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS ALIMENTOS - UNAS

Nombre _____ Proyecto _____

Fecha _____ Prueba Comparación

Producto _____

Califique el olor, sabor y color de las muestras usando - las siguientes escalas :

Excelente	5
Muy bueno	4
Bueno	3
Regular	2
Malo	1

Muestra	Olor	Sabor	Color

Observaciones : _____

A N E X O No. 8

ANALISIS ORGANOLPETICO POR COMPARACION ENTRE EL ACEITE DE TE REFINADO Y OTROS ACEITES VEGETALES

A continuación mostramos los resultados del análisis organoléptico para determinar estadísticamente si es que existe diferencia o no entre el aceite de semilla de té y los aceites "Primor" y Plagniol (oliva), con respecto al olor sabor y color.

CUADRO A : Prueba de diferencia respecto al olor

Panelista	aceite Plagniol	aceite semilla de té	aceite Primor
1	2	2	2
2	3	5	4
3	4	4	3
4	3	1	4
5	1	3	3
6	2	3	4
7	3	3	4
8	1	1	3
9	4	4	3
10	3	4	3
$\bar{X}$	2.6	3.0	3.3
ΣX	26	30	33

CUADRO B : Prueba de diferencia respecto al sabor

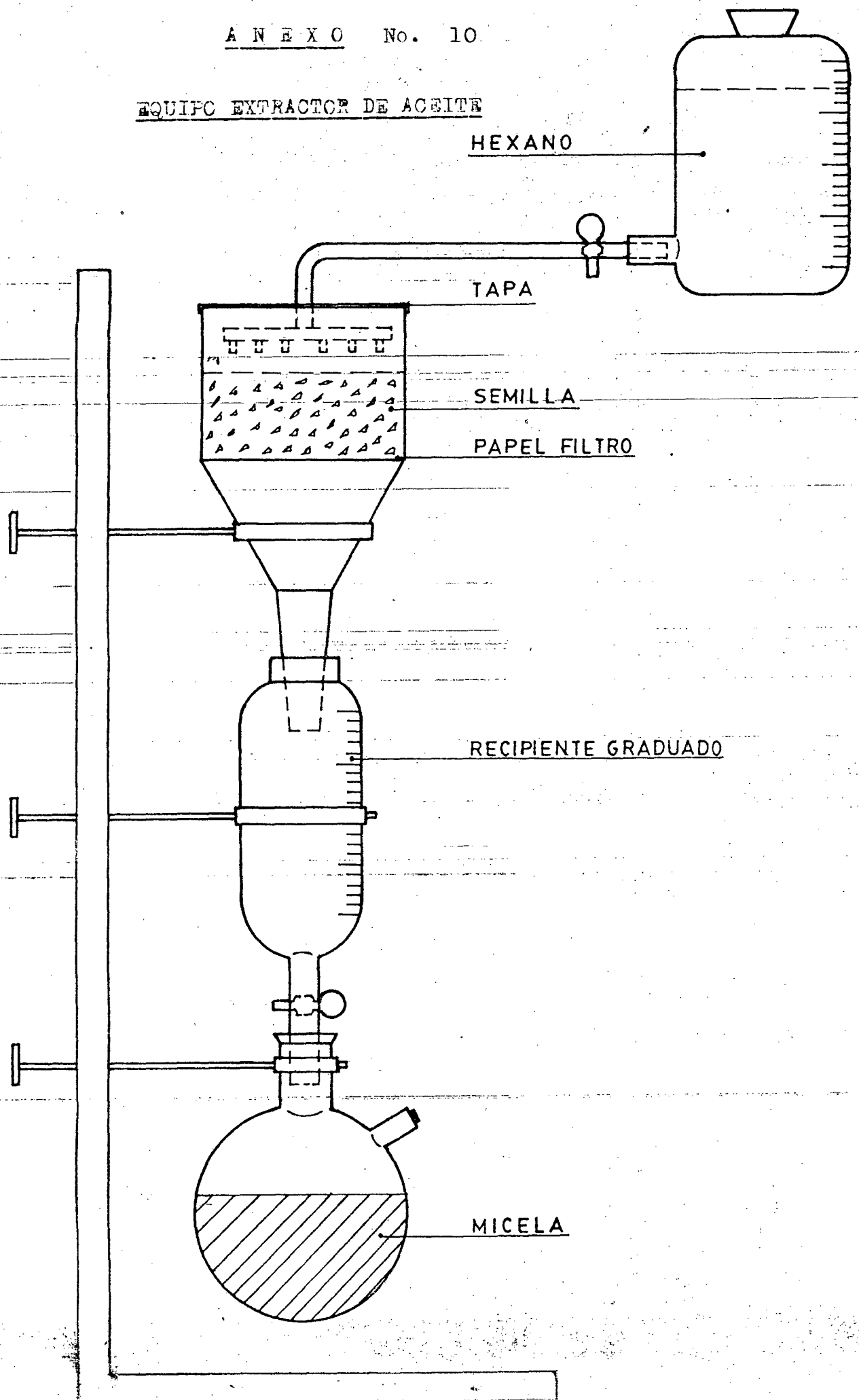
Panelista	Aceite Plagniol	Aceite Semilla de té	Aceite Primor
1	5	3	4
2	4	3	3
3	1	2	4
4	2	1	1
5	3	3	3
6	3	2	4
7	1	2	4
8	2	3	2
9	2	2	4
10	2	3	3
$\bar{X}$	2.6	2.6	3.2
$\leq X$	26	26	32

CUADRO C : Prueba de diferencia respecto al color

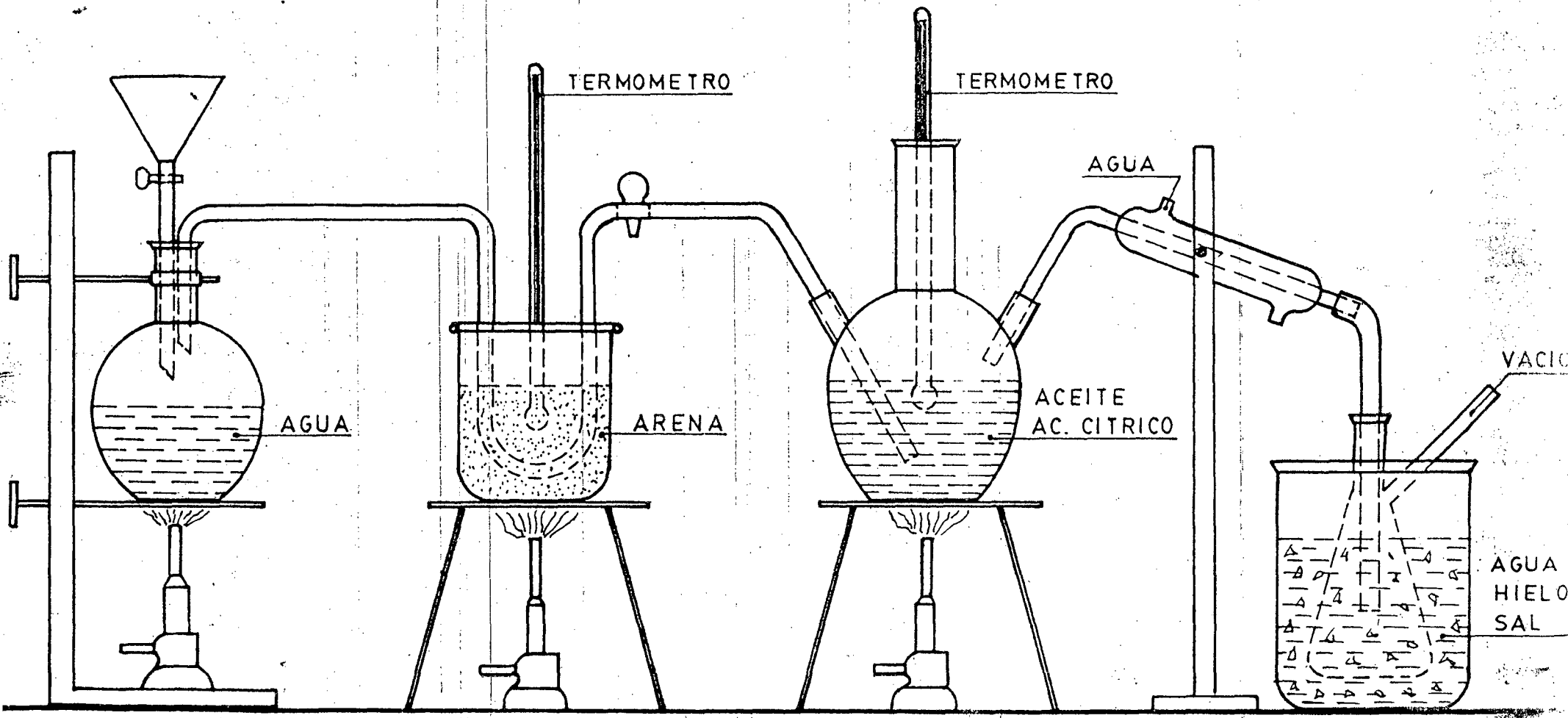
Panelista	Aceite Plagniol	Aceite Semilla de té	Aceite Primor
1	3	3	4
2	3	2	3
3	1	3	3
4	4	4	3
5	4	3	4
6	5	3	4
7	4	3	3
8	3	4	3
9	2	4	3
10	1	2	4
$\bar{X}$	3.0	3.3	3.4
$\sum X$	30	33	34

A N E X O No. 10

EQUIPO EXTRACTOR DE ACEITE



A N E X O No. 11



EQUIPO DESODORIZADOR DE ACEITE