

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA



ESTUDIO EXPLORATORIO SOBRE EL POTENCIAL QUINICO Y  
ECONOMICO DEL "BARILLO" (CALOPHYLLUM BRASILIENSE)

LUCAS ISRAEL CARDONA EGUIZABAL

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGIA



SAN SALVADOR, JUNIO DE 1983.

T  
581.61  
C268e



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

ESTUDIO EXPLORATORIO SOBRE EL POTENCIAL QUIMICO Y  
ECONOMICO DEL "BARILLO" (Calophyllum brasiliense)

LUCAS ISRAEL CARDONA ~~EGUIZABAL~~

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGIA  
1983

DECANO

ERNESTO VELA

DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO

ERNESTO LOPEZ ZEPEDA

ASESOR

JOSE WESMER DEL CID AYALA

JURADO

MARIO ENRIQUE ESTRADA

ERNESTO LOPEZ ZEPEDA

GUSTAVO ADOLFO ESCOBAR

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS Y HUMANIDADES  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

ESTUDIO EXPLORATORIO SOBRE EL POTENCIAL QUIMICO Y  
ECONOMICO DEL "BARILLO" (Calophyllum brasiliense)

LUCAS ISRAEL CARDONA EGUIZABAL

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGIA

1983

DECANO

ERNESTO VELA

DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO

ERNESTO LOPEZ ZEPEDA

ASESOR

JOSE MESTER DEL CID AYALA

JURADO

MARIO ENRIQUE ESTRADA

ERNESTO LOPEZ ZEPEDA

GUSTAVO ADOLFO ESCOBAR

## DEDICATORIA

A todos los hombres y mujeres que han renunciado a lo que aspira un ser alienado por esta sociedad opresora.

A todos los que han sido capaces de enterrar una vida, y hacen surgir el embrión de un nuevo ser humano distinto, dispuesto a entregar con alegría una cuota mayor de sacrificio.

A todos los que han recorrido el camino de renunciamiento cotidiano de los valores que para otra gente son imprescindibles, a los que silenciosamente, con modestia, afrontando el peligro como una tarea, desafiando el medio hostil, soportando profundas tensiones, han entregado una cuota importante de trabajo que ha permitido un desarrollo grandioso de nuestro pueblo en la lucha heroica por alcanzar su liberación definitiva.

A TODOS ELLOS CON CARINO Y RESPETO.

Al recuerdo de mi padre, a mi sacrificada madre

A Alex, Ceci y Nacho, mis hijos.

A mis hermanos, tías, primos y sobrinos.

A mis compañeros, profesores y amigos.

CON CARINO, AMOR, RESPETO Y AGRADECIMIENTO.

## AGRADECIMIENTOS

.El autor desea presentar sus muestras sinceras de agradeci---  
miento a todas las personas, que en una forma desinteresada y con mu  
cho sacrificio, hicieron posible salir adelante con este trabajo.

Especialmente deseo dejar constancia de mi imperecedero agrade  
cimiento a José Hester Del Cid Ayala M.S. por su paciencia mostrada  
en la asesoría de este trabajo. Al Lic. Mario Enrique Estrada, al -  
Dr. Gustavo Adolfo Escobar y Ernesto López Zepeda M.E.S., por sus va  
liosos aportes en la revisión y estudio conciente, que permitió la a  
probación de este trabajo. Al Dr. Víctor Manuel Segura, por haber -  
permitido el uso de los laboratorios de Química Agrícola del CENTA,  
al Dr. Manuel Martínez por su colaboración en el desarrollo práctico  
del análisis proximal, a los señores Víctor Hugo Hurtarte, Carlos Ta  
blas y Alonso Saavedra, por sus valiosas enseñanzas en la parte prác  
tica. Al Dr. Roberto Gómez Brenes por su colaboración prestada para  
efectuar los cromatogramas.

CONTENIDO

	<u>PAGINA</u>
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION DE LITERATURA .....	3
2.1. DESCRIPCION GENERAL DE LA PLANTA .....	3
2.1.1. FORMA .....	3
2.1.2. CORTEZA .....	4
2.1.3. FRUTO .....	4
2.1.4. SEMILLA .....	4
2.2. USOS .....	5
2.2.1. MADERA .....	5
2.2.2. RESINA .....	5
2.2.3. ACEITE .....	5
2.3. DATOS ECOLOGICOS .....	6
2.3.1. ASOCIACION NATURAL .....	6
2.3.2. DISTRIBUCION GEOGRAFICA .....	6
2.4. IMPORTANCIA DE VEGETALES OLEAGINOSOS .....	7
2.5. ASPECTOS GENERALES REFERENTES A: .....	8
2.5.1. NUTRICION .....	8
2.5.2. LIPIDOS .....	9
2.5.3. PROTEINAS .....	12
2.5.4. NECESIDADES ESTIMADAS DE AMINOACIDOS EN HUMANOS. ....	14
3. MATERIALES Y METODOS .....	16

	<u>PÁGINA</u>
4. RESULTADOS .....	28
5. DISCUSION .....	32
6. CONCLUSIONES .....	36
7. RECOMENDACIONES .....	40
8. RESUMEN .....	41
9. REFERENCIAS .....	43
10. ANEXOS:	
10.1. Consumo calórico proteico de la población cen-- troamericana por países y clases sociales.	
10.2. Principales ácidos grasos presentes en aceites vegetales y sus caracterfsticas.	
10.3. Necesidades estimadas de aminoácidos en humanos.	
10.4. Composición de ácidos grasos de grasas y acei-- tes de terminados por cromatografía gas-líquido.	

LISTA DE CUADROSPAGINA

CUADRO 1.	PROMEDIO, DESVIACION STANDARD Y PORCENTAJE DEL PESO DE UNA MUESTRA DE 25 FRUTOS DE "BARILLO" Y SUS FRACCIONES ANATOMICAS. ....,
CUADRO 2.	ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DEL FRUTO DE "BARILLO" Y SUS FRACCIONES ANATOMICAS .....,
CUADRO 3.	CARACTERIZACION FISICO QUIMICA DEL ACEITE DE ALMENDRA DE SEMILLA DE "BARILLO", EXTRAIDO CON METODO SOXHLET, UTILIZANDO COMO SOLVENTE ETER DE PETROLEO .....
CUADRO 4.	CONTENIDO DE ACIDOS GRASOS Y ESTEROLES DEL ACEITE DE ALMENDRA DE SEMILLA DE "BARILLO".....
CUADRO 5.	CALCULO DE LA DESVIACION AL EFECTUAR COMPARACION DEL CONTENIDO CUANTITATIVO Y CUALITATIVO DEL ACEITE OBTENIDO DE LA SEMILLA DE "BARILLO" CON OTROS ACEITES COMERCIALES .....
CUADRO 6.	CONTENIDO DE AMINOACIDOS EN PERICARPO Y ALMENDRA DE SEMILLA DE "BARILLO" .....
CUADRO 7.	COMPARACION DEL CONTENIDO DE AMINOACIDOS EN LA PROTEINA DE HUEVO Y EN LAS PROTEINAS DE PERICARPO Y ALMENDRA DE LA SEMILLA DE "BARILLO" (TORTA DESGRASADA). CALCULO DEL ESCORE QUIMICO .....

LISTA DE FIGURAS

PAGINA

- FIGURA 1. MARCHA SEGUIDA PARA EL DESARROLLO DEL TRABAJO
- FIGURA 2. FRUTO DE BARILLO Y SUS REGIONES ANATOMICAS
- FIGURA 3. FRACCIONAMIENTO DE LA MATERIA PRIMA, SEGUN EL SISTEMA QUIMICO PROXIMAL.
- FIGURA 4. CROMATOGRAMA CORRESPONDIENTE A LOS ACIDOS GRASOS PRESENTES EN ACEITE DE SEMILLA DE "BARILLO".
- FIGURA 5. CROMATOGRAMA CORRESPONDIENTE A LOS ESTEROLES PRESENTES EN LA PORCION NO SAPONIFICABLE DE ACEITE DE SEMILLA DE "BARILLO".

## 1. INTRODUCCION

En la actualidad nuestro país cuenta con una población que sobrepasa los cinco millones de habitantes, de los cuales aproximadamente el 40% pertenece a zonas rurales, según el censo verificado en 1971 (Ministerio de Economía, 1977).

El Instituto Geográfico Nacional recomienda, a pesar de no encontrarse definidos en una forma total los límites con la República de Honduras, considerar la superficie de nuestro país en 21,040.79 Km<sup>2</sup>, cuyo 69% es utilizado en la producción agrícola, es decir unos 15 mil Km<sup>2</sup>, de los cuales, una cuarta parte es utilizada para el cultivo de granos básicos: maíz, frijol, arroz y maicillo; el resto se encuentra cultivado de café, algodón y caña de azúcar, rubros que actualmente representan los pilares en que se sostiene nuestra economía (Ministerio de Economía, 1977).

Ante la situación de crecimiento desmedido de la población y la capacidad limitada de los recursos naturales para satisfacer las necesidades primordiales de la población, se hace necesario el incremento de estudios que permitan presentar alternativas que ayuden a resolver, en alguna medida, los problemas de la población, o también que permitan profundizar el conocimiento sobre nuestros recursos para implementar su aprovechamiento al máximo.

Nuestro país posee muchos recursos que no son explotados y que podrían representar, en momentos determinados, una solución a los problemas que afronta nuestra población. Predominan en este momento la necesidad de en-

contrar materias primas que permitan sentar bases para la producción de sustancias tales como aceites, los cuales presentan diversidad de utilidades ya sean estas alimenticias y/o industriales.

Si bien es cierto que nuestros recursos naturales poseen todo un potencial que debe ser explotado, también debe considerarse el alto grado de deterioro que han alcanzado nuestros bosques, casi desaparecen, debido en gran medida al escaso conocimiento de la importancia de éstos, lo cual lleva a un uso inadecuado.

Por lo cual deben ser implementadas reforestaciones con plantas que posean la perspectiva de un uso múltiple, tales como "madrecacao" Gliricidia sepium (Jacq.) Steud., "ipil-ipil" Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit, "frijol espada" o "frijol papa" Canavalia ensiformis (Jacq.) DC., "pacún" Sapindus saponaria L. y la que ocupa el papel -- principal de este estudio, el "barillo" Calophyllum brasiliense Camb. Este tipo de vegetación no compite con los pilares de nuestra economía y puede dar múltiples beneficios.

Este trabajo es un estudio que comprende principalmente una evaluación del potencial químico del fruto de "barillo", árbol de nuestra flora que se encuentra actualmente cultivado en muchos lugares de San Salvador y otras ciudades, para proporcionar sombra en parques y calles. Crece en forma silvestre, produciendo un promedio de medio millón de frutos por árbol anualmente.

## 2. REVISION DE LITERATURA

El "barillo" Calophyllum brasiliense Camb.

SINONIMOS : Calophyllum brasiliense Camb. var. rekoi Standl. (Sarukhan, 1968).

Calophyllum rekoi Standl. (Choussy, 1977)

Calophyllum calaba Jacq. (Mozo, 1976)

Calophyllum antillanum Britton (Mozo, 1976)

FAMILIA : GUTTIFERAE

NOMBRES COMUNES: "barillo" (El Salvador), "palo maría" (Puerto Rico), "acuje" (Cuba), "yaramba" (Brasil), "krassa" (Nicaragua), "cajón" (Venezuela), "alfaro", "lagarto", "caspi" (Perú).

### 2.1. DESCRIPCION GENERAL DE LA PLANTA.

#### 2.1.1 FORMA:

Arbol que puede alcanzar en nuestro país de 8 a 10 m. de altura (Guzmán, 1950), mientras que en México puede llegar a medir hasta 40 m., con un diámetro a la altura del pecho de -- 1.3 m.; con un tronco recto, ramas ascendentes, copa redondeada y densa (Sarukhan, 1968), sus hojas siempre verdes los hacen ideal para paseos y alamedas (Guzmán, 1950), las ramas jóvenes tienen la sección transversal ligeramente ovalada o cuadrangular, color pardo verdoso a pardo grisáceo, pocas lenticelas. Algunos árboles de esta especie, botan las hojas de las

regiones más secas de su área de distribución, durante los meses de Abril y Mayo, florece de Julio a Diciembre (Sarukhan, - 1968).

2.1.2. CORTEZA:

Exteriormente posee fisuras longitudinales, color pardo - morena; internamente presenta color crema rosado, posee muchas fibras, sabor amargo, con un exudado intensamente amarillo; la corteza posee un grosor entre 10 y 20 mm. (Sarukhan, 1968).

2.1.3. FRUTO:

Los frutos de "barillo" son drupas con un promedio de -- 2.5 cm. de largo, forma esférica u ovoide, al madurar adquiere color verde amarillento, con olor fragante, su endocarpio es - duro y maduran de Octubre a Diciembre (Sarukhan, 1968). La - producción de frutos se observa principalmente en las regiones terminales de las ramas del árbol, alcanza una producción que sobrepasa el medio millón de frutos por árbol en el año.

2.1.4. SEMILLA:

La semilla de "barillo" presenta una forma ovoide, color blanco, con un tamaño promedio de 1.5 X 1.3 cm., cubierta por una capa dura que comprende al endocarpio y la testa, más íntimamente se encuentra en forma de una capa delgada el tegmen.

## 2.2. USOS.

### 2.2.1. MADERA:

Se emplea en obras de carpintería, para mástiles, puentes, polines, construcciones navales, muebles, postes, botes y canoas. Esta madera debe secarse con mucho cuidado para evitar que se combe o se raje (Sarukhan, 1968); es utilizada además - para pisos y decoraciones interiores, es inmune a la polilla - (Aguilar, 1960).

### 2.2.2. RESINA:

De la corteza de este árbol es obtenida una resina color - verde y de buen olor, nuestros campesinos la utilizan para curar heridas en el ganado, se considera similar al bálsamo de - tolú, es considerado un buen expectorante por la presencia de ácido benzoico. En la región de las Antillas se extrae de la corteza, la sustancia conocida como bálsamo María, que presenta características diuréticas, se considera similar a la corteza de Calophyllum inophyllum L. que presenta propiedades estimulantes y anticatarral (Guzmán, 1950). Es utilizada para cicatrizar el ombligo de los recién nacidos, cuando éste muestra tendencia a no cicatrizar (Calderón & Standley, 1941).

### 2.2.3. ACEITE:

Al hervir las almendras se obtiene aceite, si la pulpa des - grasada es expuesta al sol, se fermenta y exhala mal olor, esta pulpa al ser prensada en una bolsa de tela fuerte, produce un aceite que se aromatiza al gusto y aplicado en las raíces -

del cabello, se afirma que provoca su crecimiento (Guzmán, 1950).

### 2.3. DATOS ECOLOGICOS:

Se desarrolla en condiciones adecuadas hasta una altura de 800 m.s.n.m., con temperaturas mayores a los 24°C y lluvias anuales de 2 mil a 4 mil mms. Especie tolerante a la sombra, se adapta a suelos cálcáreos, ácidos, degradados, relativamente secos y en arcilla roja impermeable (Mozo, 1976), es utilizado para la recuperación de suelos degradados (Sarrukhan, 1968).

#### 2.3.1. ASOCIACION NATURAL:

El "barillo" puede asociarse sin provocar ni recibir problemas de competencia, en una forma natural con las plantas siguientes: Swietenia sp., Dalbergia sp., Cedrela sp., Cyristax donnell-smithii, Cordia sp., Guaicum sp., Dacryodes sp., en el litoral pacífico de Colombia se encuentra asociado con "cuangare", "sandi" y "tangani" (Mozo, 1976). Actualmente en nuestro país se asocia con una variedad amplia de plantas ornamentales y de sombra; entre estas principalmente se observan: Tecoma stands, Dillenia sp., Casuarina equisetifolia, Pinus sp., y Callistemon sp. (Guzmán, 1950).

#### 2.3.2. DISTRIBUCION GEOGRAFICA:

El "barillo" no posee condiciones estrictas de desarrollo, ésto le ha permitido encontrarse habitando con mucho éxito en

regiones ambientales variables. Se encuentra con mayor intensidad en regiones de los bosques pluviales tropicales de México, - América Central, Caribe, Venezuela, Perú y Brasil. En Colombia forma rodales densos en el Amazonas, en la región correspondiente al litoral pacífico (Mozo, 1976).

#### 2.4. IMPORTANCIA DE VEGETALES OLEAGINOSOS.

Los materiales vegetales oleaginosos tendrán una importancia creciente en las próximas décadas debido a tres razones principales:

- a) El aumento de la población mundial y las necesidades de aceites, grasas y proteínas.
- b) Las ventajas que se encuentran en producción de proteínas vegetales, ya que al no poderse aumentar la tierra utilizable para los cultivos, sí puede incrementarse la producción por unidad de área.
- c) El reconocimiento de la esencialidad del ácido linoleico, cuya fuente principal son los aceites de origen vegetal, los cuales tendrán una mayor demanda (Langstrat, 1976).

Las oleaginosas que pertenecen al grupo de alto contenido de aceites (mayor al 20%), se clasifican en cuanto a dureza de la semilla en: a)- Duras, que incluye la copra y la almendra de la "palma", b)- Suaves, que incluyen el "maní" y el "girasol", y c)- Intermedias, que comprende la mayoría de las semillas -- oleaginosas. Estos criterios son importantes de conocer para de

terminar las condiciones de extracción a que será sometido un vegetal oleaginoso determinado (Ward, 1976; citado por Del Cid, 1980).

## 2.5. ASPECTOS GENERALES REFERENTES A:

### 2.5.1. NUTRICION:

Se estima que en 1980, tres países en Latinoamérica (Haití, El Salvador y Ecuador) estaban 20% abajo del promedio calórico de la región (2616 calorías/persona/día) (Paredes, & Gallardo, 1981).

Tradicionalmente los expertos en nutrición han considerado, que el problema más inmediato que ha de resolverse, consiste en mejorar sensiblemente la cantidad y calidad de proteínas consumida por los núcleos humanos con problemas nutricionales y que en su mayoría se localizan en el mundo subdesarrollado, así como mejorar el nivel calórico (Paredes & Gallardo, 1981).

Como es conocido, en el mundo predominan las proteínas vegetales en la alimentación humana. Se observa una mayor convergencia de los países alrededor de la cifra de 40.6 gramos/persona/día. Su calidad y contenido proteico varía según la familia botánica, especie o cultivo a que pertenecen. El principal aporte de proteínas vegetales en la región está dado por los cereales (55%) y por las leguminosas (29%) (FAO, 1970-1980; Young, 1975).

El anexo 1 presenta una clasificación de los cinco países del Tratado de Integración Centroamericana (Guatemala, Honduras,

El Salvador, Nicaragua y Costa Rica), en cuatro grupos socioeconómicos según su nivel de ingresos en 1970. El de ingresos más bajos, abarca el 50%, el de ingresos intermedios 30%, el de ingresos altos 15% y el de ingresos más altos 5%, de la población de cada país. Para cada grupo se estudió, según el presupuesto de los consumidores, la relación entre el nivel de ingresos y su consumo aparente diario de calorías y proteínas (FAO/SIECA, 1971).

No se trata sólo de insuficiencia cuantitativa para los estratos más pobres, sino de un desequilibrio en la composición de alimentos. Son ingeridos muchos cereales, azúcares y raíces comestibles aportadoras de carbohidratos y existe un déficit de calorías por ingestión mínima de alimentos grasos (Chonchol, 1980).

En los países subdesarrollados se consumen, por costumbre, diversos alimentos, muchos de los cuales son aceptados debido a sus características organolépticas, aunque la mayoría de veces es desconocido su valor nutricional (Del Cid, 1980).

#### 2.5.2. LIPIDOS:

Son los compuestos orgánicos capaces de proporcionar una energía metabólica de 9.3 Kcal/gramo; ésto viene a ser más del doble de la cantidad que corresponde a los carbohidratos y proteínas (Del Cid, 1980).

Los lípidos se dividen en 3 clases principales: a) Simples, que son ésteres de los ácidos grasos con distintos alcoholes, -- b) Compuestos, que poseen ácidos grasos con alcoholes y otro grupo, c) Derivados, sustancias derivadas de los grupos procedentes

con propiedades generales de los lípidos (Brown, 1970).

Los ácidos grasos son de la serie carbonada desde  $C_4$  hasta  $C_{34}$  y probablemente más alto. Pero incluyendo cadenas ramificadas y no ramificadas, ácidos saturados y ácidos que tienen desde 1 hasta 6 dobles enlaces tal como lo muestra el anexo 2.

Los compuestos de los ácidos grasos, cuando se encuentran acompañados solamente por glicerina, forman las grasas y aceites (glicéridos sólidos y líquidos) (Brown, 1970).

Las grasas y aceites son nutrimentos con un alto contenido calórico, cuya ingestión contribuye significativamente a llenar los requerimientos energéticos de la población humana. El consumo de grasas y aceites vegetales está aumentando año con año, y las materias primas de donde actualmente se obtienen en el área centroamericana son de producción limitada, razón por la cual se hace necesario encontrar nuevos materiales oleaginosos que suplan o ayuden a cumplir con la demanda creciente de estos nutrimentos (Mazzani, 1963).

Las familias de las plantas han sido separadas en doce grupos, dependiendo de las grasas vegetales que contienen, las cuales son clasificadas según su constitución química y principalmente por los ácidos grasos prevalescentes. De acuerdo a su participación se habla de ácidos "mayores" y "menores", como un indicador de la proporción en que estos ácidos se encuentran en las semillas de estas plantas. En la familia Guttiferae, a la cual pertenece el "barillo", se encuentran como ácidos "mayores" el oleico, el es

teárico y el palmítico y entre los "menores" el linoleico, el mi-  
rístico y el araquídico (Mazzani, 1963).

El grado de insaturación de un aceite se determina mediante  
el índice de iodo, un número mayor de enlaces dobles nos da como  
resultado un índice de iodo mayor, un aceite es más líquido si  
es más insaturado.

El índice de peróxido nos permite valorizar el grado de ran-  
cidez de un aceite, el valor mayor de peróxido indica un estado  
más rancio del aceite, lo cual determina un menor tiempo de dura-  
ción.

El punto de fusión depende directamente de la composición -  
química del aceite, mayor grado de insaturación y menor propor-  
ción de ácidos grasos de elevado número de carbonos aumentan es-  
te índice.

Ha sido demostrado que las grasas y los carbohidratos se in-  
tercambian como combustibles corporales en todo un amplio rango  
de proporciones. En la práctica hay ciertos factores, en parte  
fisiológicas y en parte psicológicas, que tienden a hacer de las  
grasas en los alimentos un factor prominente en las prácticas --  
dietéticas (Sherman, 1943).

Las grasas no son solamente un alimento de alto valor como  
combustibles, sino que los alimentos presentan mejor sabor en --  
cuanto más grasa contienen, y es importante considerar que la -  
cantidad de grasa contenida por una comida determina el tiempo -  
que ésta permanece en el estómago antes de pasar al intestino.

Esto es, cuando el estómago está vacío las contracciones de las paredes hacen aparecer los "dolores de hambre". Por consiguiente entre la gente del mundo occidental, quienes han estado acostumbrados a un liberal uso de las grasas en sus alimentos diarios, alguna carestía de grasa es sentida en dos casos principalmente: en la dificultad de conseguir el efecto deseado en la cocina y el hecho de que la poca grasa de los alimentos deja el estómago más rápido, tanto que hay sensación de hambre mucho antes de la próxima comida. La carestía de grasas puede llegar a ser un factor real en deterioro de la entereza de ánimo, como fué demostrado en Europa en la primera guerra mundial (Sherman, 1943).

Según el contenido de calorías, los aceites y las grasas poseen mayor cantidad de calorías por gramo, pero por su precio no son fácilmente adquiribles por la población, ésto hace necesario emprender con mayor seriedad trabajos para encontrar nuevas fuentes de energía, nutricionalmente hablando

### 2.5.3. PROTEINAS.

Los carbohidratos y las grasas son las principales fuentes de energía para las actividades del cuerpo, pero no son los principales constituyentes de los cuales depende la actividad de los tejidos. El tejido muscular por ejemplo posee pocos carbohidratos y generalmente una mínima cantidad de grasa. El principal compuesto orgánico constituyente de los músculos y del protoplasma de las células animales y vegetales, son las proteínas, sustancias nitrogenadas que contienen azufre además del carbono, hidró-

geno y oxígeno, siendo estos tres últimos elementos los mismos -- que componen las grasas y los carbohidratos (Sherman, 1943).

Las moléculas de proteína son largas y complejas, compuestas esencialmente de un gran número de unidades simples llamados aminoácidos. Cuando las proteínas son digeridas los aminoácidos quedan libres. Generalmente en la digestión o degradación de la proteína se da la formación de productos intermedios tales como: proteosas, peptonas y péptidos y como productos finales se obtienen los aminoácidos que son de varias clases (Sherman, 1943).

Para la elección de alimentos ricos en proteínas se han adoptado los criterios siguientes:

- a)- Deben producirse o existir la posibilidad que se produzcan localmente.
- b)- Su producción y adquisición por todos los sectores de la población debe ser factible desde los puntos de vista agrónomicos y económicos.
- c)- Deben ser fácilmente transportables y deben ser capaces de ser almacenados sin refrigeración en las condiciones de calor y humedad predominantes.
- d)- Deben estar exentos de toda sustancia tóxica o de cualquier otro factor deletéreo.
- e)- Deben ser aceptables, por lo que se refiere al sabor, olor y las propiedades físicas, y ser fácilmente incorporables a las dietas ordinarias.

f)- Su riqueza nutritiva en proteínas debe ser tal, que completamente de un modo eficaz las dietas existentes (FAO/OMS, 1958).

Tomando como base estos criterios, se están estudiando actualmente las fuentes de proteínas siguientes: harina de pescado, productos de "soya", harina de "cacahuete", harina de "ajonjolí", harina de semilla de "algodón" y de "coco". Por los que respecta a los cuatro últimos se ha centrado la atención en las tortas de prensado, de escaso contenido graso, producidas por la industria de aceites vegetales (FAO/OMS, 1958).

Una de las recomendaciones del comité de expertos de nutrición FAO/OMS en su segunda y tercera reuniones, es la de realizar investigaciones sobre el valor nutritivo de los alimentos; para lo cual deberá verificarse determinaciones químicas, biológicas y microbiológicas, el valor nutritivo de las proteínas, así como el aprovechamiento de los demás nutrimentos que contienen (FAO/OMS, 1954).

#### 2.5.4. NECESIDADES ESTIMADAS DE AMINOACIDOS EN HUMANOS.

Los datos del Anexo 3, indican las posibles necesidades de aminoácidos por kilogramo de peso corporal. Estas se han convertido a mg. de aminoácidos por g. de proteína utilizando la dosis inocua media de ingestión proteínica para hombres y mujeres: 0.55 g/Kg. (FAO/OMS, 1973).

Las cifras relativas a los hombres se obtuvieron de estudios en los que el criterio de adecuación fue el logro de un equilibrio

positivo. Se acepta como criterio de adecuación un equilibrio de  $0 \pm 5\%$  de ingestión. En ambos casos, los valores específicos indicados son las ingestiones más bajas ensayadas que han satisfecho el criterio de adecuación de todos los sujetos ensayados. Estos niveles representan estimaciones del límite superior de las necesidades individuales de aminoácidos. La significación de la diferencia entre el criterio de adecuación utilizado para los hombres y el aplicado para las mujeres, se pone de manifiesto por el nuevo cálculo de algunos de los datos correspondientes a las mujeres (FAO/OMS, 1973).

Importa reconocer que estos estudios no han tenido en cuenta las pérdidas de nitrógeno en la piel y que, por esa razón, también pueden constituir bajas estimaciones (FAO/OMS, 1973).

El Anexo 3 muestra los resultados de examinar las necesidades de aminoácidos de los niños de 10 - 12 años. Se ha demostrado que esas dosis de ingestión son suficientes para las niñas de la misma edad. Para convertir esas necesidades en concentraciones de proteína se fijó en 0.8 g/Kg. de peso la dosis inocua de ingestión para esa edad (FAO/OMS, 1973).

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. DESARROLLO DEL TRABAJO.

La marcha general seguida para el desarrollo del trabajo -- práctico está representado en la Figura 1.

#### 3.2. MATERIA PRIMA.

El fruto de "barillo" utilizado, fue colectado en diferentes lugares de San Salvador, donde el árbol se encuentra como una -- planta ornamental y de sombra. Del fruto fueron separadas las re<sup>g</sup>iones: pericarpo y almendra de la semilla; se ha denominado pe<sup>ri</sup>carpo a la región del fruto compuesta por el epicarpo y el meso<sup>ca</sup>carpo, a la región compuesta por el endospermo y el embrión se le nomina "almendra de la semilla". La Figura 2 hace una representa<sup>ci</sup>ón gráfica de las regiones en mención. El pericarpo y la almen<sup>dra</sup> de la semilla fueron sometidos a un proceso de secado, colocán<sup>d</sup>olas en una estufa FREAS Modelo 625 a 70 °C durante 8 horas, des<sup>pu</sup>és de haber sido determinada la humedad a una muestra de ambas regiones por triplicado, para dicha determinación se utilizó una estufa Thelco PS Modelo 19. Las muestras secas fueron sometidas a un proceso de molienda en un molino de martillo Thomas Wiley La<sup>boratory Mill</sup> Modelo 4, utilizando una malla o tamiz de 1 mm. de diámetro.

### 3.3. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL.

La composición química de los alimentos se determina comúnmente por medio del sistema proximal, llamado también Sistema Mun de Análisis Próximo, en honor de la estación experimental de Alemania donde se desarrolló (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1979).

Este sistema ha sido utilizado generalmente para la investigación nutricional de todos los alimentos para humanos y animales, por más de cien años (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1979).

El análisis proximal fracciona los alimentos en seis componentes, cada componente no representa un nutrimento específico, sino que agrupa nutrimentos que tienen propiedades comunes entre sí y permite un análisis químico de grupo, estos componentes son: humedad, proteína cruda, extracto etéreo, fibra cruda, cenizas y extracto no nitrogenado (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1979).

La mayoría de requisitos legales para productos alimenticios se basan en el análisis proximal. A pesar de que existen desacuerdos con este sistema por el método de fibra cruda y el cálculo del extracto no nitrogenado, en general ha existido una tendencia conservadora de continuar con los procedimientos establecidos, a pesar de sus limitaciones, y el método de la fibra cruda es recomendado oficialmente por la Asociación de Químicos Agrícolas Oficiales (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1979).

La humedad es la primera determinación que se lleva a cabo.

tratando de verificarla lo más pronto posible, para impedir que la humedad ambiental influya en la exactitud del resultado. Posteriormente deberá someterse a un proceso de secamiento de la muestra, debido a que todas las demás determinaciones deben ser efectuadas en muestra seca, la cual está compuesta por materia orgánica e inorgánica o cenizas. Esta última está constituida por minerales, de los cuales los más importantes en la alimentación son calcio y fósforo, que constituyen aproximadamente el 90% de las cenizas del cuerpo ( Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1979).

La materia orgánica está compuesta por tres grupos de nutrientes: la proteína cruda, el extracto etéreo y los carbohidratos. En el análisis proximal, la proteína cruda agrupa a proteínas y compuestos nitrogenados no protéicos. En el extracto etéreo se encuentran agrupadas las grasas, los pigmentos y los carotenos, y en los carbohidratos los compuestos constituidos por C, H y O, donde el H y el O se encuentran en la misma proporción que en el agua. En la separación de carbohidratos está la fibra cruda y el extracto no nitrogenado. Este fraccionamiento no es exacto porque la celulosa, la hemicelulosa y la lignina, que son los constituyentes de la fibra, también están presentes en el extracto no nitrogenado, y muchas de las objeciones que se hacen a este fraccionamiento es que debido a la metodología imperfecta de la fibra cruda, es que aparecen estas fracciones que no son del todo aprovechables, como los azúcares solubles y otros alimentos (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1979).

La Figura 3 muestra el fraccionamiento de la materia según el sistema proximal y la metodología a seguir para determinar la fibra cruda a partir del extracto etéreo o grasa.

El análisis químico proximal se efectuó en harina de las dos fracciones ya mencionadas, para determinar: humedad, extracto etéreo, nitrógeno (proteína cruda), fibra cruda, cenizas (minerales: Fe, Ca y P) y por diferencia se obtuvo el dato de carbohidratos solubles. En todos los casos se trabajó por triplicado y fue calculada la desviación standard.

Para la determinación de la humedad se utilizó una estufa Thelco Modelo 19 y el procedimiento seguido fue el empleado por el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria (CENTA), que consiste en colocar la muestra a 130 °C por dos horas y luego continuar con la marcha similar indicada por la AOAC (1975). El método para determinación de extracto etéreo fue el de solvente, utilizando éter de petróleo. Para la determinación de nitrógeno se utilizó el método de micro-kjeldahl. La fibra cruda y cenizas, al igual que los análisis anteriores, se determinaron siguiendo los métodos de la AOAC (1975); las dos últimas sin modificación alguna. Para los minerales, en el caso de Fe y Ca, fueron determinados en un espectrofotómetro de Absorción Atómica Perkin Elmer 603 y efectuados los cálculos posteriores para muestra y porcentaje. Para la determinación del P fue utilizado un espectrofotómetro Coleman 55 Perkin Elmer.

Para obtener el dato de proteína cruda: el valor obtenido -

para nitrógeno se multiplica por 6.25, que es una constante que se ha obtenido de considerar que en vegetales las proteínas tienen un promedio de nitrógeno del 16%, por lo tanto  $100/16 = 6.25$ .

El cálculo de carbohidratos se efectuó por el método de diferencia, que consiste en restar de 100 la sumatoria de los datos obtenidos en los otros elementos determinados en el análisis químico proximal, se considera proteína cruda y no nitrógeno, tampoco se consideran minerales sino que el dato total de cenizas.

#### 3.4. EXTRACCION DE ACEITE.

Existen dos grandes procesos de extracción de aceite: si la muestra ha sido previamente sometida a un proceso de secado se conocen como "procesos secos", pero si la muestra se encuentra húmeda, entonces el proceso recibe la caracterización de "proceso húmedo". Actualmente en la industria son aplicados los "procesos secos" y entre éstos los más comunes son los conocidos como: Prensa, Prensa-solvente y de Solvente.

El proceso utilizado fue el de extracción por solvente, dicho proceso comprende necesariamente tres etapas, que son:

- a)- El ingreso del solvente en los tejidos
- b)- La disolución de los lípidos en el solvente
- c)- El egreso de la solución lipídica de los tejidos (Ward, 1976, citado por Del Cid, 1980).

Durante el contacto entre la semilla y el solvente ocurren simultáneamente dos procesos de extracción, que poseen diferente

velocidad. La mayor parte del aceite disponible rápidamente proviene de las células rotas en los procesos preliminares de preparación, cocinado, presión u obtención de la torta; mientras que la porción menor, más difícil de extraer, se haya en las células intactas o parcialmente destruídas (Hard, 1975, citado por Del Cid, 1980).

El anexo 4 presenta los resultados obtenidos al efectuar análisis para determinar los ácidos grasos componentes de diferentes semillas, utilizando el método cromatográfico gas - líquido. En este cuadro se resumen los criterios discutidos en la séptima reunión de la FAO con el comité de grasas y aceites, efectuada en Londres en 1974.

Teniendo como base los resultados del análisis químico proximal de las harinas de las diferentes fracciones, se efectuó la extracción de aceite, de la harina de almendra de semilla, en un aparato soxhlet utilizando como solvente éter de petróleo y siguiendo la marcha indicada por la AOAC (1975).

El aceite obtenido fué sometido a un proceso de deseterización en un evaporador y posteriormente colocado en una estufa a 36 °C por 8 horas con una corriente de aire, logrando así un aceite libre de éter.

### 3.5. ANÁLISIS DEL ACEITE.

Al aceite obtenido se le efectuaron análisis físicos y químicos así:

### 3.5.1. ANALISIS FISICOS DEL ACEITE.

Las constantes físicas determinadas fueron: índice de refracción, densidad o gravedad específica y punto de fusión.

El índice de refracción se determinó con un refractómetro - Abbe marca Bausch & Lomb. La gravedad específica aparente o densidad, por comparación y diferencia de pesos con agua y aceite, y el punto de fusión se determinó por el método de tubo capilar. En todos los casos se siguió la metodología de la AOAC (1975).

### 3.5.2. ANALISIS QUIMICOS DEL ACEITE.

Cromatografía de Gases. Mediante la cromatografía de gases se determinó la composición del aceite, los ácidos grasos en la fracción saponificable y los esteroides en la no saponificable. La composición de ácidos grasos y esteroides fueron determinados según métodos de la AOAC (1975). Las condiciones para la determinación de ácidos grasos fueron las siguientes: se usó un cromatógrafo Tracor con una columna de 1/4 de pulgada de diámetro empacada con 12% DEGS, estabilizada con Chromosorb 80/100, con una temperatura de inyección de 200 °C y una temperatura final de 220 °C, la temperatura fue variada 2 °C/ min. Para la cuantificación se utilizó un integrador HP. La muestra se preparó según el método de la AOAC (1973); y para el análisis se inyectó una cantidad de 2.0 microlitros.

En la determinación de esteroides se usó un cromatógrafo Tracor con una columna de 1/4 de pulgada de diámetro, empacada con -

3% OV-1.

Además de la cromatografía de gases, se efectuaron en el aceite obtenido, las determinaciones siguientes: índice de iodo, índice de acidez, índice de saponificación y valor de peróxidos. El método específico para determinar índice de iodo fue el de Hanus, que al igual que las otras determinaciones son métodos de la AOAC (1975).

### 3.5.3. ESTUDIO COMPARATIVO DEL ACEITE.

Se efectuó una comparación del resultado del cromatograma, con respecto a la composición de ácidos grasos, considerando sólo los ácidos grasos presentes por el aceite de la muestra con los rangos reportados por Spencer (1979). Por diferencia se calculó la desviación de los porcentajes obtenidos para cada uno de los aceites. El aceite con el que la desviación es menor es el que más se parece al aceite obtenido y el que posea la desviación mayor es el menos parecido. Se considera un rango aceptable toda desviación menor del 2% (Spencer, 1979).

### 3.6 DETERMINACION DE AMINOACIDOS DE LA PROTEINA.

Para conocer cuali y cuantitativamente la proteína presente en las diferentes regiones del fruto de "barillo", se efectuó el aminograma en ambas regiones, en un autoanalizador de la división de Ciencias Agrícolas y de Alimentos del Instituto Nutricional de Centro América y Panamá, INCAP; ubicado en la República de Gua

temala. En ambos casos se pesó una muestra, a la cual se le determinó el porcentaje de nitrógeno, luego se sometió a una hidrólisis por 16 horas, del volumen hidrolizado se inyecta una muestra para el análisis y se implementa la recuperación del mismo.

### 3.7. CALCULO DEL ESCORE QUIMICO.

El score químico es un elemento importante para la determinación del valor biológico de una proteína. Para obtener este valor se hace una comparación de los valores de aminoácidos en proteína de huevo, considerada proteína patrón y los cuales se considera que representan el 100%; mientras que los datos obtenidos en la proteína a investigar se consideran X%. El menor valor obtenido en esta comparación representa el score químico.

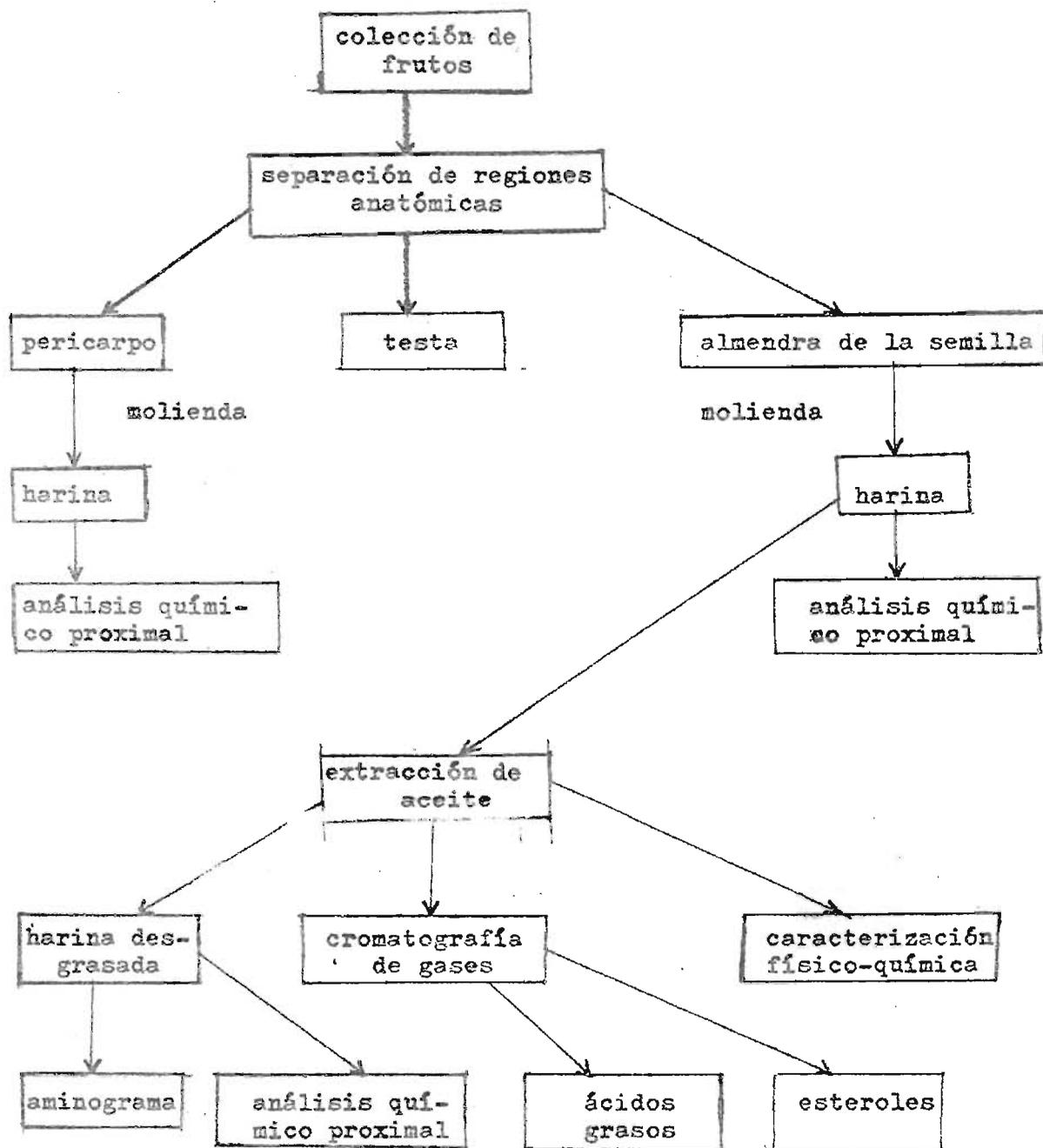


FIGURA 1.- Marcha seguida para el desarrollo del trabajo.

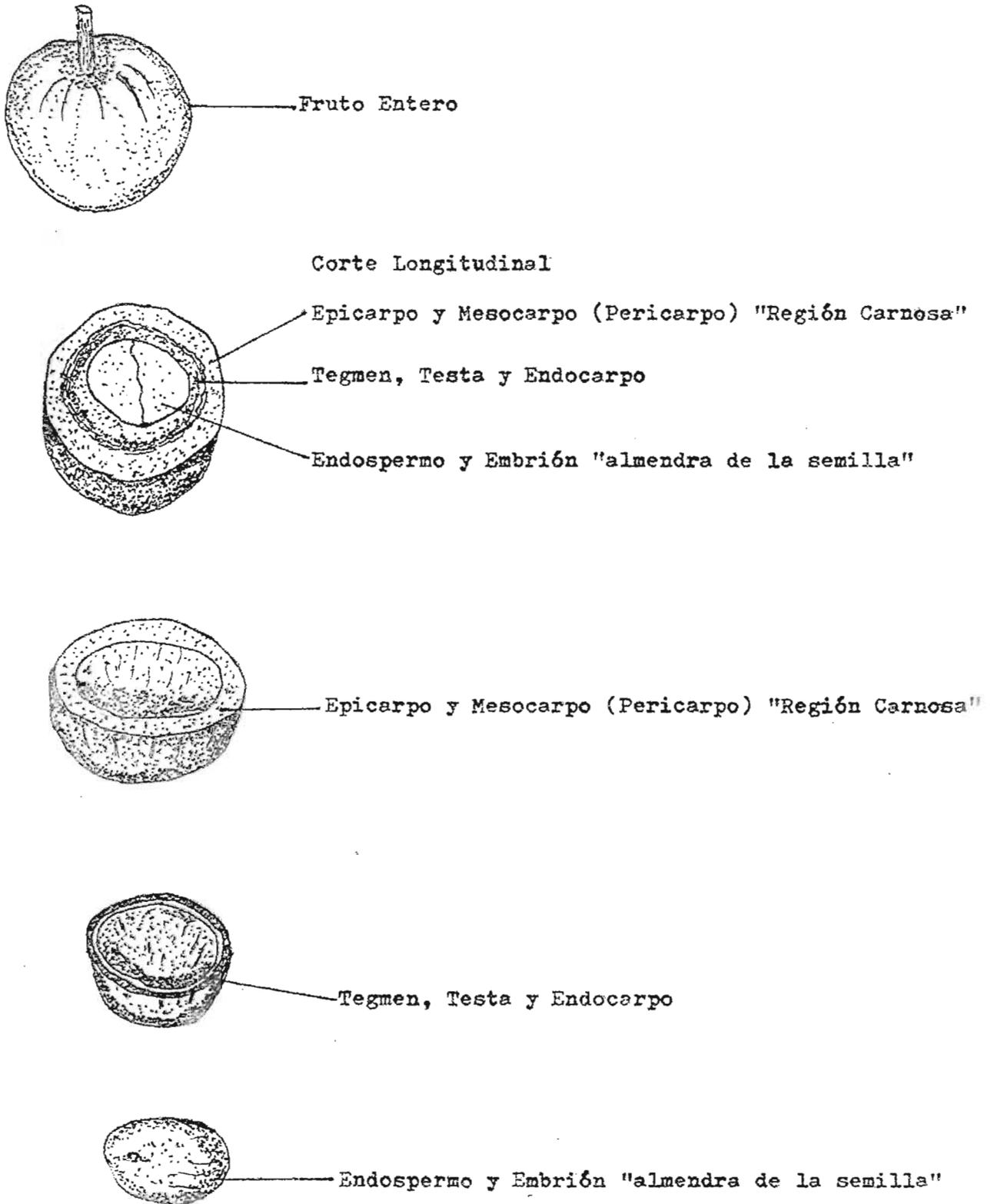


FIGURA 2.- Esquema de las regiones anatómicas que componen el fruto de "barillo".

## MUESTRA FRESCA

A	G	U	A	MATERIA SECA
---	---	---	---	--------------

## MUESTRA SECA

AGUA	MATERIA SECA
------	--------------

## SOBRE LA BASE DE 100% MATERIA SECA

CENIZAS	MATERIA ORGANICA			
MINERALES Ca, P, Mg, I Zn, Co, Cu, Mo y otros.	PROTEINA CRUDA	EXTRACTO ETEREO	CARBOHIDRATOS	
	PROTEINA + COMPUESTOS NITROGENA- DOS NO PRO- TEICOS	GRASAS + PIGMENTOS + CAROTENOS	FIBRA CRUDA Celulosa Hemicelu- lose Lignina y otros	EXTRACTO SIN N. Almidones Azúcares solubles y otros

FIGURA 3.- Fraccionamiento de la materia, según sistema proximal  
(Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1979).

#### 4. RESULTADOS

##### 4.1. PESOS DE LAS DIFERENTES FRACCIONES.

El cuadro 1 presenta el peso promedio del fruto de "barillo" que fue de 10.68 g., de los cuales el pericarpio posee 6.91 g. -- que corresponden al 64.6%. La almendra de la semilla presenta un peso promedio de 3.74 g. que corresponden al 35%. El 0.4% restante corresponde a la región no considerada en este trabajo y que comprende el endocarpio, la testa y el tegmen.

##### 4.2. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL.

El cuadro 2 representa los resultados en los análisis químicos proximales efectuados en las muestras de las diferentes regiones. Grandes diferencias son observadas primordialmente en el caso de extracto etéreo, donde la harina de almendra de semilla presenta un 37.7%, mientras que la correspondiente al pericarpio llega a 5.9% y la harina desgrasada presenta un 4.1%. En el caso de proteína cruda, los datos obtenidos para pericarpio y harina desgrasada no presentan gran diferencia (12.7% y 11.6% respectivamente), mientras que la harina de almendra de semilla posee un 7.1%. Para los minerales, en el caso de Fe se obtuvo una diferencia considerable, ya que el pericarpio posee 323.2 ppm, muy superior al presentado por las otras dos. Las variaciones presentadas en el caso de extracto etéreo y proteína cruda, son factores influyentes en el porcentaje de carbohidratos solubles en las diferentes muestras, debido a las deficiencias del método utilizado para su

determinación. Los datos complementarios de este análisis se encuentran en el Cuadro 2.

#### 4.3. ANÁLISIS FÍSICO DEL ACEITE.

El análisis físico del aceite de "barillo" se verificó para caracterizar el aceite. Conociendo que las determinaciones efectuadas son propias de cada aceite, el índice de refracción obtenido fue de 1.4845. Este valor caracteriza al aceite y puede ser utilizado para determinar adulteraciones, ya que una pequeña variación natural o artificial haría variar dicho valor.

El punto de fusión obtenido es de 5.8 °C con una desviación standard de  $\pm 0.21$ . Esto está determinando el grado de saturación del aceite. La gravedad específica obtenida a una temperatura ambiental de 22°C fué de 0.97, este dato permite determinar la longitud de la cadena carbonada de los triglicéridos componentes del aceite. Los resultados completos del análisis físico del aceite se encuentran en el Cuadro 3.

#### 4.4. ANÁLISIS QUÍMICO DEL ACEITE.

Índice de iodo: es un indicador del grado de insaturación del aceite y lo caracteriza como secante, semisecante y no secante. Un aceite más insaturado es más líquido, el aceite de "barillo" presentó un índice de iodo de  $97.0 \pm 2.23$ .

El valor o índice de peróxidos obtenido es de 29.4 meq/100 g., el cual nos permite conocer el grado de rancidez del aceite.

Un mayor número de peróxido nos dará como resultado un aceite más rancio o sea con menos tiempo de duración.

La acidez libre expresada como porcentaje de ácido oleico da un valor de 8.6%. La importancia de este dato se refiere a las pérdidas que sufre un aceite en su refinamiento. El valor de índice de saponificación e índice de acidez se encuentran, al igual que todo el análisis físico-químico, en el Cuadro 3.

#### 4.4.1. CROMATOGRAFIA.

Cromatografía de gases: éste es el análisis más importante, ya que da la composición en calidad y cantidad del aceite en lo que a sus componentes como ácidos grasos y esteroides se refiere.

##### 4.4.1.1 ACIDOS GRASOS.

En la composición de ácidos grasos puede observarse una dominancia del ácido oleico presente en un 43.5%, el linoleico en 32.9%, en menor cantidad el palmítico en un 16.2% y el esteárico en un 7.4%. El Cuadro 4 presenta los resultados obtenidos para esta determinación y la figura 4 representa el cromatograma obtenido para la determinación de los ácidos grasos.

##### 4.4.1.2 ESTEROLES.

En la determinación de esteroides se encontraron 4 asignaciones correspondiendo a: Colesterol en un 11.4%, brassicasterol en 33%, estigmasterol en 20.1% y el B-sitosterol en un 35.1%; además se encontró una traza que corresponde al campesterol. Los ..

resultados de este análisis se encuentran en el Cuadro 4 y la Figura 5 corresponde al cromatograma obtenido para esteroides del aceite de "barillo".

#### 4.5. COMPARACION DEL ACEITE.

Los resultados de comparar los datos obtenidos en la cromatografía de gases, al determinar cuali-cuantitativamente los ácidos grasos, con los datos reportados en el anexo 4, determinan que el aceite de "barillo" tiene una menor desviación con el aceite de "maní", que es igual a 1.6. La mayor desviación la presenta con el aceite de mostaza y es de 46.5. Los resultados se resumen en el Cuadro 5.

#### 4.6. AMINOGRAMA.

Los resultados obtenidos al efectuar el aminograma se encuentran en el Cuadro 6. De la comparación de los resultados obtenidos en estos aminogramas con la composición de aminoácidos en proteína de huevo, se obtuvieron los scores químicos correspondientes: al pericarpa un valor de 30.76 y para la proteína presente en la harina desgrasada de almendra de la semilla de "barillo" 51.76. Estos resultados se encuentran en el Cuadro 7.

CUADRO 1.- PROMEDIO, DESVIACION SATANDARD Y PORCENTAJE DEL PESO DE UNA MUESTRA DE 25 FRUTOS DE BARILLO Y SUS FRACCIONES ANATOMICAS.

	FRUTO ENTERO	PERICARPO	ALMENDRA DE SEMILLA
PROMEDIO (gms).	10.68	6.91	3.74
DESVIACION STANDARD	0.91	0.61	0.44
PORCENTAJE	100.00	64.60	35.00

CUADRO 2 .- ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DEL FRUTO DE BARILLO Y SUS FRACCIONES ANATOMICAS.

	PERICARPO (1)	ALMENDRA DE SEMILLA (1)	HARINA DESGRASADA DE ALMENDRA DE SEMILLA (1)
HUMEDAD (%)	4.1 ± 0.16	3.1 ± 0.21	7.5 ± 0.14
NITROGENO (%)	2.6 ± 0.03	1.1 ± 0.35	1.8 ± 0.11
PROTEINA CRUDA (%) (2)	12.7 ± 0.16	7.1 ± 0.23	11.6 ± 0.47
EXTRACTO ETHEREO (%)	5.9 ± 0.22	37.7 ± 0.27	4.1 ± 0.15
CENIZAS (%)	8.3 ± 0.22	2.0 ± 0.01	2.6 ± 0.85
Fe (ppm)	323.2 ± 3.20	9.1 ± 0.37	57.2 ± 2.88
Ca (%)	0.3 ± 0.03	0.1 ± 0.01	0.3 ± 0.14
P (%)	0.1 ± 0.07	0.1 ± 0.01	2.8 ± 0.28
FIBRA CRUDA (%)	33.6 ± 0.05	6.8 ± 0.38	6.3 ± 0.24
CARBOHIDRATOS (%) (3)	35.3 ± 0.27	43.3 ± 0.63	67.9 ± 0.61

(1): PROMEDIO ± DESVIACION STANDARD. (2): PROTEINA CRUDA = N X 6.25.

(3): 100 - SUMATORIA DE: (HUMEDAD + PROTEINA CRUDA + EXTRACTO ETHEREO + CENIZAS + FIBRA CRUDA).

CUADRO 3.- CARACTERIZACION FISICO-QUIMICA DEL ACEITE DE ALMENDRA DE SEMILLA DE BARILLO, EXTRAIDO CON METODO SOXHLET, UTILIZANDO COMO SOLVENTE ETER DE PETROLEO.

INDICE DE IODO gm de I/100 g de muestra	97.0 $\pm$ 2.23 (1).
INDICE DE ACIDEZ mg NaOH/g de muestra	17.1 $\pm$ 0.15
NUMERO DE SAPONIFICACION mg KOH/g de muestra	286.2 $\pm$ 1.90
INDICE DE PEROXIDO meq/100 gramos de muestra	29.4 $\pm$ 0.23
ACIDEZ LIBRE % ácido oleico	8.6 $\pm$ 0.08
INDICE DE REFRACCION a 22 °C	1.4845
GRAVEDAD ESPECIFICA 22/25 °C	0.97
25/25 °C	0.97
PUNTO DE FUSION °C	5.8 $\pm$ 0.21

(1): PROMEDIO  $\pm$  DESVIACION STANDARD

CUADRO 4.— CONTENIDO DE ACIDOS GRASOS Y ESTEROCLES DEL ACEITE DE LA  
ALMENDRA DE SEMILLA DE BARILLO.

COMPONENTES	%
ACIDOS GRASOS:	
PALMITICO	16.2
ESTEARICO	7.4
OLEICO	43.5
LINOLEICO	32.9
ESTEROLES:	
COLESTEROL	11.4
BRASSICASTEROL	33.0
CAMPESTEROL	TRAZAS
STIGMASTEROL	20.1
B-SITOSTEROL	35.1

CUADRO 5.- CALCULO DE DESVIACION AL EFECTUAR COMPARACION DE CONTENIDO CUANTITATIVO Y CUANTITATIVO DEL ACEITE OBTENIDO DE ALMENDRA DE SEMILLA DE BARILLO CON OTROS ACEITES COMERCIALES.

ACIDO GRASO	% EN SEMILLA DE BARILLO.	DESVIACION CON ACEITES VEGETALES COMERCIALES						
		MANI	ALGODON	MAIZ	MOSTAZA	AJONJOLI	SOYA	GIRASOL
PALMITICO	16.2	0.7	0.8	---	11.7	4.2	4.2	6.2
ESTEARICO	7.4	0.9	3.4	3.4	5.4	1.4	1.9	---
OLEICO	43.5	---	---	---	20.5	---	13.5	---
LINOLEICO	32.9	---	0.1	1.1	8.9	2.1	15.1	---
DESVIACION TOTAL		1.6	4.3	4.5	46.5	7.7	34.7	6.2

MENOR DESVIACION DEL ACEITE DE BARILLO: 1.6 CON ACEITE DE MANI

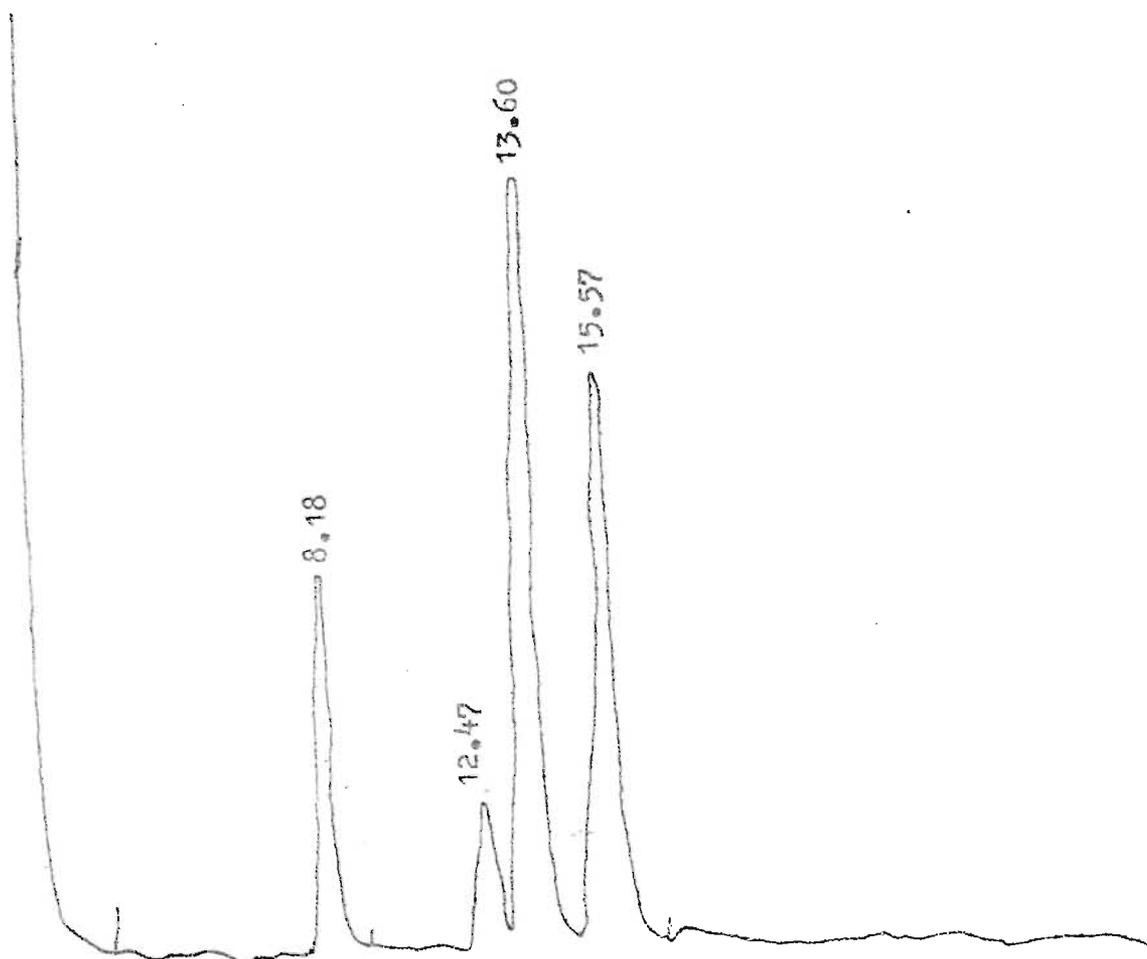
MAYOR DESVIACION DEL ACEITE DE BARILLO: 46.5 CON ACEITE DE MOSTAZA.

CUADRO 6.- CONTENIDO DE AMINOACIDOS EN PERICARPO Y ALMENDRA DE LA SEMILLA DE BARILLO.

AMINOACIDO	PERICARPO (g%)	ALMENDRA DE SEMILLA (g%)
LISINA	0.294	0.424
HISTIDINA	0.091	0.184
AMONIO	0.046	0.085
ARGININA	0.298	0.851
AC. ASPARTICO	0.382	0.862
TREONINA	0.081	0.259
SERINA	0.107	0.316
AC. GLUTAMICO	0.640	1.826
PROLINA	0.184	0.577
GLICINA	0.213	0.429
ALANINA	0.262	0.562
VALINA	0.773	0.401
METIONINA	0.014	0.083
ISOLEUCINA	0.081	0.736
LEUCINA	0.342	0.694
TIROSINA	0.075	0.177
FENILALANINA	0.181	0.321
CISTINA	NO SE DETERMINO	
TRIPTOFANO	NO SE DETERMINO	

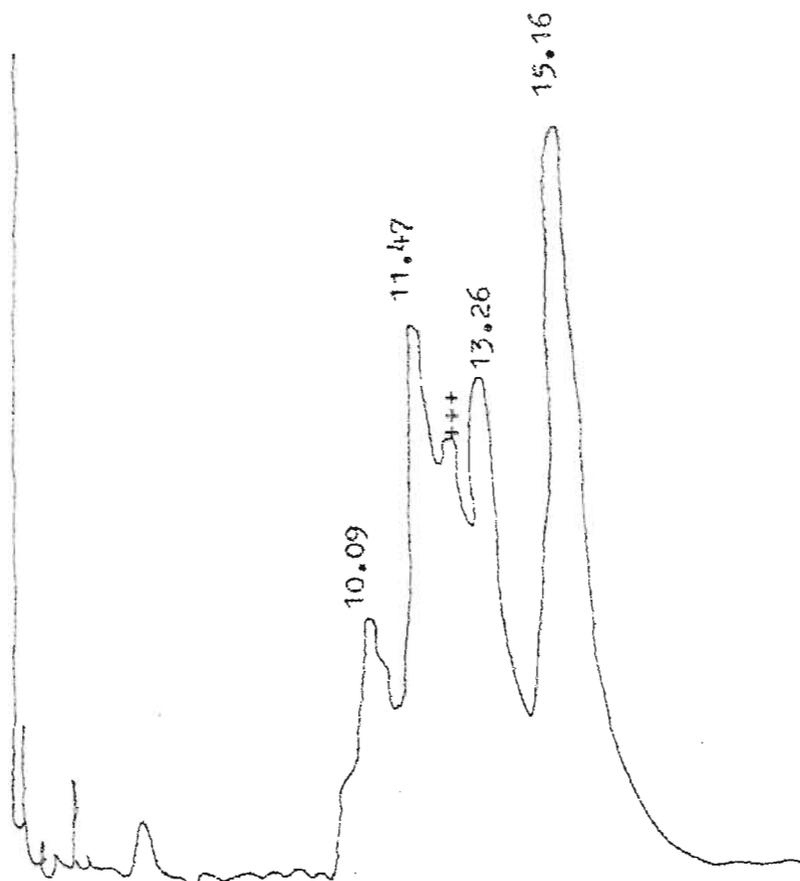
CUADRO 1.- COMPARACION DEL CONTENIDO DE AMINOACIDOS EN PROTEINA DE HUEVO Y EN LAS PROTEINAS PSE DE PERICARPO Y HARINA DESGRASADA DE ALMENDRA DE SEMILLA DE BARRILLO, CALCULO DEL SCORE QUIMICO.

AMINOACIDO	HUEVO mg.aa/g.prot.	%	HARINA DESGRASADA mg.aa/g.prot.	%	PERICARPO mg.aa/g.prot.	%
HISTIDINA	22	100	17.79	80.86	18.67	84.86
ISOLEUCINA	54	100	71.15	131.76	16.61	30.76
LEUCINA	86	100	67.09	78.01	70.15	81.57
LISINA	70	100	40.99	58.56	60.31	86.16
FENILALANINA + TIROSINA	93	100	48.14	51.76	52.51	56.46
TREONINA	47	100	25.04	53.28	16.61	35.34
VALINA	66	100	38.77	58.74	158.56	240.24
ESCORES QUIMICOS				51.76		30.76



RT	AREA	%	No. C/ No. dobles enlaces
8.18	8631	16.18	16:0
12.47	3968	7.44	18:0
13.60	23217	43.52	18:1
15.57	17527	32.86	18:2

FIGURA 4.- Cromatograma correspondiente a los ácidos grasos presentes en el aceite de la almendra de semilla de barillo.



<u>RT</u>	<u>AREA</u>	<u>%</u>	<u>NOMBRE</u>
10.09	14783	11.45	Colesterol
11.47	42595	32.98	Brassicasterol
++++			Campesterol
13.26	25955	20.10	Estigmasterol
15.16	45270	35.05	B- Sitosterol.

FIGURA 5.- Cromatograma correspondiente a los esteroides presentes en la porción no saponificable del aceite de la almendra de semilla de barillo.

## 5. DISCUSION

### 5.1. MATERIA PRIMA

Anualmente el árbol de "barillo" produce una cantidad de frutos que sobrepasa el medio millón, si para producir un kilogramo son necesarias un promedio de 700 semillas, por árbol se obtendrían 715 Kgs. de semilla. Actualmente en la región central de San Salvador se encuentra un número aproximado de 3 mil árboles de "barillo", en un 80% ya en capacidad de producir frutos y el resto en crecimiento. Estos datos nos darían una producción total de 2.1 millones de Kgs., semilla que al procesarla para la extracción de aceite se obtendría un total bruto de 861 mil Kgs., considerando que contiene 37.7% de aceite y una extracción del 100%. Como generalmente los procesos de extracción dejan un 5% a lo sumo en la torta obtenida por prensa, se obtendría aproximadamente unos 600 mil Kgs. de aceite que podrían ser útiles como materia prima.

Además, serían obtenidos 1.5 millones de Kgs. de torta desgrasada con la cual podría ser implementado un estudio que permita encontrar una utilización, ya sea dentro del campo industrial, alimenticio u otro.

Estos datos nos muestran una mayor producción de aceite que el presentado por el "morro", que es otro cultivo no comercializado, ya que en una manzana es capaz de producir 847 Kg. de aceite, cálculos no demostrados puesto que no hay una manzana cultivada en condiciones idóneas a las planteadas por Del Cid (1980).

El fruto entero presenta un peso promedio de 10.68 gms., de los cuales el pericarpio presenta un promedio de 6.91 gms., mientras que la almendra de la semilla posee un promedio de 3.74 gms. Esto indica un porcentaje de la almendra de la semilla de 35.02% mayor al 9.46% presentado por la semilla de "morro" (Del Cid, 1980) y al presentado por "ajonjolí" (Herrera et al., 1974).

## 5.2. ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

El análisis químico proximal en el 100% de materia seca, en las tres muestras analizadas: pericarpio, almendra de la semilla y harina desgrasada de la almendra de semilla, se obtuvo un porcentaje de proteína cruda de 12.7%, 7.1% y 11.6% respectivamente, muy inferior al rango aceptable para alimentación humana. Estos datos son bajos al compararlos con el 52.03% y 46.57% presentados por las tortas de "soya" y "ajonjolí" respectivamente (Herrera, et al., 1974).

En el caso del aceite es importante señalar que la almendra de la semilla posee 37.7%, superior al mínimo aceptable, 20%, señalado por Ward (citado por Del Cid, 1980). En la torta desgrasada conserva un 4.1% de aceite, que es mayor al reportado por Herrera, et al. (1974), para las tortas de "ajonjolí" y "soya" que es de 2.23% y 2.31% respectivamente, habiéndose utilizado el mismo método de extracción.

En cenizas se encontró que el pericarpio presenta 8.3%, superior al 2.0% y 2.6% encontrados en la almendra de la semilla y

la harina desgrasada respectivamente. El valor obtenido para el pericarpio es el que más se aproxima al presentado por las tortas de "soya" y "ajonjolí", que poseen 7.58% (Herrera et al, 1974).

En la determinación de minerales, el pericarpio presenta una diferencia notable en el contenido de Fe, mientras que en Ca y P la variación es mínima. En Ca presenta similitud con los datos reportados para las tortas de "soya" y "ajonjolí" que son 0.21% y 1.97% respectivamente, y las muestras de "barillo" 0.3%, 0.1% y 0.3% para pericarpio, almendra y torta desgrasada respectivamente (Herrera, et al, 1974). En P la mayor variación se observa en la torta desgrasada (2.8%), mientras que en el pericarpio y la almendra se mantiene igual (0.1%). El dato de la torta es el más próximo al presentado por la torta de "ajonjolí" (1.6%) (Herrera, et. al, 1974).

### 5.3. CARACTERIZACION FISICO-QUIMICA DEL ACEITE.

El índice de refracción, considerado con frecuencia uno de los mejores criterios de pureza; su medida permite seguir el proceso de una purificación (Brown, 1970). El índice de refracción del aceite de "barillo" es mayor que el reportado para el "morrón" por Del Cid, (1980), ya que el primero presenta 1.4845 y el segundo 1.4691; ésto indica la presencia de menos pureza en el aceite de "barillo".

El punto de fusión, es la constante física más utilizada; la presencia de impurezas que no sean sales minerales provocan -

un descenso de dicha constante (Brown, 1970). El dato reportado por Del Cid (1980), para aceite de "morro" es de 8.7 °C, mientras que el aceite de "barillo" presenta 5.8 °C.

La gravedad específica, es un buen criterio de pureza y de identidad para los líquidos, se considera una magnitud mal definida en el caso de sólidos (Brown, 1970). El aceite de "barillo" presenta una gravedad específica de 0.97 g/m ., mientras que el aceite de "morro" posee 0.89 g/ml. (Del Cid, 1980).

El índice de refracción, punto de fusión y gravedad específica varían según la constitución y forma de agruparse de las moléculas, Estas determinaciones no alteran la constitución química del aceite, pero ponen de relieve sus propiedades.

El índice de iodo que se obtuvo permite afirmar que el aceite de "barillo" obtenido es un aceite no secante (Brown, 1970). Lo que caracteriza al aceite de almendra de semilla de "barillo" como bastante líquido, con un grado de insaturación grande. El ser no secante es una característica que debe estar presente en todos los aceites alimenticios (Brown, 1970).

El índice de saponificación indica que el aceite de "barillo" es un aceite medianamente saponificable como el de "morro", "oliva", "maní", "soya" y "linaza" (Del Cid, 1980).

En los resultados de peróxido se considera que están bastante altos debido que el aceite fue maltratado en el proceso de deseterización y esto influye en estas determinaciones.

5.4. CROMATOGRAMA DEL ACEITE OBTENIDO

El cromatograma es el análisis más completo efectuado, ya que la cantidad y calidad de los ácidos grasos componentes del aceite son determinados por este método. La presencia de 43.5% de ácido oléico da la caracterización de ser importante para ensayos biológicos, ya que este ácido presenta un 84% de digestibilidad para humanos (Merten, 1970). Además es el ácido más importante de los monoinsaturados en aceites vegetales. Entre los di-insaturados, el ácido linoléico se encuentra presente en un 32.9% y es el principal constituyente de los aceites presentes en semillas oleaginosas comestibles (Merten, 1970). Esto es bien diferente a lo planteado por Mazzani (1963), quien sostiene que el ácido linoléico es un ácido "menor" para la familia Guttiferae. En el caso de los ácidos esteárico y palmítico, ambos presentan una digestibilidad menor que los anteriores; el esteárico presenta 23% y el palmítico 39% (Merten, 1970).

5.5. ESTEROLES.

Una de las importancias de esteroides, (alcoholes sólidos de 27 a 29 átomos de Carbono), es la de servir como protección en la formación de peróxidos de ácidos grasos insaturados, evitando la rancidez del aceite. Otra importancia es que pueden acumularse en las arterias y provocar la arteriosclerosis. Los esteroides presentes en el aceite de la almendra de la semilla de "barillo" corresponden a los que

comúnmente se encuentran en la mayoría de aceites vegetales (Merten, 1970). El porcentaje de esteroides es menor cuando el aceite es sometido a un proceso de refinamiento y este hace disminuir las probabilidades de una arterioesclerosis (Sherman, 1943).

#### 5.6. COMPARACION DEL ACEITE.

Debido a la ausencia de estudios sobre el aceite de la semilla de "barillo", los resultados han sido comparados con la composición de ácidos grasos de aceites reconocidos. En este sentido se han considerado los datos reportados por Spencer (1979) y citados en el anexo 4. La presencia del 16.2% de ácido palmítico se encuentra en el rango que presenta el aceite de "maíz". El porcentaje de ácido esteárico es de 7.4%, que se encuentra en el rango reportado para el aceite de "girasol". El ácido oleico, presenta un 43.5%, se encuentra en los rangos reportados para los aceites de maní, "algodón", "ajonjolí", "maíz" y "girasol". El ácido linoleico presenta 32.9%, se encuentra en los rangos de los aceites de "maní" y "girasol".

Siguiendo el método de comparación planteado por Spencer (1979), el aceite de "barillo" presenta una mayor proximidad con el aceite de "maní", ya que la desviación es de 1.6, menor que los obtenidos al compararlo con aceites de "girasol", "mostaza", "soya", "maíz", semilla de "algodón" y "ajonjolí". La desviación mayor fue de 46.5% y se obtuvo

con el aceite de "mostaza".

5.7. AMINOGRAMA.

Este tipo de análisis se implementa en la torta desgrasada, tratando de encontrar una utilización más al fruto, - principalmente se analiza la presencia de aminoácidos esenciales. Los resultados obtenidos se comparan con la composición aminoacídica de la proteína de huevo, para obtener el score químico, lo que permite determinar una posible utilización como aportador proteico de la harina en estudio (FAO/OMS, 1973). El aminograma obtenido demuestra pobreza proteica de la torta. Los resultados bajos obtenidos al efectuar el score químico confirman esto.

## 6. CONCLUSIONES

- El árbol de "barillo" produce una gran cantidad de semillas, materia prima para la obtención de aceite, germina y crece en suelos pobres, no utiliza insecticidas y posee un alto porcentaje de aceite; estos elementos hacen considerar al "barillo" como un árbol de utilidad múltiple y no solamente para sombra y ornato.
- El "barillo" es útil por su madera, su resina es utilizada por nuestros campesinos para medicamentos, que son otros factores positivos de esta planta.
- El contenido de 37.7% de aceite presentado por la almendra de semilla de "barillo" es considerado alto, puesto que es superior al 20% considerado como aceptable.
- El aceite de "barillo" presenta la característica de ser no secante, lo que permite afirmar su utilización para ensayos biológicos.
- Al comparar el aceite de "barillo", presenta una proximidad con el aceite de "maní", actualmente utilizado en alimentación.
- El porcentaje de proteína cruda encontrado en las tres muestras de harina es considerado bajo, al compararlo con otros alimentos útiles en la actualidad, que son aportadores proteicos.

## 7. RECOMENDACIONES

- Deberán efectuarse estudios posteriores sobre digestibilidad y toxicidad, considerando los elementos siguientes: alto contenido de aceite en la semilla y la presencia de un contenido grande de Fe en el pericarpo. Además, posibles utilizations de la torta desgrasada ya sea como forraje, en dietas alimenticias o bien como fertilizante.
- Estudiar la posible utilización para consumo humano del aceite obtenido, mediante análisis de digestibilidad, toxicidad, crecimiento y aprovechamiento, lo mismo que pruebas organolépticas que permitan conocer la aceptación al sabor, olor y color del aceite.
- Analizar más profundamente el aceite para una posible utilización industrial, pinturas, jabones, productos farmacéuticos, cosméticos, etc.
- Utilización de otros métodos de extracción de aceite, pues el de solvente provoca maltrato del mismo en el proceso de deseterización.

## 8. RESUMEN

El presente trabajo busca nuevos usos de una planta actualmente utilizada para sombra, tratando de encontrar fuentes energéticas. Para tal fin se implementó una investigación bibliográfica sobre la utilización actual del "barillo" (Calophyllum brasiliense Camb.). Como su utilización es bien limitada, se procedió a llevar a cabo un estudio físico-químico sobre el fruto y las diferentes regiones que lo componen. Se pesó el fruto y sus regiones por separado, luego se implementó el análisis químico proximal de las diferentes regiones. Al obtener un alto porcentaje de aceite en la almendra de la semilla, se procedió a extraer aceite de ésta y la caracterización físico-química de dicho aceite, determinando además ácidos grasos y esteroides por cromatografía de gases. Los resultados indican la perspectiva de utilización de dicho aceite para uso alimenticio e industrial, principalmente en el primer rubro. A la torta desgrasada se le efectuó un análisis proteico mediante un aminograma, el cual demostró que el contenido de proteínas es bajo, por lo que se considera que por sí sola esta harina no puede ser utilizada para alimento.

El aceite obtenido se comparó con aceites actualmente útiles para alimentación humana y se encontró una diferencia mínima con aceite de "maní" y una diferencia grande con aceite de "mostaza".

Tanto el aceite como la harina desgrasada, presentan perspectivas concretas de una utilización en diferentes rubros. Estudios ...

posteriores en los campos económico, ecológico y nutricional pueden determinar utilizations específicas de dicha planta en diferentes campos.

## 9. REFERENCIAS

- AGUILAR, J. I. 1960. Relación de unos aspectos de la flora útil de Guatemala. 2a. Edición. Tipografía Nacional, Guatemala.
- AMERICAN OIL CHEMIST'S SOCIETY. 1973. Official and Tentative Methods of the American Oil Chemist's Society (AOCS). 2nd. Edition. AOCS, Chicago.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. 1975. Official Methods of the AOAC. 12th. Edition. AOAC, Washington, D. C.
- BROWN, J. B. 1970. Lipids' Chemistry. Ohio J. Science 33; 37-48.
- CALDERON, S. & P. C. STANDLEY. 1941. Lista preliminar de las Plantas de El Salvador. Imprenta Nacional, San Salvador.
- CHONCHOL, J. 1980. Desnutrición y dependencia. Problema Alimentario de la Población Latinoamericana. Comercio Exterior. - Vol. 30 No. 7. México, D. F.
- CHOUSSY, F. 1977. Flora Salvadoreña. Tomo III. Editorial Universitaria, San Salvador.
- DEL CID, J. W. 1980. Características químicas y nutricionales del aceite de semilla de "morro" (Crescentia alata) obtenido por prensa. Instituto Nutricional de Centroamérica y Panamá, - Guatemala. (Tesis de Maestría).
- FAO. 1970-1980. Production Yearbooks. FAO, Roma.

- FAO/OMS. 1954. Los problemas de nutrición en América Latina. 3a. Conferencia. FAO/OMS, Caracas.
- FAO/OMS. 1958. Informe de la quinta reunión del comité mixto FAO/OMS de expertos en nutrición. FAO/OMS, Roma.
- FAO/OMS. 1973. Necesidades de energía y proteínas. Informe de expertos de alimentación del comité mixto FAO/OMS. FAO/OMS, - Roma.
- FAO/SIECA. 1971. Perspectiva para el desarrollo y la integración de la agricultura en Centroamérica. FAO/SIECA, Guatemala.
- GUZMAN, D. J. 1950. Especies Útiles de la Flora Salvadoreña. Ministerio de Educación, Dirección de Publicaciones, San Salvador.
- HERRERA, E. H., P. A. GIL & J. TOVAR. 1974. Influencia del procesamiento industrial sobre el valor nutritivo de las tortas de ajonjolí, algodón y soya en Colombia. Vol. 10, No. 2. -- ICA, Bogotá.
- LANGSTRAT, A. 1976. Characteristics and composition of vegetable oilbearing material. J. Am. Oil Chem. Soc. 53(6): 242-247.
- MAZZANI, B. 1963. Plantas Oleaginosas. Salvat Editores, Barcelona
- MERTEN, H. L. 1970. Low calories lipids. J. Agr. Food Chem. -- 18(6): 1002-1004.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1979. Relaciones inherentes al control de calidad de materias primas y concentrados destinados a la alimentación y nutrición animal en El Salvador. - División de Investigación de la Dirección General de Ganadería, San Salvador.

MINISTERIO DE ECONOMIA. 1977. El Salvador en cifras. Dirección - General de Estadística y Censos. Imprenta Nacional, San Salvador.

MOZO, M. T. 1976. Algunas especies aptas para la reforestación en Colombia. Publicación INCORA 013/76, Bogotá.

PAREDES, L. O. & N. Y. GALLARDO. 1981. La alimentación en América Latina. Una mirada al pasado, al presente y al futuro. Vol. 31, No. 3. Comercio Exterior, México, D. F.

SARUKHAN, J. 1968. Árboles Tropicales de México. Instituto de Investigaciones Forestales de México, México, D. F.

SHERMAN, H. C. 1943. Essentials of nutrition. 2nd Edition. Mc -- Millan, New York.

SPENCER, G. F. 1979. Fatty acid composition as a basis identification of commercial fats and oils. Northern Regional Laboratory, Illinois.

WARD, J. A. 1976. Processing high oil content seeds in continuous - screw presses. J. Am. Oil Chem. Soc. 53 (6): 262-264.

YOUNG, N. 1975. La situación de las proteínas convencionales en A  
mérica Latina. Segundo Seminario Avanzado de Tecnología de  
Alimentos. Instituto de Investigaciones Tecnológicas, Bogo  
tá.

ANEXO 1.- CONSUMO CALORICO PROTEICO DE LA POBLACION CENTROAMERICANA POR PAISES Y CLASES SOCIALES (FAO/SIECA, 1971).

ESTRATOS (% DE LA POBLACION)	GUATE MALA	EL SAL VADOR	HONDU RAS	NICA RAGUA	COSTA RICA
C A L O R I A S (calorías/persona/día)					
BAJOS INGRESOS (50%)	1326	1345	1465	1767	1990
MEDIANOS (30%)	2362	2128	2661	2703	2632
ALTOS (15%)	2919	2697	3268	3255	3107
MAS ALTOS ( 5%)	4234	3695	4590	3931	4112
REQUERIMIENTOS MINIMOS: 2400 calorías/persona/día					
P R O T E I N A S (gramos de protefna/ día)					
BAJOS INGRESOS (50%)	31	30	33	47	47
MEDIANOS (30%)	57	50	65	73	70
ALTOS (15%)	76	68	86	90	87
MAS ALTOS ( 5%)	130	101	137	112	123
REQUERIMIENTOS MINIMOS:					
ADULTO NORMAL HOMBRE: 0.57 g.protefna/Kg. de peso/día. Con un peso promedio de 70 Kg necesita 40 g.protefna/día.					
ADULTO NORMAL MUJER : 0.52 g.protefna/Kg. de peso/día. Con un peso promedio de 55 Kg. necesita 30 g. de protefna/día					

ANEXO 2.- PRINCIPALES ACIDOS GRASOS PRESENTES EN ACEITES VEGETALES Y SUS CARACTERISTICAS (Brown, 1970).

ACIDO	FORMULA	NUMERO DE DOBLES ENLACES	PESO MOLECULAR	INDICE DE IODO	INDICE DE PEROXIDO	FUSION °C
OLEICO	$C_{17}H_{33}COOH$	1	282.5	89.9	89.9	13.3
ESTEARICO	$C_{18}H_{35}COOH$	0	284.5	0	0	69.6
PALMITICO	$C_{15}H_{31}COOH$	0	256.4	30.2	0	62.9
LINOLEICO	$C_{17}H_{31}COOH$	2	280.4	181.0	96.6	-5.0
MIRISTICO	$C_{13}H_{27}COOH$	0	228.4	0	0	54.4
ARAQUIDICO	$C_{19}H_{37}COOH$	4	304.5	333.5	0	-49.5

ANEXO 3.- NECESIDADES ESTIMADAS DE AMINOACIDOS EN HUMANOS. (FAO/OMS, 1973).

AMINOACIDO	ADULTOS		VALOR COMBINADO PARA ADULTOS mg/kg.peso/día	DISTRIBUCION PROPUESTA mg/g.peso	NIÑOS 10-12 AÑOS DE EDAD	
	HOMBRES mg/día	MUJERES mg/día			NECESIDADES OBSERVADAS mg/kg peso/día	PAUTA RECOMENDADA mg/g.prot.
ISOLEUCINA	700	550	10	18	30	37
LEUCINA	1100	730	14	25	45	56
LISINA	800	545	12	22	60	75
METIONINA + CISTINA	1100	700	13	24	27	34
FENILALANINA + TIROSINA	1100	---	14	25	27	34
TREONINA	500	375	7	13	35	44
TRIPTOFANO	250	168	3.5	6.5	4	4.6
VALINA	800	622	10	18	33	41

ANEXO 4 - COMPOSICIÓN DE ACIDOS GRASOS DE GRASAS Y ACEITES DETERMINADOS POR CROMATO-  
GRAFIA GAS-LIQUIDO (Spencer, 1979).

ACIDO GRASO	MANI	ALGODON	MAIZ	MOSTAZA	AJONJOLI	SOYA	GIRASOL
MIRISTICO	< 0.1	0.5-2.0	< 1.0	< 1.0	< 0.5	< 0.5	< 0.5
PALMITICO	6.0-15.5	17.0-29.0	8.0-19.0	0.5- 4.5	7.0-12.0	7.0-12.0	3.0-10.0
ESTEARICO	1.3- 6.5	1.0- 4.0	0.5- 2.0	0.5- 2.0	3.5- 6.0	2.0- 5.5	1.0-10.0
OLEICO	36.0-72.0	13.0-44.0	19.0-50.0	8.0-23.0	35.0-50.0	19.0-30.0	14.0-65.0
LINOLEICO	13.0-45.0	33.0-58.0	34.0-62.0	10.0-24.0	35.0-50.0	48.0-58.0	20.0-75.0
LINOLENICO	< 1.0	0.1- 2.1	< 2.0	6.0-18.0	< 1.0	4.0-10.0	< 0.7