

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA



ACTUALIZACION DE LA INFORMACION SOBRE
EL COCO Y SUS DERIVADOS.

MONOGRAFIA
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO QUIMICO
PRESENTA

MANUEL MENDOZA LABRA

México, D. F.

1979



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

~~_____

_____~~

TESIS 1979
M. E.
227



MONOGRAFIA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO QUIMICO

SE PRESENTA

EL TITULO DE

INGENIERO QUIMICO

SE PRESENTA

Jurado asignado originalmente según el tema:

Presidente: Profr. Guillermo Calderón Ramírez.

Vocal: Profr. Enrique Rangel Treviño.

Secretario: Profr. Alfonso Bernal Sahagún.

1er. Suplente: Profr. Ricardo Lassala Mozo.

2o. Suplente: Profr. Marco Antonio Miranda.

Sitio donde se desarrolló el tema: Bibliotecas de la ciudad.

Nombre y firma del sustentante: Manuel Mendoza Labra.

Nombre y firma del asesor del tema: I. Q. Alfonso Bernal Sahagún.

Con gratitud a mis Padres:

Isaías y Guillermina

por los esfuerzos que han realizado
para que llegara este momento.

A mis hermanos:

Héctor, Beatriz, Isaías, Francisco,
José Antonio, Sergio, Hugo, Rosa María,
María del Carmen y Silvia.

por todo lo que hemos compartido.

A mis amigos:

Porque bien saben lo que
significan para mi.

A mis maestros:

Porque en ellos encontré el impulso
para continuar, en especial en el
maestro Marco Antonio Miranda.

A todas aquellas personas que
hicieron posibles mis estudios.

A la Facultad de Química:

porque en ella encontré un
camino.

Indice.

Presentación	1
Introducción	2
Capítulo I: Descripción de las especies de cocotero	4
1.- Variedades principales.	
2.- Variedades altas.	
3.- Variedades enanas.	
4.- Otras variedades.	
5.- Comparación entre variedades altas y enanas.	
Capítulo II: Producción mundial y nacional	11
1.- Situación mundial del coco: producción y — comercio.	
2.- Producción mundial y nacional de coco y co- pra (1967 - 1977).	
Capítulo III: Problemas que tiene el cultivo.	14
1.- Clima.	
2.- Suelos.	
3.- Importancia de la alimentación mineral.	
4.- Espaciado.	
5.- Cultivos intercalados.	
Capítulo IV: Utilización de los productos y subproductos.	23
1.- Utilización de las cáscaras de coco.	
2.- Utilización de los cascos de coco.	
3.- Utilización de la madera de cocotero.	
4.- Utilización del agua de coco.	

- 5.- Utilización de la savia del cocotero.
- 6.- Coco desecado.
- 7.- Extracción de aceite y proteína de los cocos.
 - A. Harina de coco.
 - Procesos en seco.
 - Procesos en húmedo.
 - B. Proteína de coco aislada.
 - C. Leche de coco descremada.
- 8.- Propiedades y aprovechamiento del aceite de -
coco.
- 9.- Cuadros de composición de algunos productos y
subproductos y diagramas de funcionamiento de
algunos procesos.

Capítulo V: Perspectivas de desarrollo y utilización

92

- 1.- Situación de los productos básicos en 1976 --
1977.
- 2.- Las perspectivas a corto plazo.
- 3.- Fibra de bonote: producción y comercio.
- 4.- El mercado del carbón vegetal de cascos de --
coco.
- 5.- El mercado de harina de cascos de coco.
- 6.- Perspectivas de la harina de coco.

Conclusiones y recomendaciones.

101

Bibliografía.

104

PRESENTACION

El objeto que persigue el siguiente trabajo es presentar un panorama lo más ampliamente posible del coco y sus derivados. La inquietud por hacerlo nació de las perspectivas que presentan los productos del cocotero para satisfacer las necesidades alimenticias de la población mundial, ya que se ha demostrado a través de investigaciones las cualidades proteínicas de ellos. Es importante hacer notar que éste es el nuevo enfoque de utilización, aunque, no se han abandonado los productos que tradicionalmente se obtienen (primordialmente aceite), así como el desarrollo de nuevos métodos de utilización para los desechos que proporciona el cocotero (cáscara, cascós y madera).

A medida que las investigaciones avanzan, se ha encontrado que el coco bien puede representar toda una alternativa económica (sujeta a estudio) para los países en desarrollo, puesto que de él pueden obtenerse una variedad tan amplia de productos (desde materiales de construcción hasta productos de consumo alimenticio) que bien vale la pena tomarlo en cuenta.

El alcance de este trabajo no es tan amplio como para determinar la factibilidad de desarrollar el cultivo del coco y toda la industria que genera en su entorno, sino como se apunta al principio es sólo una visión panorámica de las posibilidades que presenta.

INTRODUCCION.

El cocotero (*Cocos nucifera* L.) es la más importante de todas las palmeras cultivadas. Desde hace siglos, el cocotero viene siendo uno de los principales cultivos del mundo. Su fruto, hojas y madera proporciona a muchos millares de pequeños propietarios alimentos, bebidas, combustible y alojamiento. El fruto del cocotero - el coco - es, con mucho, la nuez más importante del mundo. En el comercio internacional circula una gran variedad de productos derivados del mismo. La copra, es decir, la semilla seca, es una fuente importante de aceite vegetal. Al molerla, la copra da aceite de coco, que se emplea mucho como aceite comestible e industrial, y la torta de copra, valioso pienso especialmente útil para la alimentación del ganado lechero. La semilla de coco, picada y secada en condiciones higiénicas, da coco desecado, muy utilizado en la industria de la panadería y la confitería. El casco duro se consume principalmente como combustible " in situ ", pero una parte se transforma en carbón vegetal, parte del cual se exporta a los países desarrollados para su conversión en carbón activado. Se utilizan pequeñas cantidades para fabricar envases, ornamentos, cucharas y botones. El casco finamente molido se usa en pequeña proporción como carga en termoplásticos. La cáscara fibrosa da una fibra importante que se conoce con el nombre de bonote o coir. Partiendo de los cocos inmaduros se produce una fibra fina que es adecuada para su transformación en fibra de bonote, mientras que los cocos maduros dan las fibras más toscas para colchones y fibras para cerdas.

Dada la gran importancia que tiene el coco en los trópicos es sorprendente lo escasas que son las investigaciones fundamentales sobre mejora y agronomía que se han realizado hasta la fecha. Esto se debe a varias causas, algunas de las cuales son inherentes a la naturaleza misma del cocotero: (1) la duración del intervalo generacional, que limita el número de generaciones de cocoteros que pueden observarse durante la vida de trabajo del investigador; (2) su bajo coeficiente de multiplicación, disminuido, además, por

las dificultades prácticas con que se tropieza al realizar polinizaciones artificiales controladas; (3) el gran volumen de la semilla, y su facultad para germinar independientemente de las condiciones externas, que hace que el transporte a larga distancia y el intercambio de semilla sea muy costoso e inseguro; (4) el carácter alogámico de las variedades altas, que favorece la producción de descendientes heterocigóticos; y (5) la vasta difusión geográfica de la planta, que abarca habitat de muy diversas ecologías, lo cual hace difícil distinguir los efectos de dotación genética de los que reflejan condiciones ambientales.

Además, hay que recordar que el coco es esencialmente cultivo de pequeños propietarios, que se encuentra principalmente en pequeñas parcelas, alrededor de las casas y en las huertas. En estas condiciones, hasta hace poco no ha atraído la atención ni la investigación asociada con los cultivos de grandes plantaciones.

Pero acaso una de las principales razones de esta falta de atención es el hecho de que el coco crezca tan fácilmente cuando las condiciones son favorables. Aunque el cocotero puede llamarse el árbol más útil para el hombre, también se le conoce con el nombre de " la planta perezosa ", ya que crece con cuidados escasos o nulos, y la mayoría de las variedades dejan caer sus cocos al suelo cuando están maduros, en espera de que los agricultores los recojan.

Capítulo I.

Descripción de las especies del cocotero.

1.- Variedades principales.

Teniendo en cuenta la amplia difusión del cocotero en el mundo, no es de extrañar que se hayan descrito en la bibliografía más de 80 variedades diferentes. Muchas de ellas son simplemente "tipos ecológicos", que han evolucionado como resultado de la adaptación a un determinado ambiente. También hay muchas formas intermedias, especialmente cuando es posible la hibridación.

En tiempos pasados se hicieron intentos de clasificar las variedades con arreglo a diversas características del fruto (por ejemplo, color, tamaño, forma), aunque también se usaron otros criterios, como diversos aspectos de la inflorescencia y tamaño del tronco del árbol. Sin embargo, las clasificaciones más recientes han establecido diferencias entre características genéticas más definidas, en particular la modalidad de polinización, con desglose en tipos dentro de estas variedades. Así, por ejemplo, generalmente se sobreentiende que las variedades altas abarcan las formas del cocotero que son alógamas, es decir, de polinización cruzada, y que las variedades enanas comprenden las formas de cocotero que son autógamas, o sea autopolinizantes. En general, estas variedades se llaman enanas porque presentan estructuras vegetativas de tamaño reducido en comparación con las primeras. Existen además diversas variedades que no encajan en la anterior clasificación general como, por ejemplo, las enanas de polinización cruzada. Los cruzamientos sobre variedades altas y enanas son posibles y se dan en la naturaleza. También se han obtenido por polinización cruzada artificial y se ha podido demostrar que algunos de tales híbridos reunen la fructificación precoz de la variedad enana con las características de la variedad alta. Investigaciones efectuadas han demostrado que dichos híbridos son vigorosos, precoces y potencialmente de alto rendimiento.

2.- Variedades altas.

Aunque muchas de las variedades que caen dentro de esta cla-

sificación difieren considerablemente entre sí, poseen varias características comunes, como tener un tronco fuerte, vivir mucho tiempo (de 60 a 80 años, o más), son lentas en alcanzar la edad productiva (unos 6-10 años desde la plantación), alcanzando un rendimiento máximo a los 15-20 años. Generalmente, cada una de las zonas principales de crecimiento del cocotero tiene una forma alta dominante con algún grado de homogeneidad en sí misma, con ciertas diferencias causadas por factores ecológicos o culturales. En general, se necesitan entre 4 000 y 6 000 cocos para obtener una tonelada de copra, aunque algunas variedades como la San Ramón de las Filipinas producen cocos particularmente grandes, bastando 3 500 para obtener una tonelada de copra. En cambio, algunas variedades altas dan cocos pequeños: por ejemplo, las de las Nuevas Híbridas necesitan 8 000 - 10 000 cocos para producir una tonelada de copra.

3. Variedades enanas.

Las variedades enanas del cocotero son de menor tamaño que las altas, aunque el árbol adulto puede llegar a alcanzar una altura de 12 m. Se calcula que la vida económica del árbol está comprendida entre 30 y 40 años, aunque se dispone de pocos datos sobre este punto. Son sumamente precoces y fructifican a temprana edad, floreciendo frecuentemente al tercero o cuarto año después de la plantación; a veces, los primeros frutos llegan a tocar el suelo. Suelen obtenerse rendimientos máximos al cabo de 5 ó 6 años de plantación, y se mantienen a este nivel si las condiciones son favorables.

Existen muchas variedades enanas de cocotero, y se ha encontrado por lo menos una variedad de cada una de las zonas de crecimiento del mismo. Probablemente las mejor conocidas son las tres formas de Malayan Dwarf: la roja (regia), la amarilla (eburnea) y la verde (pumila).

Los cocos de las variedades enanas suelen ser menores que los de las altas, necesitándose por término medio de 5 000 a 9 000 para dar una tonelada de copra. Sin embargo el tamaño del coco va-

ría con el medio ambiente, obteniéndose cocos menores procedentes de variedades enanas malayas en Sri Lanka, por ejemplo, que de las que crecen en Malasia.

4.- Otras variedades.

Además de las variedades altas y enanas, se conocen algunas formas poco corrientes, entre éstas figuran las enanas de polinización cruzada, como Niu Leka (Fiji); una variedad enana que produce cocos grandes; semialtas, autopolinizantes, pero de fructificación tardía, como Aurantiaca Liy (el cocotero real de Sri Lanka), y cocoteros de varios hábitos que producen gran número de nueces pequeñas, como Ta-la-roi (de Tailandia), del que se dice que hacen falta unas 35 000 nueces para obtener una tonelada de copra.

Asimismo, se conocen diversas variedades raras, que incluyen algunas con cáscara comestible, con cáscara rosada, con nueces que contiene un endospermo viscoso o fragante, y con frutos inmaduros estriados. Sin embargo, estas variedades no tienen más valor que el de meras curiosidades y no se cultivan en escala comercial.

5.- Comparación entre variedades altas y variedades enanas.

Quando se piensa proceder a nuevas plantaciones de cocoteros, o se prevé una replantación suele surgir la cuestión de plantar variedades altas, enanas o híbridas. Tradicionalmente, las variedades comerciales predominantes eran las altas. Ahora bien, en algunas circunstancias hay importantes consideraciones en favor de la replantación de variedades enanas o híbridas enanas-altas, como ocurre en Jamaica, donde el amarillo letal está destruyendo rápidamente la variedad tradicional alta. Aquí, la Malayan Dwarf introducida es mucho más resistente a la enfermedad.

En resumen, las variedades enanas tienen las siguientes ventajas sobre las altas:

- a) Fructificación temprana, por lo común a los 3 ó 4 años obteniéndose rendimientos máximos a los 5 ó 6 años de su —

plantación, en vez de 9 ó 10 años en el caso de las variedades altas.

- b) Mayor facilidad en la recolección de las nueces.
- c) Mayor rendimiento por hectárea a espaciamiento óptimo.
- d) Mayor resistencia a ciertas enfermedades (como el amarillo letal).

Entre los inconvenientes figuran:

- a) Susceptibilidad a la sequía (no soportan una larga temporada seca).
- b) Tendencia a ser más susceptibles al ataque de ciertos insectos (por ejemplo, *Oryctes rhinoceros*), probablemente debido a su succulencia.
- c) Sistema radical somero, lo que significa que no resiste tan bien a los tifones o ciclones como las variedades altas.
- d) Generalmente, las nueces son menores, y se necesita mayor número de ellas para obtener una tonelada de copra, lo — que equivale a mayor trabajo para el productor de ésta.
- e) No es apto para cultivo intercalado con árboles frutales u otras plantas, practicado tradicionalmente por pequeños agricultores (de este modo las variedades altas dan los mejores resultados).

Los híbridos de variedades enanas-altas superan algunos de estos inconvenientes, y prometen dar mejores resultados en el futuro.

Variedades enanas del cocotero

Fruto ovoide, cáscara gruesa nuez ovoide, casco grueso.	Fruto ovoide, cáscara delgada; nuez aplastada, casco delgado, mucha agua.
Cameroon Dwarf Regia Chowgat Green Maldive Dwarf Kelapa Radja Coco nino Pilipog Nok-koom Haari papua	Gon Thembili Pumila Eburnea Chowgat Orange Gangobondam Laccadive Dwarf Kelapa Gading Malayan Dwarf Mu-see-keo

Variedades altas del cocotero.

Fruto largo angular, cáscara gruesa; nuez larga, <u>puntia</u> guda, casco grueso, poca agua.	Fruto esférico, cáscara gruesa; nuez esférica, casco delgado, mucha agua.
Fruto grande	Fruto muy grande
Atuabo West African Tall Mnazi Mozambique Seychelles Tall Tres Picos San Blas Jamaica Tall	Kamandala Thifow Andaman Giant Kappadam Rangoon Kobbari Ka Loke San Ramón Markham Tall Niu Vai Rennell Tall

Variedades altas del cocotero.

Características del fruto y nuez intermedias entre los tipos extremos.	
Fruto mediano	Fruto grande
Ceylon Tall	Manila
Indian Tall	Coco Redondo
Laccadive Ordinary	Philippine
Gangabhavani	Panama Tall
Hermania	Andaman Tall
Narikal	Maprao-Yai
Park-Choke	Thailand Tall
New Hebrides Tall	Malayan Tall
	Java Tall
	Klapa Dalam
	Laguna
	Lupisan
	Davao Tall
	Bougainville Tall
	Kar Kar Tall
	Rotuma Tall
	Tonga Tall
	Tahiti Tall

Capítulo II.

Producción mundial y nacional.

1.- Situación mundial del coco: producción (y comercio).

Seis países, principalmente de áreas tropicales (Filipinas, Indonesia, India, Sri Lanka, Malasia y México), producen aproximadamente 27 billones de nueces por año (cifra estimada), a partir de 0.7 a 1.0 billón de cocoteros, los cuales están cultivados en 16 millones de acres.

Se ha estimado que un 25% de esas nueces se consumen directamente, y el 75% es convertido en copra y una cantidad pequeña en coco desecado. La semilla carnosa del coco (Kernel), es secada para posteriormente extraerle el aceite, a esta semilla seca se le llama copra. Aproximadamente se requieren 5 000 nueces para elaborar una tonelada de copra, y la producción actual de copra es del orden de 4.7 millones de toneladas por año.

De esta copra, el 43% es molida y usada domésticamente en los países productores. El 57% restante (que equivale a 1.862 millones de toneladas de aceite por año), fluye al mercado como exportación ya sea como copra o como aceite de coco.

Es comprensible que la India e Indonesia, que cuentan con una gran población y una gran demanda de aceite, consuma localmente casi toda su producción. Otras áreas tienen una producción tan pequeña que puede ser consumida localmente en su totalidad.

Las Filipinas aportan el 37.25% de la producción mundial de coco, el 52.74% de la producción mundial de copra y alrededor del 66% del total mundial de exportaciones en lo que respecta a copra y aceite de coco considerados en forma conjunta.

País	Producción de coco.	
	Coco (%)	Copra (%)
Filipinas	37.25	52.74
Indonesia	19.75	16.53
India	13.88	7.20
Sri Lanka	5.01	4.05
Malasia	3.03	3.36

2.- Producción mundial y nacional de coco y copra. (1967-1977).

Producción de coco (miles de toneladas métricas).

Año.	Producción mundial.	Producción nacional.
1967	25 616	1 236
1968	26 039	1 314
1969	25 654	967
1970	26 275	992
1971	28 183	1 060
1972	29 744	1 048
1973	27 122	1 021
1974	27 260	1 036
1975	31 031	960
1976	32 895	960
1977	32 422	980

Producción de copra (miles de toneladas métricas).

Año.	Producción mundial.	Producción nacional.
1967	3 356	170
1968	3 512	172
1969	3 445	173
1970	3 567	173
1971	3 895	152
1972	4 363	147
1973	3 742	144
1974	3 587	150
1975	4 531	145
1976	4 929	135
1977	4 765	135

Capítulo III.

Problemas que tiene el cultivo.

1.- Clima.

El rendimiento de las palmas de coco es influenciado significativamente por factores climatológicos, particularmente por su cantidad y distribución. Las principales áreas comerciales de cultivo de coco están ubicadas entre las latitudes 20°N y 20°S , pero la palma se puede desarrollar en latitudes 27°N y 27°S ; pero en esas regiones extremas la producción de nuez es muy pobre y las palmas son criadas preferentemente como ornamentales.

En resumen, las principales exigencias climatológicas para la producción de coco se dan a continuación:

Temperatura.

No debe haber variaciones mayores de $5-6^{\circ}\text{C}$ en la temperatura media mensual y la temperatura media anual ideal debe estar entre 26°C y 28°C . Las temporadas de bajas temperaturas (abajo de 22°C) afectarán adversamente a la producción de frutos varios meses más tarde y temperaturas sobre 35°C puede ser también dañinas en los períodos cuando la humedad es importante.

Cantidad de lluvia.

Las condiciones de humedad juegan una parte decisiva en la productividad de la palma de coco, realizándose en forma óptima en áreas en donde las lluvias exceden de 1 500 mm por año y están distribuidas razonablemente. De acuerdo con la experiencia obtenida en Costa Ivory, el rendimiento se verá disminuído si la cantidad de lluvias es menor que 130 mm en algún mes al menos que el suelo tenga reservas adecuadas de humedad, y lo más que puede ser tolerado son tres meses con lluvias menores a 50 mm en cada mes. Por influencia del aborto de la inflorescencia, una sequía severa puede afectar adversamente el rendimiento en cuanto al número y tamaño de las nueces por un período superior de 30 meses.

La caída excesiva de lluvias es también dañina si los suelos están drenados inadecuadamente y las lluvias matutinas fuertes pueden interferir en la polinización.

Humedad atmosférica.

La palma de coco prefiere humedades atmosféricas altas, sin embargo, las humedades altas constantes pueden estimular el crecimiento del hongo *Phytophthora palmivora*. Una atmósfera excesivamente seca puede agravar la importancia de la humedad y con ello originar la caída prematura de nueces. La humedad relativa de la atmósfera debe siempre ser alrededor de 80-90%. La media mensual no debe ser inferior a 60%.

Vientos.

Las palmas de coco son polinizadas por el viento, por lo tanto el viento es conveniente para transferir polen de una palma a otra, puesto que en las variedades altas la polinización se efectúa en forma cruzada.

No obstante que las palmas son más resistentes a los vientos fuertes que muchos otros árboles, el descuaje de ellos puede ocurrir a causa de los huracanes, especialmente en lugares donde el desarrollo de la raíz se ha limitado por la existencia de mesetas de aguas altas o por la existencia de suelos poco profundos.

Luz del sol.

La palma de coco requiere luz solar en abundancia (exceder de 2 000 horas por año), y no tiene buen éxito en regiones donde se presentan nublados continuos. Sin embargo, en áreas con abundante luz solar, la palma se verá afectada negativamente si está ensombrecida por otras plantaciones o por palmas que por su distribución las haga estar muy próximas.

2.- Suelos.

El cocotero es, en general, muy tolerante a variaciones de suelo, pero prefiere naturalmente los fértiles. Como exige un suelo aireado y bien avenado, en general se prestan bien los suelos arenosos, pero tiene mucha capacidad de adaptación a las texturas fuertes. Puede dar buenos resultados con suelos pesados, a condi-

ción de que estén convenientemente aireados y no se sequen excesivamente. Por tanto, la pluviosidad y la topografía del lugar revisten importancia decisiva.

Una lluvia suficiente y bien distribuida no sólo provee a la planta de un suministro de humedad periódico, sino que evita también el endurecimiento de los horizontes arcillosos y la formación de costras.

La topografía local influye en la profundidad de la capa freática por debajo de la superficie del terreno. Por regla general, es preferible una textura uniforme descendente a través del perfil del suelo en una situación ecológica determinada a una sucesión de horizontes variados. Un suelo abierto profundo es particularmente favorable. La amplitud con que el suelo se acerca a esta calidad determinada, está en función del volumen de tierra en que penetran las raíces y, por consiguiente, las cantidades de agua y elementos minerales que puede obtener.

Se necesita un espesor mínimo de 1 m de suelo sano y convenientemente avenado que, además de aportar nutrientes, proporcione también un fuerte anclaje. La presencia de una capa dura es sumamente perjudicial, por consiguiente constituirá una barrera para las raíces y para el desplazamiento del agua. Aunque el cocotero florece con suficiente humedad de suelo, pronto se marchita y muere prematuramente si las condiciones de avenamiento no permiten que el suelo permanezca aireado. Sin embargo, tolerará inundaciones de agua dulce durante varios días consecutivos, fenómeno que es corriente en algunas zonas aluviales.

El cocotero no es muy exigente en cuanto a nutrientes químicos en el suelo. Su sistema radical sumamente desarrollado aprovecha bien todos los elementos minerales de que puede disponer. Esta capacidad para absorber nutrientes y utilizarlos conduce a que se plante mucho en suelos pobres que no se prestan para otros cultivos, aunque la cantidad de nutrientes en el suelo regula el rendimiento.

El cocotero tolera un pH del suelo de alrededor de 5 a 8; sin embargo, un suelo que tenga un pH de 7.5 o más no permitirá un

buen equilibrio nutricional, manifestándose pronto deficiencias de hierro y magnesio. Capaz de tolerar grandes concentraciones de sales de sodio y potasio. El cocotero frecuentemente se encuentra en plantaciones cercanas al mar, donde la disminución y el crecimiento de la marea, además del drenaje de la región interna en las aguas subterráneas, puede tener un efecto benéfico sobre la nutrición.

3.- Importancia de la alimentación mineral.

Se ha estudiado el efecto de la presencia o ausencia de N, P, Mg y Na en nuevos campos de plantación y de K sobre los campos en producción.

Una comparación de las parcelas que reciben potasa desde el campo de plantación con aquellas que solamente la reciben desde — que empezó su producción permitió mostrar las consecuencias de 7 años de deficiencias de potasio sobre la nutrición, el crecimiento y el rendimiento.

Desarrollo y crecimiento.

Los árboles que no han recibido potasa son más pequeños y su desarrollo es más lento.

La aplicación de potasa cuando los árboles entran en producción no compensa el daño provocado, si es que los cocoteros han sufrido deficiencias alimenticias durante 7 años. Por otra parte se ha determinado que los troncos de los cocoteros mal alimentados en sus años prematuros presentan menor desarrollo en cuanto a su grosor tanto en su parte baja como en la parte alta. En consecuencia ellos tienen menos hojas, siendo cada una de ellas más cortas y — con menos hojillas.

Como las hojas son en menor cantidad y de desarrollo deficiente su área superficial es más pequeña y por lo tanto su capacidad para la asimilación de clorofila es menor.

La circunferencia en la base del tronco sufre naturalmente — la huella de pasadas deficiencias. La diferencia entre un árbol —

bien nutrido y otro deficiente es del 15% y persiste 8 años más — tarde, y por esta razón el número de raíces de primer orden es necesariamente menor.

Los árboles deficientes alcanzan lentamente una apariencia física adecuada. Cinco años después de empezadas las rectificaciones de las deficiencias, hay aún diferencias pequeñas pero significativas.

Preocidad de floración.

Los cocoteros deficientes no tienen la misma rapidez de desarrollo que los bien nutridos, en lo que se refiere a flores y producción posterior de fruto.

Nutrición.

La deficiencia de potasio no solamente afecta el nivel de K sino que también el contenido de fósforo y de magnesio.

La aplicación de KCl cuando los árboles entran en producción mejora el nivel de K, pero afecta el nivel de nitrógeno y fósforo, y, como un resultado del antagonismo K-Mg, se abate el nivel de — magnesio.

Por otra parte, la rehabilitación de la nutrición de fósforo, alterada por la deficiencia de potasio, es más rápida. Tres años — son suficientes para que la misma dosis de fosfato, hasta ahora in suficiente, rectifique la deficiencia de fósforo.

Aproximadamente se requieren seis años para que los niveles de K se restablezcan.

Producción.

a) Número de nueces.

Al comienzo de la producción, el número de nueces es mucho — más grande en los árboles bien abastecidos con K que en los árbo— les deficientes.

Gracias a la aplicación de potasio, los árboles deficientes incrementan apreciablemente su producción y la diferencia entre — ellos y los cocoteros que nunca han soportado deficiencias potási—

cas se reducen progresivamente de año en año, aunque nunca desaparece por completo. Una diferencia de alrededor de 15 a 20% persiste y probablemente permanecerá así, porque la capacidad productiva de los cocoteros que han soportado deficiencias durante su inmadurez está afectada definitivamente.

b) Contenido de copra.

La superioridad de copra/nuez de los árboles que han tenido buenas condiciones de alimentación desaparece 4 años después de — que la aplicación de potasio está generalizada. El contenido copra/nuez de los árboles que han sufrido deficiencias tiene una tendencia a ser ligeramente más alto. Se ha sugerido que ésto es una consecuencia del antagonismo entre el número de nueces y la cantidad de copra por nuez.

Por tanto, las necesidades nutricionales de los cocoteros jóvenes deben ser satisfechas y no omitidas, puesto que si se omiten, las fertilizaciones posteriores serán de efecto limitado. Las palmas de coco que han sufrido deficiencias potásicas en sus años prematuros no darán el mismo rendimiento, cuando sus niveles nutricionales sean restaurados completamente.

4.- Espaciado.

La densidad de un plantío de cocoteros es muy variable, pero cuando los cocoteros están plantados de acuerdo a un patrón se toma como adecuada una densidad que varía entre 110 y 140 cocoteros por hectárea y un promedio de 125 cocoteros/Ha, lo que se considera muy cerca de la cantidad de palmeras óptima para variedades altas. Sin embargo, cuando se presenta la enfermedad denominada " anillo rojo " la densidad anterior no es óptima.

Las variedades enanas son plantadas a una densidad promedio de 200 cocoteros/Ha. La densidad óptima de palmeras enanas varía — de acuerdo al genotipo de palmera (la densidad es más baja para — las enanas verdes que para las amarillas), a la fertilidad del — suelo y en cierto modo al tipo de cultivos que se encuentren intercalados en el plantío de cocoteros. Un rango aceptable para las va

riedades enanas es entre 145 y 250 cocoteros/Ha.

5.- Cultivos intercalados.

Casi todos los motivos para el cultivo intercalado tiene un fondo económico ya se exprese en términos de incremento en la producción, de ahorro de mano de obra o de gastos para producir la propia alimentación y las cosechas de frutas, o en términos de ingresos suplementarios en dinero con la venta de excedentes de alimentos, de fruta y otros productos. Las cosechas de cereales tales como el palay, el sorgo, los cacahuates, etc., constituyen principalmente cultivos alimenticios y en el caso de los cocotales de tamaño reducido sirven sobre todo para la subsistencia; en tanto las cosechas tales como el café, el clavo, la pimienta, constituyen co se chas puramente comerciales.

En algunos lugares una gran proporción de la población depende de más o menos directamente de los cocoteros para su subsistencia, como ocurre en las islas del Pacífico. En dichos lugares, en donde el coco es prácticamente la única fuente de ingresos de dinero, la población se encuentra en una posición bastante vulnerable; cuando ocurre un desastre natural (huracán, plagas, enfermedades), la po bla ción puede verse reducida a un nivel muy bajo, dejando a las gen tes sin ningún ingreso monetario. La diversificación de cul tivos mediante el cultivo intercalado, aunque reduce posiblemente el rendimiento por hectárea de la principal cosecha, ayudará a mi ni m iz ar los efectos de dichas calamidades.

La experiencia ha mostrado que donde se cultivan cosechas su bs idi arias con métodos y el mantenimiento adecuado de la fer t ili dad del suelo (abonos orgánicos, fertilizantes) no se observan ef ectos perjudiciales del cultivo intercalado en las huertas de co cos. La efectividad de este sistema parece estar justificado por su am pl io uso en las zonas de cocotales, aunque se hayan mencionado causas incidentales de desventajas.

No pueden darse orientaciones fijas para la realización de los cultivos intercalados, ya que las condiciones varían ampliamente

te de una región a otra. Un punto positivo, sin embargo, se ha observado en general. Tienen que combatirse las hierbas y otras malezas mediante el cultivo de la tierra; el cultivo regular del suelo tiene lugar cuando se producen cosechas alimenticias. No cabe duda que el coco se beneficia de estas actividades de cultivo del suelo, ya sea a máquina o con azada, dentro del sistema de cultivo intercalado. Los informes de muchas partes del mundo indican que han aumentado los rendimientos.

Existe aun una controversia respecto al cultivo intercalado, acerca de si serían más apropiadas dos masas separadas puras de dos cultivos que un cultivo mixto. Si bien es cierto que a menudo un cultivo intercalado rinde menos que un cultivo sencillo, es igualmente cierto que dos cultivos juntos pueden proporcionar un mayor ingreso por hectárea, que cuando se plantan como cultivos puros y separados. La práctica y la observación en diversas partes del mundo han confirmado que ésto es válido no sólo por lo que se refiere a las combinaciones perennes sino también a las cosechas anuales. Uno de los mejores cultivos intercalados practicados en la región del Lejano Oriente es el coco-cocoa.

La ventaja final del cultivo intercalado con plantas es, por una parte, el mejor aprovechamiento del subsuelo mediante una elección efectiva de cultivos con sistemas diferentes pero no competitivos de raíces y, por otra parte, la mejor explotación de la microatmósfera a través de unas cubiertas construidas por dos pisos en las que una puede proteger a la otra del sol (cultivos que prefieren la sombra).

Capítulo IV.

Utilización de los productos y subproductos.

1.- Utilización de las cáscaras de coco.

La cáscara de coco - el mesocarpio fibroso que está entre el exocarpio duro, o cubierta exterior, y el endocarpio, o envoltura dura que encierra la semilla (e incluyendo el exocarpio mismo) -, constituye aproximadamente el 35% del peso total del fruto - maduro, aunque pueden darse grandes variaciones según las variedades. Es, en su mayor parte, un subproducto de la elaboración de copra y de coco desecado, encontrándose frecuentemente en los campos de cocoteros grandes montones de cáscaras, que proporcionan grandes focos de cría de roedores y plagas de insectos.

El valor principal de la cáscara de coco estriba en su contenido de fibra, aunque su valor como fuente de potasa y para cobertura del suelo no debe pasarse por alto. Estas cáscaras proporcionan también combustible para los secadores indirectos de copra; - sin embargo, no es recomendable su empleo en hornos de encendido - directo, ya que daría lugar a un producto ahumado.

El empleo de cáscaras de coco en los campos de cocoteros.

En zonas en que no se produce fibra de bonote, la eliminación de la cáscara de coco constituye un problema, y es frecuente encontrar grandes montones esparcidos por los campos de cocoteros. En realidad, las cáscaras constituyen una fuente valiosa de potasa y una cobertura muerta útil para la conservación de la humedad.

Frecuentemente, las cáscaras se queman para producir cenizas, que son empleadas como fertilizantes para los árboles. Sin embargo, este método no se considera tan beneficioso como enterrar las cáscaras en el suelo. La ceniza preparada en condiciones adecuadas - suele contener entre 25 y 35 % de potasa.

La cáscara de coco puede usarse como cobertura para conservar la humedad en el suelo. Se coloca una capa de cáscaras dispuesta en anillo, con el lado convexo hacia arriba, desde unos 0.3 m - desde la base de la palma hasta una distancia de 1.8 a 2.1 m. Este método de recubrimiento es particularmente beneficioso en suelos - con grava para conservar la humedad durante los períodos de sequía.

Además, cuando se aplica fertilizante, una cubierta de cáscaras — ayuda á reducir el fuerte crecimiento de malas hierbas alrededor — de la base de la planta.

Fibra de bonote.

La fibra de bonote se obtiene a partir del mesocarpio fibroso, que está entre el exocarpio y el endocarpio de la nuez. Hay — tres tipos principales de fibras de bonote: el más fino se conoce con el nombre de fibra de esteras o hilo y es adecuada para hilar dando hilo de bonote para hacer esteras y cuerdas; una fibra más — tosca, que se conoce con el nombre de fibra de cerda, se emplea para hacer cepillos; y una fibra más corta, conocida con el nombre — de fibra para colchones, que se emplea para colchonería, tapicería, etc. La fibra rizada, mezcla parcialmente elaborada de fibra de — cerdas y para colchones en forma de cuerda, encuentra aplicación — particular en la preparación de bonote cauchutado.

Mientras la mayoría de otras fibras duras se extraen de las hojas de plantas perennes cultivadas principalmente con este fin, la fibra de cerdas y colchones y, en menor grado, la de hilo, pueden considerarse verdaderos subproductos de otras formas de elaborar el coco.

Usos de la fibra de bonote.

En los países en desarrollo, que absorben las dos terceras — partes de la producción mundial de fibra de bonote, se usa hilo — principalmente en esteras y esterillas, incluida la tela y los revestimientos para techos falsos y para aislamientos acústicos, alfombras con pelo de bonote y felpudos para las puertas de aparta— mentos; encuentra aplicación para atar las uvas y el lúpulo, en — ciertos tipos de cordelería marina, en nasas para langostas, y en usos finales de menor importancia, como filtros de aceite, defensas de barcos y cables de telégrafo en mares profundos.

La fibra de cerdas se viene usando tradicionalmente en cepillos y escobas, pero recientemente ha aumentado su empleo en la — preparación de rellenos de bonote cauchutado para tapicería. La fi

bra de colchones se usa principalmente como relleno de colchones - de muelle interno, pero entre las nuevas aplicaciones figura su uso en las instalaciones de acondicionamiento de aire y aislamiento acústico. La fibra de colchones y la cuerda rizada, rociada con látex, se usa en forma de bonote cauchutado para amortiguadores en automóviles y material rodante ferroviario, en envolturas protectoras para embalar mercancías frágiles, o para ser lanzadas con para caídas, o guarnecer filtros de aire.

En el Lejano Oriente o a lo largo del Golfo Pérsico, la fibra de bonote se emplea mucho en cuerdas y bramantes, incluidas la cordelería naval, las cuerdas para la industria de la madera y bramantes para la horticultura. Sin embargo, la cordelería de bonote está siendo sustituida rápidamente en usos navales por productos sintéticos.

En la mayoría de estas aplicaciones el bonote no compite directamente con ninguna otra fibra dura. En bramantes para atar el lúpulo. en nasas para langostas y en sacos para la recogida de algas marinas, su absorción de humedad, la resistencia al agua de mar y a la manipulación fuerte lo han mantenido frente a la competencia de fibras sintéticas y otras, pero se registran incursiones de éstas.

Utilización de desperdicios del bonote.

La producción de fibra de bonote origina grandes cantidades de polvo de bonote y otro material de desperdicio, cuya eliminación constituye un problema considerable, sobre todo en gran escala. Los desperdicios de bonote no arden fácilmente, y, si se dejan en montones alrededor de las plantas de extracción de fibra de bonote, proporcionarán un ambiente ideal para la proliferación de roedores y plagas de insectos.

Se ha probado que los residuos de bonote tienen un valor agrícola limitado. Constituyen una valiosa cobertura para el suelo, particularmente en el cultivo de los cítricos. Absorben una cantidad ocho veces mayor que su peso de agua, de la que se desprenden con bastante lentitud. Se ha comprobado que el 2 % mezclado con —

4

suelo arenoso aumenta la capacidad de retención de agua de este último en 40%. Sin embargo, toda la potasa que pudo haber en el residuo se eliminó en el proceso de fabricación de fibra por lo que estos desperdicios no tendrán utilidad como abonos.

Se han hecho muchas investigaciones sobre la idoneidad de los desperdicios de bonote para materiales de construcción. Se ha comprobado que no se presta para la preparación de planchas de construcción o tableros duros, aunque se afirma que se han registrado resultados alentadores empleando polvo de bonote y caucho para formar listones para pavimentación, tableros para techos y materiales análogos. Sin embargo, no se han investigado todavía los aspectos económicos de estas últimas aplicaciones.

Se ha sugerido que el polvo de bonote podría usarse como carga activa en las industrias de los termoplásticos, como absorbentes para la fabricación de explosivos de nitroglicerina y como fuente de furfural.

A veces, los desperdicios de bonote se comprimen para obtener briquetas, eliminando la mayor cantidad de agua posible y empleándose entonces como combustible para calderas. Ahora bien, generalmente no puede emplearse solo, sino que hay que mezclarlo con cortezas, bitumen o leña. Recientemente se ha llevado a cabo una investigación sobre la preparación de briquetas de carbón vegetal obtenido a partir de corteza de coco y polvo de bonote.

Se ha puesto a punto un prototipo de fábrica capaz de separar el residuo en tres componentes: corcho, corteza y fibra, habiéndose sugerido varias aplicaciones de estos componentes. Sin embargo, los aspectos económicos de las aplicaciones son dudosos.

2.- Utilización de los cascos de coco.

Es imposible calcular con exactitud el porcentaje de cascos de coco disponibles que se utilizan para los distintos fines en todo el mundo, pero teóricamente se puede calcular que se dispone de más de 4 millones de toneladas de cascos. Sin embargo, gran parte de éstos se pierde, por ejemplo, cuando el contenido de los cocos

tiernos se emplea para beber.

En todos los países productores, los cascocs de coco se usan como combustible, principalmente para la producción de copra, pero también se destinan para usos domésticos. Los cascocs de coco no gozan de gran aceptación como combustibles para caldera, debido al efecto corrosivo de los gases de combustión, agravado por las altas temperaturas que se alcanzan.

El producto más importante derivado del casco de coco es el carbón vegetal. El carbón vegetal del casco de coco se usa mucho en los países de origen como combustible (poder calorífico 7 500-7 600 cal/g en base seca) en ocasiones para encender hornos de copra, pero más generalmente por orfebres, herreros, lavanderías, fábricas de pan, etc. También se exportan cantidades importantes a países muy industrializados para la fabricación de carbón activado.

Un segundo producto derivado de los cascocs de coco es la harina de cascocs de coco, empleada como carga activa en la industria de los termoplásticos y como abrasivo para la limpieza de maquinaria.

Frecuentemente los cascocs que sobran de las plantaciones de cocoteros se emplean para la construcción de carreteras. Se han utilizado también para forrar los pozos de petróleo durante la perforación. Se han hecho intentos de preparar ladrillos y paneles de construcción a partir de cascocs. El casco de coco tiene una proporción relativamente alta de pentosanos, que por hidrólisis, dan pentosas, que pueden deshidratarse para formar furfural.

Se asegura que el contenido de cenizas del casco de coco es un sucedáneo útil del fertilizante potásico, sin embargo, se necesitarían enormes cantidades de cascocs, para producir cantidades apreciables de ceniza.

Una gran parte de los cascocs de coco disponibles están reparados, en pequeñas cantidades, en las distintas fincas por toda la zona de cultivo del coco. Esto hace improbable crear una industria viable basada en los cascocs de coco. Únicamente donde se disponga de grandes cantidades de cascocs en un punto, por ejemplo, en una fábrica de coco desecado o una planta de elaboración de copra, hay

probabilidad de que este programa tenga éxito.

3.- Utilización de la madera del cocotero.

Aparte de las aplicaciones tradicionales de la madera de cocotero, principalmente como material de construcción, se está estudiando y probando en los países tropicales diversos métodos nuevos para explotar de modo práctico y provechoso este recurso, que hasta ahora se ha descuidado en gran parte. Incluso en esta fase inicial de la explotación del tronco del cocotero, parece que la difusión de los productos de que se trata más adelante, y de otros todavía por descubrir, podrían ser beneficiosos para el crecimiento económico de una industria muy importante de los trópicos.

Rollizos.

Esta es la forma más sencilla de utilizar el tronco del cocotero, con o sin corteza. En la mayoría de los casos, se necesita emplear agentes químicos preservadores.

Postes de energía eléctrica.

En Filipinas se ha estudiado el empleo de troncos de cocotero en postes para energía eléctrica, así como para telégrafos, además se han experimentado varios métodos de preservación con creosota. A causa de la excesiva absorción del núcleo central blando, se han hecho intentos de economizar el costo de preservación y disminuir el peso del poste sin disminuir gravemente la resistencia, -- cortando a lo largo en dos secciones iguales, prescindiendo del -- centro blando, y laminando las dos mitades exteriores con pernos -- sobre placas de railes.

En Nueva Zelandia, se han medido las cualidades de resistencia de troncos de cocotero, llegando a la conclusión de que presentan una resistencia de por lo menos el doble de la de los postes -- corrientes de madera de Pinus radiata.

En Tonga se sometieron a ensayo tres postes de tronco de cocotero, descortezados e impregnados a presión con Tanalith NCA, ba

jo la supervisión de la Tonga Electric Powder Board. En 1975, al cabo de unos dos años de servicio, la conservación de dos de los postes era insatisfactoria, pero el otro estaba en perfectas condiciones y parecía tener larga vida todavía. Esto sugiere que, en condiciones convenientes, puede conseguirse con el tratamiento a presión la conservación de los postes de tronco de cocotero para energía eléctrica y telégrafos.

Postes para cercas.

Una práctica agrícola, que cada vez se va haciendo más corriente, es la de dejar que el ganado padece bajo los cocoteros. Esto unido a otras necesidades de grandes cantidades de postes baratos para cercas, está creando un mercado al que podría atenderse con madera de cocotero.

En un ensayo en gran escala, actualmente en curso en Tonga, se está tratando de determinar la duración de los postes para cercas con madera de cocoteros, con o sin corteza, recién derribados o mucho tiempo después de derribados, procedentes de la parte superior o inferior del tronco, enteros o rajados, y bajo el sol o la sombra. Después de dos años los postes que no habían sido tratados estaban muy dañados por la putrefacción, mientras que la protección con Tanalith NCA se revelaba generalmente eficaz. Como este ensayo está programado para algunos años, todavía es prematuro sacar conclusiones definitivas.

En Samoa Occidental, donde a principios de 1975 comenzó la elaboración de postes para cercas en gran escala, se decidió utilizar troncos de cocotero aserrados, partidos en cuatro, eliminando el segmento interno más blando. Se ha comprobado que la conservación con soluciones salinas da buen resultado en postes secados al aire libre durante varios meses, apilados.

Se ha planificado una serie de ensayos, análogos a los realizados en Tonga, para determinar el método óptimo de tratamiento. Tanto en Filipinas como en Samoa Occidental se han propuesto ensayos con cercas a base de postes y traviesas de madera de cocotero con creosota. Este método tiene la ventaja de que prescinde del

alambre, pero los costos de mano de obra y de preservación son elevados.

Materiales de construcción.

El uso tradicional de madera procedente de troncos de cocotero en forma de soportes y vigas se está perfeccionando por medio del tratamiento de impregnación con agentes de preservación, que permite emplear postes en contacto con el suelo. En Tonga se han construido casas de tipo tradicional sobre pilotes de cocotero tratados con Tanalith.

Madera aserrada de cocotero.

A base de una investigación de las propiedades de resistencia de la madera aserrada de cocotero en Nueva Zelandia, se ha llegado a la conclusión de que pueden obtenerse buenos elementos estructurales de hasta 10 X 5 cm a partir de la zona exterior dura del tronco. La parte blanda del tronco, que es la parte interna, estructuralmente más débil, no debe, sin embargo, rechazarse para la construcción de casas, puesto que esta madera, ajustándose a las normas aplicables a casas baratas en regiones tropicales, puede usarse para elementos que no tienen que soportar cargas.

En las islas Fiji está en marcha el ensayo detallado sobre la idoneidad de la madera de cocotero para tablas solapadas horizontales. Se está tratando con diferentes agentes de preservación paneles experimentales, pintados y sin pintar.

En Filipinas se han construido recientemente casas dotadas experimentalmente de tablas solapadas verticales de madera blanda de cocotero. La solapadura de tablas, conservadas con soluciones acuosas salinas, se moldea en forma de losas saledizas. Se han puesto ensayos para otros usos potenciales de la madera blanda de cocotero en la construcción de casas. Probablemente se empleará en escala experimental para rodapiés y cornisas, y para rellenar tabiques, donde el hecho de estar oculta puede permitir el empleo de elementos en forma irregular.

Como el cocotero raras veces se ramifica, la madera tiene la

ventaja de que carece de nudos. Esto permitiría emplear secciones mucho menores que con madera corriente. La madera de cocotero dura requiere taladrarse previamente para el clavado.

Tablero de partículas.

La fabricación de tableros de partículas constituye un método productivo para utilizar todas las partes del tronco de cocotero, incluida la corteza. Un estudio realizado demostró que con la madera de cocotero se podrían hacer tableros de partículas satisfactorios.

En Filipinas se producen con el equipo corriente tableros de partículas de buena calidad comercial. Los inconvenientes principales son el costo del capital de inversión, la necesidad de grandes y continuos suministros de materia prima, y un mercado correspondiente para el producto acabado. Hasta ahora estas consideraciones han conducido a veces a rechazar la fabricación de tableros de partículas a partir de madera de coco considerada no interesante; pero merece la pena volver a estudiar esta cuestión, teniendo en cuenta el futuro arranque de palmas de coco viejas en gran escala.

Los tableros de partículas se prestan especialmente para varias aplicaciones en viviendas baratas, aunque se necesitan adhesivos y aditivos especiales para que sean resistentes a la humedad tropical.

Pasta y Papel.

Se ha sugerido que la creciente demanda de pasta y papel, — que pesa sobre los bosques tradicionales, podría justificar la investigación de la viabilidad de fabricar pasta y papel a partir de madera de cocotero en zonas en que se están derribando grandes cantidades de palmas viejas.

Carbón vegetal.

En Tonga, un estudio de los procedimientos para convertir madera de cocotero en carbón vegetal ha demostrado que el procedimiento puede realizarse eficazmente en un horno móvil y en barri—

les de 200 litros provistos de conductos de aireación. Este carbón vegetal, aunque es ligero, se presta para combustible doméstico y, como arde fácilmente, podría mezclarse con el carbón de casco de coco, más denso, para el mercado de carbón para barbacoa.

La obtención de carbón vegetal puede resultar un medio útil de eliminar residuos de serrerías; pero, de momento, la demanda para fines domésticos es pequeña y todavía no se vislumbra ninguna salida industrial importante.

Leña.

El elevado contenido de humedad de la madera de cocotero y la dificultad de rajarla han hecho que sea menos apreciada en comparación con otros combustibles de madera; sin embargo, como la madera de cocotero tiene un poder calorífico parecido al de la madera blanda y algo mayor que el de la madera dura, puede considerarse una fuente potencial de combustible para usos domésticos e industriales. Los residuos de aserradero podrían secarse para este fin, o emplearse en forma de astillas en hornos de diseño especial. La madera de cocotero podría también sustituir al casco de coco en los secadores de copra, dejando así disponibles más cascos para obtener carbón vegetal.

Setas comestibles.

La especie comestible *Auricularia* crece bien sobre troncos de cocotero y se venden fácilmente en China y otros lugares. Tonga exporta anualmente 30 toneladas de *Auricularia polytricha*, recogida en medio silvestre. En Nueva Zelandia, se ha propuesto un estudio sobre el modo de cultivar estas setas para conseguir el máximo rendimiento y calidad. En Filipinas está en marcha el cultivo de parcelas, en pequeña escala, de las especies *Auricularia* y *Pleurotus* en el laboratorio de micología del Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología.

El cultivo de setas comestibles aumentaría los beneficios económicos de la madera de cocotero, especialmente si pudiera obtenerse una cosecha sin afectar sustancialmente al uso posterior de

la madera.

Los ápices de palma.

La parte apical del cocotero se considera un alimento exquisito. Cuando hay que derribar gran número de cocoteros viejos, parece estar justificado un proyecto para recolectar, preservar y comercializar esta parte del tronco, conocida vulgarmente con el nombre de ensalada de millonarios. Se ha informado sobre el éxito comercial de un producto análogo en el Brasil.

4.- Utilización del agua de coco.

Mientras que el agua de coco tierno es una bebida importante en las zonas de producción de coco, y se consumen diariamente grandes cantidades, el agua de coco maduro, subproducto de la copra y de la producción de coco desecado, suele ocasionar considerables problemas en cuanto a su eliminación.

En gran escala, por ejemplo, en una fábrica de coco desecado, las cantidades de desperdicios de coco producidas pueden ser enormes. Por término medio, 1 000 cocos contendrán unos 140 litros de agua de coco, y, por tanto, una fábrica que trate 800 000 cocos diarios producirá 112 000 litros de agua de coco en el mismo tiempo. Aun cuando se han hecho varios intentos para utilizar el agua de coco recogida en grandes volúmenes, ninguno, hasta la fecha, parece haber resultado económicamente viable.

Aplicaciones del agua de coco maduro.

El agua de coco maduro no es una fuente económica de carbohidratos. La concentración de carbohidratos es pequeña y, además, — contiene considerables cantidades de otras materias orgánicas e inorgánicas. La producción industrial de alcohol por fermentación no presenta interés, aunque una fermentación adicional dará una solución diluida (alrededor del 0.5%) de ácido acético. En las Filipinas, se ha sugerido la posibilidad de emplear la bacteria *Acetobacter rancens* para obtener vinagre a partir de agua de coco enri-

quecida con sacarosa.

A veces, el agua de coco se recoge en fincas que fabrican co
pra y se da como alimento al ganado vacuno, pero es importante no
dejarla fermentar. Se afirma que cuando se da por primera vez al -
ganado actúa como purgante, debido posiblemente a las sales potási
cas, pero éste se acostumbra. Se dice que agregando cal apagada o
fosfato cálcico al agua puede formarse una papilla que puede utili
zarse como fertilizante.

Nata de coco.

En varias partes de Filipinas, se usa agua de coco para pre
parar nata de coco, la cual se obtiene por la acción de bacterias.
Se cree que está compuesta principalmente por polisacáridos, proba
blemente dextrosa, y es de naturaleza celulósica, pero no se ha de
terminado su verdadera estructura.

Existe alguna confusión en cuanto a la identidad del organis
mo productor de la nata de coco, pero se cree que la produzca la -
Acetobacter xilinium.

La nata de coco ofrece buenas perspectivas como producto de
exportación.

Uso de agua de coco para producción de alimentos proteínicos.

Se han hecho pocos intentos de cultivar levaduras alimenti-
cias sobre agua de coco. Hipolito et al. (1965) patentaron un -
procedimiento de crecimiento de una levadura, identificada más tar
de como *Rhodotorula pilimanae*, sobre este sustrato. Según infor-
mes, una fábrica de coco desecado en las Filipinas está utilizando
agua de coco para el cultivo de levaduras como suplemento proteíni
co para piensos, pero no se han dado detalles (Grimwood et al. -
1971).

Trabajos recientes realizados en el Tropical Products Insti-
tute se han centrado en el empleo con este fin de la levadura ali-
menticia *Saccharomyces fragilis*. Se eligió esta levadura por su ca
pacidad para asimilar glucosa, fructosa, sacarosa y sorbitol, que
son los cuatro carbohidratos principales presentes, y por el hecho

de crecer a temperaturas de hasta 45° C, consideración importante - para reducir los costos de enfriamiento en una fermentación en los trópicos.

La *Saccharomyces fragilis* crece bien sobre agua de coco maduro, con rendimientos que llegan hasta 0.54 g de levadura seca por gramo de azúcar total a 40° C.

Un procedimiento para cultivar *Saccharomyces fragilis* sobre agua de coco únicamente sería viable en un punto central, en que se dispusiera de grandes suministros periódicos de líquido, por ejemplo, en una factoría de coco desecado. Para una instalación que elaborase 800 000 cocos aproximadamente, se producirían unos 112 000 litros de agua de coco cada día. Suponiendo que esta agua contiene un 3% de carbohidratos y que pueda obtenerse un rendimiento del 50% (según se ha comprobado en estudios de laboratorio), en 300 días laborables podrían producirse casi 500 toneladas de levadura seca. La *Saccharomyces fragilis* es una fuente rica de aminoácidos y vitaminas que contiene 45% de proteínas. Así una instalación de coco desecado de las Filipinas tiene una producción potencial de más de 200 toneladas de proteínas al año.

5.- Utilización de la savia del cocotero.

La savia del cocotero se usa mucho en las zonas productoras para obtener diversos productos, entre los que figuran el toddy, - arrack, melaza de coco y vinagre.

Composición de la savia de cocotero.

Se ha comprobado que, en su estado fresco, la savia de cocotero contiene entre el 12 y el 18% de carbohidratos, siendo la sacarosa el principal constituyente, con pequeñas cantidades de glucosa. Aparte de los azúcares, la savia contiene también alrededor del 25% de materia no fermentable, de la cual un 0.5% son cenizas y un 2% de sólidos orgánicos, entre los que hay proteínas, grasas, gomas y constituyentes de menor importancia. Igualmente la savia - contiene pequeñas cantidades de sales minerales y vitaminas.

Toddy (o tuba).

El toddy de coco se prepara por fermentación natural de la savia de cocotero. Se prepara en grandes cantidades en las zonas de producción de cocos, particularmente en India meridional y Sri Lanka. La composición del toddy depende del estado exacto de fermentación del jugo, pero se han encontrado valores de concentración de alcohol cuya media es 5.4%. Otros informes reportan contenidos entre 6 y 7.5% de alcohol, mientras que estudios de laboratorio indican que, usando métodos modificados de recogida y fermentación, pudieran obtenerse mejores rendimientos de alcohol (aproximadamente 10%).

Arrack.

Por destilación, el toddy de coco fermentado da una bebida alcohólica denominada arrack, que se produce en escala comercial en Sri Lanka y Filipinas.

Melaza de coco.

Concentrando la savia de cocotero, se obtiene melaza de coco o azúcar, denominada jaggery o gur. Cuando la savia de cocotero se emplea para este fin, se recoge solamente durante la mañana. Se usan vasijas limpias y se añade un inhibidor de la fermentación, generalmente cal. Después de la recogida, la savia se concentra por ebullición en pailas abiertas, aumentando gradualmente el calor. Suelen usarse cestos de mimbre para evitar el exceso de espuma. Frecuentemente, la melaza de cocotero obtenida tiene un color oscuro debido a la caramelización del azúcar por recalentamiento.

Se prepara azúcar de cocotero o jaggery por evaporación hasta el punto de cristalización; dejando enfriar, se solidifica entonces el azúcar.

Vinagre de cocotero.

Si se deja la savia de cocotero fermentar más allá de la fase de bebida alcohólica, en 24 horas es imposible beberla debido a la fermentación acética. El proceso se usa en escala comercial en

Sri Lanka y Filipinas para la preparación de vinagre de cocotero.

La savia recogida se deja fermentar, almacenándola en tinas de unos mil litros de capacidad; cuando las tinas están llenas, se tapan simplemente con tablas de madera y arpillas de yute, o algunas veces con ramas. Para la acetificación se necesita libre acceso de aire. Después de 10-14 semanas, el vinagre se aclara y madura en toneles cerrados hasta 6 meses. El producto suele contener entre el 4 y 5% de ácido acético, y se colorea con caramelo antes de embotellarlo.

6.- Coco desecado.

El coco desecado es la semilla blanca, desintegrada, secada del coco, elaborada en condiciones higiénicas para consumo humano. Retiene en su mayor parte el aceite y la proteína originales de la nuez fresca. Se produce en cuatro clases normales; extrafino, fino, medio y grueso, pero también en muchos cortes especiales, como hilo, tiras, fragmentos, rodajas y picados. Prácticamente, la totalidad de las 130 000 toneladas que aproximadamente se producen cada año va a parar al mercado internacional, consumiéndose sólo cantidades insignificantes en los países de origen. Se usan principalmente en la industria de confitería y panadería, aunque pequeñas cantidades se reenvasan y se venden para uso doméstico, tanto en estado original como en forma de dulces.

Filipinas y Sri Lanka producen la mayor parte de coco desecado que entra en los mercados mundiales. Tradicionalmente, la producción de Sri Lanka se exporta a Europa, mientras que la de Filipinas se exporta a Estados Unidos.

También se obtienen pequeñas cantidades de coco desecado para exportación en el Brasil, Honduras, México, Tonga y Papua Nueva Guinea.

7.- Extracción de aceite y proteína de los cocos.

El coco es la principal cosecha de interés comercial de mu—

chos países tropicales como por ejemplo Filipinas y Sri Lanka. En Filipinas, es considerado como una de las fuentes de proteínas vegetales más extensamente desarrollada y por tanto forma parte como un instrumento potencial del programa nutricional del país, y en la resolución del problema de desnutrición en cuanto a proteínas y calorías.

En la mayor parte de los países tropicales, los cocos son transformados en una variedad de productos de valor económico, cuyo uso es alimenticio e industrial. Localmente, su potencial como un suplemento alimenticio altamente proteínico está siendo explorado, como una consecuencia de un programa de nutrición extenso. Los productos del coco que en la actualidad están en una investigación amplia son: la harina de coco, la proteína de coco aislada y la leche de coco descremada.

A. Harina de coco.

Hay tres tipos de harina de coco: harina blanca, harina café claro y harina café de cáscara, la primera se obtiene por medio del desgrasado de la carne blanca triturada; la segunda se prepara por el desgrasado de la carne triturada, carne que está constituida por el endospermo con todo y testa, y la última que se elabora a partir de la testa del coco. Algunos procesos han sido desarrollados para mejorar las propiedades de nutrición y conservación de esa harina. Para poder obtener una harina con proteína de alta calidad a partir de carne de coco desecada, la presión y la temperatura en el proceso de extracción de aceite debe ser regulada para no dañar las proteínas. Por otra parte, la extracción debe ser eficiente puesto que la economía del proceso se amortigua de acuerdo a la cantidad de aceite obtenida.

Los procesos de extracción de proteína a partir de carne de coco pueden ser clasificados en procesos en seco y procesos en húmedo.

Procesos en seco.

Los pasos principales en el procesamiento de coco por el mé-

todo en seco son:

- a) Trituración de la carne fresca de coco.
- b) Deseccación rápida o secado de las partículas de carne de coco.
- c) Extracción de aceite (se sugiere el uso de extractores).

Desde el punto de vista de la manufactura de harina, es desventajoso el uso de extractores porque generan calor, lo cual destruye el valor nutritivo y afecta su apariencia en cuanto al color. La harina de coco se desnaturaliza y con ello se convierte en insoluble y adquiere un tinte ligeramente moreno (Mattil 1970). En el trabajo del Dr. Tinsler (1969), él establece que la harina no alterará su contenido de proteína estando desnaturalizada o no. -- Sin embargo, por causa de su insolubilidad, la harina desnaturalizada no puede ser combinada con facilidad con otros ingredientes alimenticios para producir alimentos aceptables y productos líquidos para tomar.

Principales procedimientos en seco.

Bajo la clasificación de los métodos por vía seca están comprendidos los procesos patentados por Yenko, Sodergreen, Hiller y Carver - Greenfield. Estos procesos difieren solamente en los detalles pero los principios básicos permanecen: de este modo el aceite es extraído después de que la carne es triturada y secada, en comparación con los procesos en húmedo donde el aceite es extraído de la combinación del agua celular y de los constituyentes solubles del agua de la carne de coco. Los métodos en seco son descritos brevemente aquí, a fin de obtener una imagen clara de los pasos que pueden afectar las propiedades del producto resultante.

El procedimiento Yenko.

Las operaciones comprendidas son: hendidido de las nueces, remoción de la cáscara, triturado de la carne, calentamiento de la carne en una cámara a una temperatura entre 80 y 100°C, como resultado del prensado se obtiene una corriente de aceite que es filtrada y la torta obtenida que contiene de 1 a 8% de humedad es pulve-

rizada para convertirse en harina.

El procedimiento Hiller.

En este proceso, la parte carnosa es removida de la cáscara, después de que los cocos son coccionados. La semilla se corta luego en rodajas y se seca rápidamente y el aceite es extraído con un extractor. La torta se muele luego finamente para obtener harina de coco. No se dispone de datos sobre rendimiento de harina. El tiempo de procesamiento es alrededor de tres horas. (Orr and Adair, 1966; Sreenivasan).

El procedimiento Miller modificado.

En la modificación del proceso Miller, el grupo de ingeniería Rogers ha experimentado un método más sofisticado para secar la carne de coco triturada, usando un secador intermitente al vacío con el objeto de someter a la carne a un tratamiento menos severo de calentamiento. Este método, como el original proceso Hiller, se ha realizado solamente sobre bases experimentales y no se ha probado ni a nivel planta piloto ni a escala comercial.

El procedimiento Carver-Greenfield.

Lo esencial de este proceso es la evaporación a bajas temperaturas del agua de la carne picada en la presencia de un exceso de aceite, después se efectúa el prensado de la suspensión para separar el aceite de los componentes no grasos. (Sreenivasan, 1963).

Una modificación de los procesos en seco involucra un paso adicional, que es la extracción con disolventes para remover el porcentaje (10-15%) de grasas que aún permanecen después del prensado. Las ventajas de este procedimiento consiste en mantener temperaturas de calentamiento bajas en el paso de prensado, así como proporcionar un menor deterioro de los constituyentes del aceite y la proteína. Los análisis hechos por el FNRC (Food and Nutritional Research Center) muestran las siguientes características para una harina de coco preparada por prensado hidráulico, además

de un tratamiento con
Disolvente

de un tratamiento con disolventes:

Razón de eficiencia proteínica (REP) . . .	2.42
Valor biológico (VB)	74.00
Coefficiente de digestibilidad (CD)	75.00
Utilización neta de proteína (UNP)	68.00

El patrón de aminoácidos de la harina de coco, muestra que - la proteína de coco es generalmente satisfactoria con excepción de triptófano, cuyo contenido es bajo.

Procesos en húmedo.

En esta parte del capítulo se tratará de los procedimientos que se han propuesto para la extracción de aceite y proteínas del coco fresco. En general se conocen con el nombre de procedimientos en húmedo, puesto que la materia prima es la carne sin secar.

Tradicionalmente, el coco se seca para obtener copra y el -- aceite se obtiene luego a partir de la copra por prensado o extacción con disolventes antes del prensado. Sin embargo, frecuentemen te predominan condiciones poco higiénicas durante la preparación y almacenamiento de la copra, y el aceite suele ser de calidad medio cre y necesita siempre una refinación antes de emplearlo para fi nes comestibles. El producto residual después de extraer el aceite - torta de coco - contiene cantidades modestas de proteína (18 -- 25% de la materia seca), pero es demasiado fibrosa para usarlo a concentraciones altas en dietas monogástricas; por consiguiente, - su aplicación principal es para la alimentación de rumiantes. Ade más, la calidad de la proteína de coco está muy aminorada por las condiciones en que se elabora la copra.

Debido a la creciente preocupación por el abastecimiento mun dial de alimentos, el interés internacional se ha dirigido en medi da considerable hacia la posible utilización de proteína de coco - como fuente de alimento humano. Se han hecho muchos intentos de de sarrollar un procedimiento para extraer proteína, así como aceite, todos estos procedimientos se han diseñado para producir proteínas

como subproducto de la extracción de aceite; hasta ahora, ninguno ha demostrado ser económicamente viable.

Aunque la industria de la copra en conjunto es relativamente eficiente para el fin con que se desarrolló (es decir, la extracción de aceite), las pérdidas de aceite intrínsecas a la industria pueden llegar a ser considerables. Por ejemplo:

- a) Pérdidas debidas a contaminación microbiana durante el secado.
- b) Pérdidas por ataque de insectos y roedores durante el secado, el almacenamiento y el transporte.
- c) Después de la extracción, queda entre 6 y 10% de aceite en la torta de copra (algunos países emplean técnicas de extracción con disolventes para recuperar este aceite, y de este modo obtienen harina de copra con un contenido de aceite residual de menos de 1%).
- d) La refinación de un aceite con un contenido elevado de ácidos grasos libres puede dar lugar a pérdidas.

Para evitar estas considerables pérdidas, se ha reconocido en los últimos años, de una manera general, la necesidad de tratar el coco fresco (en vez de la copra) para obtener tanto el aceite como la proteína. El déficit mundial de proteínas ha estimulado la investigación sobre el uso del coco como fuente proteínica.

Los principios básicos utilizados en la mayoría de los procedimientos en húmedo modernos son los que se han venido empleando desde los primeros tiempos, o sea, obtener una emulsión (o leche) a partir de carnes de coco frescas y descomponerla, generalmente por calentamiento, para obtener aceite.

Uno de los principales problemas técnicos en la elaboración en húmedo de los cocos frescos es la separación de la emulsión. Esta no puede hacerse simplemente por ebullición, como en los métodos primitivos, a causa de que un proceso de ebullición prolongado dañaría seriamente la calidad de la proteína y posiblemente coloraría el aceite. Es probable que un proceso de calentamiento de este tipo sea, además antieconómico.

Así, pues, una característica común de los diversos procedi-

mientos modernos es el uso de centrifugas para separar el aceite y las proteínas. Sin embargo, los procesos difieren en muchos detalles, especialmente en el tratamiento previo de la emulsión. Los tratamientos que se usan, o que se han propuesto, comprenden: coagulación de las proteínas por el calor, refrigeración, acción de enzimas o acidificación; uso de sal o salmuera; acción electrolítica, y ondas de choque. También se han ensayado combinaciones de estas técnicas con éxito variable. Las dos características comunes a todos los métodos de elaboración en húmedo son (a) producción de una emulsión (todos los procedimientos utilizan el sistema de emulsificación hecho a la medida, a saber, aceite, agua y agente tensoactivo: la proteína); (b) rotura de esta emulsión para recuperar el aceite y la proteína.

Principales procedimientos en húmedo.

Procedimiento Chayen o de fusión por impulsos.

Este procedimiento fue desarrollado originalmente por la British Glues and Chemicals Company Limited (actualmente Croda International Limited) para la fabricación de gelatinas de alta calidad y estearinas a partir de huesos. El proceso de fusión por impulsos ha sido descrito como una rotura mecánica de las membranas de las células que contienen grasa, por una serie de impulsos de alta velocidad, transmitidos a través de un líquido, que libera la grasa de las células y la separa del líquido en movimiento que es violento. En realidad, el fundidor de impulsos es un molino de martillos en un medio líquido. Se ha comprobado que, con las semillas oleaginosas, en el curso de este tratamiento, las proteínas solubles se asociaban con parte de lípido, y la centrifugación subsiguiente daba tres fracciones: aceite libre, una harina que contiene materia fibrosa, y un complejo lípido-proteico. Con el coco, los trozos de semilla o pulpa fresca se cargan en un molino de martillos con diez veces su peso de hidróxido de sodio al 0.15%. Luego se retira la fracción fibrosa sobre un tamiz vibratorio y la emulsión que atraviesa el tamiz se centrifuga para separar el aceite libre del complejo lípido-proteico. Este proceso permite recupe

recuperaciones del 80% de aceite
y 70% proteínas

raciones de 80% de aceite y 70% de proteína.

El procedimiento Robledano-Luzuriage.

Este procedimiento fue ideado en Filipinas, donde, durante los últimos 40 años, se han hecho esfuerzos para mejorar la calidad del aceite de coco, y la harina, tratando cocos frescos, y estos esfuerzos pueden considerarse precursores del procedimiento Robledano-Luzuriage.

La semilla o pulpa de coco fresca rallada en un desmenzador es luego prensada, dando proporciones aproximadamente iguales de emulsión y residuo que se emplea como pienso. Luego se pasa la emulsión a través de un separador trifásico, obteniéndose las siguientes fracciones: (1) una fase rica en aceite (crema), (2) una fase acuosa (la leche desnatada), y (3) una pequeña cantidad de sólidos (proteína). La crema se somete a acción enzimática bajo condiciones rigurosamente controladas de temperatura y pH. Luego sufre una operación de congelación-descongelación y el aceite se recupera por medio de una segunda centrifugación. La proteína contenida dentro de la fase de leche desnatada se coagula aplicando calor, se filtra, y luego se seca, dando un concentrado proteínico. No se dispone de datos sobre rendimientos globales de aceite y proteína, pero se afirma que el coagulado proteínico contiene al rededor de 60% de proteína.

El procedimiento Krauss-Maffei/CFTRI.

Este procedimiento fue inventado por Krauss-Maffei, y luego fue perfeccionado por el Center Food Technological Research Institute de Mysore, India. En el procedimiento los cocos se tratan en autoclave, se corta el casco y la carne se despieza y se pasa por un molino de rodillos, y después a una prensa hidráulica. La emulsión obtenida se centrifuga, dando una crema y una leche desnatada. Una posterior separación de la crema de aceite y un lodo acuoso que se recircula. La leche desnatada puede separarse más en una fase acuosa y una fase proteínica que, después de secada, da una harina con elevada proporción de proteína. La fase acuosa se evapora

y da una miel de coco.

El proceso modificado es mucho más complicado, pudiendo dar cinco productos: aceite, harina, suero, concentrado proteínico y miel.

La diferencia esencial entre los dos procedimientos reside en el hecho de que los investigadores de Mysore han hallado que, al pasar por el autoclave, se coagulaban las proteínas, haciéndose más difícil su ulterior extracción.

Al igual que con el procedimiento Robledano-Luzuriage, la emulsión se obtiene por prensado de la carne de coco fresca. A continuación, esta emulsión se separa mediante centrifugación, dando leche desnatada y crema.

Después de lo anterior se extrae el aceite y las proteínas por centrifugación. Una de las características de estos procedimientos reside en la obtención, por concentración de la fase acuosa (extraída de la leche desnatada), de un producto análogo a la miel, que puede tener un interés comercial. Se indica que los rendimientos en aceite y proteínas son del orden del 90 y 71% respectivamente.

El procedimiento Roxas.

Este procedimiento comporta la pasterización de la carne de coco picada antes de pasar a la prensa. Según la patente, el objetivo de calentar la carne picada es de doble interés: destruir las bacterias y coagular las proteínas (este método de coagulación de las proteínas disminuiría sus propiedades emulsionantes y, por tanto, facilitaría su separación de la emulsión). La emulsión experimenta luego una fase de congelación-descongelación antes de pasar a una centrifuga. Entonces se recupera el aceite y la proteína de manera análoga a como sucede en el procedimiento Robledano-Luzuriage. No hay datos disponibles sobre la composición del producto o el rendimiento.

El procedimiento Sugarman.

Este procedimiento, perfeccionado por el Georgia Technologi-

cal Research Institute, Atlanta, EE.UU., se afirma que puede aplicarse igualmente a todas las semillas oleaginosas.

Primero se reduce el tamaño de los trozos de coco fresco en un molino triturador o de copos. En esta fase (trituración discontinua) el material se reduce a la consistencia de mantequilla de maní. Luego se transporta el coco molido a un molino de guijarros, donde se mezcla con álcali diluido del doble de su peso. La papilla se muele durante tres horas, se translada a un tanque de calentado, donde se añade más agua, y luego se agita durante una hora. La papilla se separa de tal modo que se obtienen crema, leche desnatada y una torta.

La emulsión de aceite concentrada (crema) se rompe ajustando el pH, seguido de una molienda coloidal y finalmente se extrae el aceite por centrifugación. Se asegura que las altas fuerzas de cizallamiento, generadas por el molino coloidal, rompen los glóbulos oleaginosos, haciendo más sencilla la centrifugación subsiguiente que si se pasara la crema directamente a la centrifuga después de la fase de ajuste del pH.

La fase de leche desnatada se trata con ácido para precipitar las proteínas, que luego se filtran, se lavan y se secan.

No se dispone de datos sobre rendimiento de aceite y proteínas, ni sobre la composición del producto.

Procedimientos en húmedo de menor importancia.

Merecen citarse otros procedimientos de extracción en húmedo de proteínas y aceite a partir de cocos frescos y son los siguientes:

El procedimiento Gonzaga.

En este proceso la carne de coco es rallada y prensada, entonces el líquido es colocado en un tanque de sedimentación. La crema es calentada a 100°C resultando aceite y sólidos coagulados. Este método fue patentado en 1948.

El procedimiento lava.

Es un proceso que se desarrolló en los Estados Unidos en 1937 y fue patentado el mismo año, en Francia en 1938, y en Inglaterra en 1939. El aceite se extrae de la carne fresca rallada por medio de una extracción acuosa y una posterior separación de dicho aceite que se encuentra combinado con la proteína. Los subproductos son una pasta prensada con 8% de proteína, después por medio del secado se concentra la proteína hasta un 75% obteniéndose un producto de pureza adecuada, y la solución restante está constituida por una mezcla azúcar-minerales.

El procedimiento Diokno.

Este proceso fue patentado en 1960, y consiste en separar por medio de centrifugación el aceite y los sólidos. Los sólidos son secados y triturados, y el producto final es un producto de alto contenido proteínico. Posteriormente el aceite obtenido es refinado.

Otros procedimientos.

Hay que considerar otros procedimientos para la extracción de aceite y proteína de coco a partir de carne fresca. En cada caso, el producto final es una harina de coco rica en proteínas.

El procedimiento de extracción azeotrópica.

El coco molido se extrae azeotrópicamente con una mezcla disolvente-agua. El azeótropo debe hervir por debajo de los 120°C ; son adecuados los hidrocarburos hexano y benceno y los disolventes clorados, por ejemplo, tricloroetileno. Después de la extracción, se pasa el producto a través de un microatomizador para obtener una harina de coco. Se afirma que el rendimiento de aceite es comparable al del proceso de extracción con disolvente clásico, mientras que la composición de la harina sería análoga a la producida por el procedimiento Hiller.

El procedimiento integrado de coco.

Se aplica a este procedimiento el término "integrado" por-

que trata el coco entero, es decir, la cáscara, el casco y la carne, realizándose el proceso entero en un solo lugar. El producto intermedio se presenta en forma de gránulos, y se afirma que la -- producción de estos gránulos supone una economía de tiempo y dinero, si se compara con la producción de copra.

No se dispone de datos sobre rendimiento de aceite, pero se supone que sean análogos a los del procedimiento de triturado de copra. Se dice que la harina de coco tiene una producción mínima de proteínas del 20% y un contenido máximo de fibra del 8%.

El procedimiento del Tropical Products Institute.

Utilizando un molino de placa-troquel-cuña es posible romper las carnes de coco hasta llegar a dimensiones subcelulares, quedando abierta una elevada proporción de células. Para que un molino de este tipo funcione eficazmente, es necesario hacer una papilla de carne fresca granulada a través del molino.

Después de la molienda, se separa el material celulósico por tamizado continuo, y la emulsión se acidifica con ácido acético -- hasta pH 3.8. Se produce una formación rápida de crema, y, después de un período de reposo, la capa acuosa se tira y la crema se separa en una centrifuga de tres fases, dando un aceite de alta calidad y una papilla que contiene una elevada proporción de proteína. Esta se lava con un disolvente adecuado (por ejemplo isopropanol), dando un polvo de color canela que contiene un 80% de proteínas. -- Se ha señalado un rendimiento de aceite de 80-85%, con un contenido de ácidos grasos libres de 0.1% a 0.2% expresado en ácido láurico. La emulsión obtenida puede emplearse para preparar leches y -- cremas, y está en marcha un proyecto modificado para preparar estos productos. El aislado de proteínas de coco se ha empleado con éxito para reforzar panes de harina de trigo compuestos.

Hasta la fecha, ninguno de los procedimientos antes mencionados ha resultado viable en escala comercial. La razón principal de esto parece ser que el rendimiento de aceite por los procedimientos en húmedo es un 10-15% menor que el rendimiento de aceite que

por el tratamiento clásico de la copra. Desgraciadamente, hay pocos datos publicados sobre los costos de instalación y de explotación de los procedimientos en húmedo. Aunque caben pocas dudas en cuanto a las posibilidades técnicas de los procedimientos en húmedo antes descritos, todos se han realizado en escala relativamente pequeña, y, por tanto, es probable que se hayan empleado costos de instalación muy elevados para maquinaria y hayan necesitado un consumo grande de energía.

Al parecer, al menos en parte, la causa de la falla económica de los modernos procedimientos en húmedo puede atribuirse a los métodos de molienda empleados. Si los molinos que emplean los procedimientos son incapaces de moler los cocos hasta dimensiones subcelulares no se conseguirán altas extracciones de aceite y proteína.

— B. Proteína de coco aislada.

La proteína de coco aislada es el término usualmente empleado para designar una proteína químicamente aislada, libre de carbohidratos no digeribles, odoríferos y sustancias amargas que están normalmente presentes en la materia original. La proteína de coco aislada tiene un sabor dulce y es de color claro, y se le ha encontrado aplicación en la preparación de una amplia variedad de productos, comparada a la que tiene la harina refinada mecánicamente y que se obtiene a partir de la misma materia prima. Payumo preparó este tipo de proteína por medio de coagulación en caliente (Payumo, et al. 1971). Los análisis revelan que este producto contiene un 82% de proteína cruda. Los datos que a continuación se dan son el resultado de los ensayos biológicos que se han efectuado con la proteína aislada por coagulación en caliente.

REP	2.05
CD	94
VB	71
UNP	66

C. Leche de coco descremada.

La leche de coco descremada es un líquido obtenido a partir de cocos frescos por medio de una extracción acuosa, seguida por una separación centrífuga del aceite. Es considerada como un alimento adecuado para los programas de alimentación infantil por su alto contenido en proteínas. Recientemente, un proceso ha sido desarrollado en la Texas Agricultural and Mechanical University, con el fin de producir económicamente aceite, leche descremada de coco concentrada o secada por asperción, proteínas insolubles y residuos, a partir de cocos frescos por un procedimiento en húmedo. -- Los valores nutricionales de la leche de coco descremada comparados con los de la proteína de la carne de coco es como sigue. (Ha genmaier, et al., 1975).

	(REP)
Carne de coco	2.11
Leche de coco descremada concentrada	1.98
Leche de coco descremada	1.67

Al examinar los valores nutricionales de los productos del coco antes mencionados (harina de coco, proteína de coco aislada y leche de coco descremada) así como su composición y propiedades funcionales revelan un mayor avance en la solución del problema referente a la deficiencia nutricional proteínica. Trabajos de investigación se realizan en la actualidad para encontrar procesos factibles económica y nutricionalmente.

8.- Propiedades y aprovechamiento del aceite de coco.

Composición y propiedades.

Comúnmente se distinguen tres grupos principales de grasas y aceites, a saber; aceites minerales, aceites y grasas vegetales y grasas animales. En principio, no hay gran diferencia en la composición de las grasas y aceites vegetales o animales, pero, consideradas como grupo, difieren esencialmente de los aceites minerales.

Mientras las grasas y aceites vegetales y animales son relativamente inestables, volviéndose ácidos o rancios cuando quedan almacenados demasiado tiempo, los aceites minerales son más constantes en sus propiedades y, por tanto, son más apropiados para ciertas aplicaciones, como la lubricación de maquinaria. La diferencia química que existe entre ellos es que los aceites minerales son hidrocarburos químicamente inertes, compuestos exclusivamente por carbono e hidrógeno, mientras que las grasas y aceites vegetales y animales son glicéridos, que, además de carbono e hidrógeno, contienen una cantidad de oxígeno.

Composición química.

Generalidades.

En primer lugar, puede decirse que, teóricamente no existe diferencia alguna entre grasas y aceites. Se considera que las grasas son sólidos o semisólidos, mientras que los aceites son líquidos, pero ésto es solamente cuestión de punto de fusión y temperatura. En Europa, por ejemplo, se habla generalmente de "grasa de coco" porque, a la temperatura que domina en el continente, dicho producto es sólido, pero en los países cálidos el aceite de coco es realmente un aceite líquido.

En principio, tampoco hay ninguna diferencia entre grasas y aceites vegetales y animales. Ambos pertenecen al gran grupo químico de los glicéridos o más bien de los triglicéridos, que se componen de glicerol y de varios ácidos grasos.

Debe indicarse además que la grasa o el aceite, en la forma en que se elaboran a partir de alguna materia prima natural, no constituyen un compuesto químico puro. Se trata siempre de una mezcla de varios triglicéridos, algunos de los cuales predominan. Para un mismo tipo de aceite esta mezcla no siempre es exactamente la misma.

La fórmula química completa de un aceite es bastante compleja y no es tarea fácil para un químico analizar todos los componentes en forma separada. Por ello, a este análisis solamente se procede con fines científicos. A todos los efectos prácticos no es la

composición detallada de un aceite lo que se analiza, sino únicamente determinadas reacciones típicas.

Glicerol.

Las grasas y los aceites se componen de glicerol y ácidos grasos. Aunque hay muchos ácidos grasos, el glicerol es un cuerpo único, por lo que constituye la base de todas las grasas y puede obtenerse a partir de ellas.

Una molécula de glicerol puede combinarse con una, dos o tres moléculas de ácidos grasos, para formar monoglicéridos, diglicéridos o triglicéridos. Las grasas y aceites naturales son generalmente triglicéridos mixtos.

Al combinarse con el glicerol, los ácidos grasos pierden su acidez, para formar una grasa neutra. Por desgracia los glicéridos neutros pueden desdoblarse por las enzimas que también están contenidas en la materia prima vegetal. En virtud de esta acción se forma una cierta cantidad de ácidos grasos libres y de glicerol libre. Como el glicerol es soluble en agua, se elimina fácilmente durante el lavado, mientras que los ácidos grasos libres quedan en el aceite.

Ácidos grasos.

Los ácidos grasos consisten en una cadena de átomos de carbono que se enlazan con átomos de hidrógeno. Esta cadena es igual a la de los hidrocarburos de un aceite mineral, con excepción del último eslabón. En efecto, los ácidos grasos poseen en un extremo de la cadena de carbono un eslabón especial que contiene dos átomos de oxígeno unidos al carbono y al hidrógeno, de modo que reacciona como un ácido prestando a toda la molécula su carácter ácido.

Los ácidos grasos saturados más comunes se designan generalmente por su origen: láurico, palmítico, esteárico, etc. Sus propiedades (como, por ejemplo, el punto de fusión) dependen principalmente de la longitud de la cadena, como indica la siguiente lista de ácidos grasos saturados más frecuentes:

Número de átomos de carbono	Nombre del ácido graso	P _f (°C)
4	Acido butírico	-8.0
6	" caproico	-3.4
8	" caprílico	16.7
10	" cáprico	31.6
12	" láurico	44.2
14	" mirístico	54.4
16	" palmítico	62.9
18	" esteárico	69.6
20	" araquídico	75.4

Los ácidos grasos de menos de 4 o más de 20 átomos de carbono tienen ningún interés, ya que en las grasas naturales no existen o solamente se encuentran en forma de trazas. Se observará que todos los ácidos enumerados en la lista contienen un número par de átomos de carbono. La razón es que las grasas que se encuentran en la naturaleza contienen casi exclusivamente ácidos grasos pares, y que de los ácidos grasos impares (que también existen) puede prescindirse a todos los efectos prácticos.

De los diversos ácidos grasos no saturados hay tres que se encuentran en la mayoría de las grasas naturales en cantidades menores o mayores, a saber: ácido oleico, ácido linoleico y ácido linoléico.

Clasificación de las grasas y aceites.

Las grasas y aceites pueden clasificarse según los principales ácidos grasos que los componen, ya que a éstos se deben sus propiedades y, por consiguiente, su aprovechamiento. Es interesante el hecho de que plantas de las mismas familias o de familias afines produzcan, con frecuencia, grasas de composición similar, y por tanto, de propiedades análogas.

El aceite de coco se extrae de la semilla del cocotero, por lo que no es de extrañar que sea muy semejante a las grasas de se-

millas de otras especies de palmas, como la aceitera, el babasú, etc. Sin embargo, esta analogía no se aplica a las grasas de frutas; por tanto, el aceite de palma (la grasa de fruto de la palma aceitera) tiene una composición completamente distinta de la de la grasa de semilla de almendras de palma.

Estas grasas de semillas de palmas se caracterizan por su elevado contenido de ácido láurico (alrededor del 40 al 50%), razón por la que se clasifican en la categoría de los aceites láuricos. Sólo contienen pequeñas cantidades de ácidos grasos no saturados, por lo que presentan un grado muy bajo de insaturación y un punto de fusión también bajo.

Composición en ácidos grasos del aceite de coco.

En el cuadro que figura a continuación se indica la composición en ácidos grasos del aceite de coco ya para fines comparativos, los del aceite de almendra de palma y de almendras de babasú:

Acido graso	Aceite de coco	Aceite de almendra de palma	Aceite de babasú.
Acido caproico	0 - 0.8	(trazas)	0 - 0.2
" caprílico	7.8 - 9.5	2.7 - 4.3	4.1 - 4.8
" cáprico	4.5 - 9.7	3.0 - 7.0	6.6 - 7.6
" láurico	44.1 - 51.3	46.9 - 52.0	44.1 - 45.1
" mirístico	13.1 - 18.5	14.1 - 17.5	15.4 - 16.5
" palmítico	7.5 - 10.5	6.5 - 8.8	5.8 - 8.5
" esteárico	1.0 - 3.2	1.3 - 2.5	2.7 - 5.5
" oleico	5.0 - 8.2	10.5 - 18.5	11.9 - 16.1
" linoleico	1.0 - 2.6	0.7 - 1.3	1.4 - 2.8

Es realmente sorprendente la semejanza de la composición del aceite de coco con la del aceite de almendra de palma y de almendra de babasú. No es, pues de extrañar que estos tres aceites sean intercambiables para toda clase de aplicaciones y que en algunos aspectos se hagan competentes en el mercado mundial.

Composición en glicéridos.

Aunque las principales propiedades del aceite de coco dependen de los ácidos grasos que entran en su composición como tales, el detalle de su comportamiento, especialmente en cuanto a la fusión, obedece a la forma en que esos ácidos grasos se combinan con el glicerol en triglicéridos mixtos. Ello se aplica especialmente a la propiedad típica de la grasa de coco, que es sólida a la temperatura ambiente europea de unos 20°C, de fundirse al aumentar la temperatura, pero no mediante un proceso gradual de reblandecimiento, como otras muchas grasas, sino pasando con bastante brusquedad, con una elevación de temperatura de unos cuantos grados solamente, del estado sólido quebradizo al líquido.

Aunque el análisis de la composición en ácidos grasos mediante la aplicación de métodos modernos, como la cromatografía en fase gaseosa, ya no es tan difícil como solía ser, el análisis detallado de la composición en glicéridos dista mucho de resultar fácil. El aceite de coco representa una mezcla muy compleja de glicéridos, y hasta ahora no se han aislado triglicéridos puros determinados. Según Collin e Hilditch, el aceite de coco contiene un 84% de glicéridos trisaturados. De los demás glicéridos, el 12% contiene dos ácidos grasos saturados y uno no saturado, y el 4% solamente uno saturado y dos no saturados.

Más recientemente, Dale y Meara identificaron los siguientes glicéridos como principales constituyentes del aceite de coco:

Miristodilaurina	15%
Lauromiristopalmitina	13%
Caprolauromiristina	10%
Caprodilaurina	10%

También identificaron otros 17 triglicéridos en proporciones inferiores al 10% y del mismo modo analizaron el aceite de palma - cuya composición es similar.

Materia no saponificable.

Además de los glicéridos y de algunos ácidos grasos libres, las grasas y aceites contienen otras sustancias, denominadas materia no saponificable porque no puede transformarse en jabón como los glicéridos y los ácidos grasos libres. Por lo general, la proporción de esta materia no saponificable es inferior al 1%; en el caso del aceite de coco es de 0.2 a 0.6%.

En toda la gama de grasas y aceites, la materia no saponificable contiene fosfáticos, mucílagos, esteroides, tocoferoles, lipocromos, hidrocarburos, y trazas de otros componentes a los que se debe el color y olor característico de un aceite.

En el caso del aceite de coco, alrededor de una tercera parte de la materia no saponificable está formada por esteroides, conocidos en los aceites vegetales con la denominación colectiva de fitoesteroides (por contraposición al colesterol de las grasas animales). Los esteroides presentan estrecho parentesco con las hormonas sexuales y pueden constituir materiales de partida para su síntesis y también para la preparación de la vitamina D; pero el contenido de esteroides en el aceite de coco es demasiado bajo para que su utilización resulte rentable.

El contenido de tocoferol (vitamina E) en el aceite de coco también es muy reducido: de 0.003 a 0.0083%. Este aceite contiene además un 0.002% de escualeno y probablemente otros hidrocarburos.

Propiedades químicas y físicas del aceite de coco.

Características.

El análisis para la identificación de una grasa se limita generalmente a la determinación de las que suelen llamarse sus características, las más importantes de las cuales son las siguientes:

Índice de acidez: miligramos de hidróxido de potasio que se necesitan para la neutralización de los ácidos grasos libres en un gramo de grasa.

Índice de saponificación: miligramos de hidróxido de potasio que hacen falta para saponificar un gramo de grasa.

Indice de yodo: gramos de yodo absorbidos por cien gramos -- de grasa en condiciones normales.

Indice de Reichert-Meissl: mililitros de una solución alcali na acuosa de 0.1 N que son precisos para neutralizar los ácidos volátiles hidrosolubles destilados de 5 -- gramos de grasa en condiciones normalizadas.

Indice de Polenske: mililitros de una solución alcalina acuosa de 0.1 N que se requieren para neutralizar los ácidos volátiles no solubles en agua destilados de 5 gra mos de grasa en condiciones normalizadas.

El índice de acidez depende del contenido de ácidos grasos -- libres del aceite y, por tanto, es importante para la evaluación -- de la calidad del aceite, pero no constituye una característica -- del tipo de éste. El índice de saponificación sirve para medir el peso molecular de un aceite y, por consiguiente, de indicación de la composición de los ácidos grasos. El índice de yodo da la medida de los ácidos grasos no saturados y muestra por ejemplo, si un aceite puede utilizarse o no como secante (como en el caso del -- aceite de linaza); tratándose de un aceite muy saturado como el -- aceite de coco, este índice de yodo es muy bajo. Los índices de -- Reichert-Meissel y de Polenske determinan la cantidad de ácidos -- grasos volátiles contenidos en las grasas de la leche y de las se millas de palma.

Constantes físicas.

Además de las características químicas antes mencionadas, se recurre también a algunas propiedades físicas para la identifica-- ción del aceite. Las más importantes son las siguientes:

Indice de refracción a 40^oC: sirve para medir la refracción de la luz de un aceite, fácilmente determinable con -- un refractómetro, y útil para descartar rápidamente -- los aceites de origen desconocido.

Peso específico a temperatura normalizada: se calcula pesan-- do determinado volumen en una botella densimétrica y

permite valorar la pureza de un aceite y calcular su peso en un recipiente basándose en su volumen.

Punto de fusión: temperatura a que se funde una grasa sólida, que se determina mediante equipo especial normalizado.

Punto de solidificación: temperatura a que un aceite líquido se solidifica al enfriarse, que se determina mediante métodos y equipos especiales.

Sin embargo, ni el punto de fusión, ni el punto de solidificación caracterizan plenamente el comportamiento típico de la grasa de coco en la fusión. Como ya se ha indicado, el aceite de coco tiene una escala de plasticidad muy reducida y dentro de unos cuantos grados centígrados pasa de grasa dura y quebradiza a aceite líquido. Para la determinación de las escalas de plasticidad cabe recurrir a mediciones de densidad, que permitan obtener la llamada curva dilatométrica. Para la determinación rápida del comportamiento de una grasa en fusión se ha recurrido al método de refractometría polifásica.

Diversas propiedades del aceite de coco.

El aceite de coco es muy resistente al enranciamiento a causa de su bajo contenido de ácidos grasos no saturados oxidables. En definitiva, una grasa se enrancia por oxidación al contacto con el aire.

Por otra parte, el aceite de coco se hidroliza fácilmente, lo cual quiere decir que los glicéridos, en presencia del agua, se desdoblan en glicerol y ácidos grasos libres, con fijación del agua. Los ácidos grasos liberados por esta hidrolización son parcialmente volátiles y solubles y, por tanto, prestan al aceite un olor y sabor marcados. En el peor de los casos, el aceite adquiere sabor a jabón.

Aprovechamiento del aceite de coco.

Generalidades.

Los usos a que se destina el aceite de coco pueden dividirse en dos categorías principales: para la alimentación o como materia prima para la industria. Aunque, en general, la utilización del aceite de coco como materia prima para la industria va en aumento, hay grandes diferencias entre los Estados Unidos, Canadá, Australia, Japón y los países europeos en cuanto a las cantidades relativas del producto que se destina a fines alimenticios e industriales respectivamente. En los cuatro primeros países, el aprovechamiento del aceite para fines alimentarios sólo representa alrededor del 20 y 30% de todos sus usos, mientras que en Europa ocurre lo contrario; alrededor del 75% del aprovechamiento total se relaciona con la alimentación.

Debido al hecho de que el aceite de coco es una grasa sólida en los países de clima templado, mientras que es aceite líquido en los países cálidos de origen, hay algunas diferencias en las modalidades de aprovechamiento los hábitos alimenticios de los diversos países. Por lo que respecta a los usos industriales, es evidente que esas diferencias desempeñan un papel mayor en los países industrializados, a excepción quizá del jabón ordinario.

Aprovechamiento del aceite como alimento.

Países industrializados y países en desarrollo.

El principal uso alimenticio del aceite de coco en los países en desarrollo es el culinario, debido al hecho de que, a la temperatura dominante en dichos países, es un líquido. Antiguamente, el aceite sin refinar se destinaba principalmente a este fin, siempre que fuera de buena calidad, de color brillante y claro y de sabor y olor agradable. Hoy día, el aceite refinado se emplea cada vez más en los países en desarrollo para fines alimenticios.

En los países industrializados de clima templado, el aceite de coco no puede utilizarse como aceite para cocinar, sino únicamente como grasa de cocina. Se trata de una grasa totalmente blanca, dura y algo quebradiza. Posteriormente, aparecieron en el mercado europeo toda clase de preparados análogos con diversos nombres, como el de "manteca vegetal", pero perdieron importancia -

con la aparición y creciente popularidad de la margarina. En la actualidad el aceite de coco tiene más importancia como ingrediente para la fabricación de la margarina que como grasa de cocinar.

La margarina moderna consiste en una emulsión en la que el agua se dispersa en gotitas minúsculas a través de la grasa, con adiciones apropiadas de sal, sustancias aromáticas, colorantes, vitaminas, etc. La fase acuosa puede o no contener leche, aunque en general la contiene.

El producto manufacturado se emplea como sucedáneo de la mantequilla en la mayoría de sus usos. Por tanto, debe asemejarse a ella en todos sentidos y, al igual que la mantequilla, debe fundirse fácilmente en la boca.

El aceite de coco, aunque en estado sólido presenta consistencia firme, se funde a una temperatura demasiado baja para utilizarlo como constituyente único de la margarina, si bien este inconveniente se reduce hasta cierto punto mediante la hidrogenación. Por tanto siempre se utiliza mezclado con otras grasas que tengan puntos de fusión más altos, como lo son el aceite de maní, soja y semilla de algodón, total o parcialmente hidrogenados, y el aceite de ballena que es siempre aceite hidrogenado.

Los fabricantes tienen bastante flexibilidad en cuanto a proporción de los aceites que entran en su preparación y debe tenerse en cuenta que la proporción de los aceites utilizados se halla sujeta a considerables variaciones de un año a otro en función de las fluctuaciones que experimentan las disponibilidades y los precios de los distintos aceites.

Por otra parte, a causa de sus reducidos límites de plasticidad, el aceite de coco no es muy apropiado como un elemento principal de las grasas de cocina, si bien es un elemento excelente de los que se utilizan para hacer mantecados y productos análogos. La estearina de coco cuando se mezcla con manteca de cerdo y un poco de aceite líquido constituye un buen sucedáneo de la manteca de cerdo. La oleína de coco que es un producto que se obtiene de la estearina, se utiliza como grasa de repostería en pastelería así como para la fabricación de caramelos y productos similares.

Debido al costo elevado de la manteca de cacao y también a - que frecuentemente no se dispone de este producto en cantidades su- ficientes para la fabricación de chocolate y para recubrir artícu- los de repostería, se emplean otras grasas como sucedáneos. Uno de estos sucedáneos es la estearina de coco, que se obtiene enfriando lentamente el aceite de coco a una temperatura de unos 23^o C, con - lo cual una parte del aceite se cristaliza. La masa resultante, se traslada a un filtro-prensa hidráulico, para producir estearina de coco sólida y oleína de coco líquida. A veces, el aceite de coco - se hidrogena primero ligeramente. Modificando el grado de hidroge- nación antes de separar la estearina, se pueden fabricar toda cla- se de productos especiales para confitería.

En resumen, el empleo del aceite de coco en los alimentos de- pende, en los países de clima templado, de la característica más - destacada del aceite, que consiste en pasar bruscamente de una con- sistencia sólida relativamente dura y friable al estado líquido en unos cuantos grados, efectuándose la transición a la temperatura - ambiente ordinaria. Esta característica hace que resulte más venta- josa la utilización del aceite de coco en la fabricación de la mar- garina, en que se requiere un producto semejante a la mantequilla. Además, el bajo grado de insaturación permite que el aceite sea re- sistente al enranciamiento por oxidación, lo que constituye una -- ventaja para su empleo en productos alimenticios en que puede --- transcurrir un espacio de tiempo relativamente prolongado entre la fabricación y el consumo.

Usos técnicos.

La utilización técnica más antigua del aceite de coco es pro- bablemente la de fabricación de cosméticos en los países cálidos y a su empleo como materia prima para jabón. En la fabricación moder- na de jabón, el glicerol se ha convertido en un valioso subproduc- to. En fecha más reciente, el jabón tiene que hacer frente a la -- fuerte competencia de los detergentes sintéticos. Afortunadamente, el aceite de coco puede utilizarse también como materia prima para la fabricación de detergentes.

Productos de tocador y cosméticos.

Quizá sea éste el principal uso no alimenticio del aceite de coco en los países productores. En las regiones rurales de Indonesia, por ejemplo, las mujeres, lo emplean para peinarse, lo que hace que el cabello desprenda un olor muy característico. En la India se utiliza en casi todas las casas para bañarse y peinarse. Incluso a los niños se les frota con aceite, preparado especialmente con cocos frescos, antes de bañarlos por creer que da suavidad y flexibilidad a la piel.

En los países industrializados y en los que han iniciado recientemente su desarrollo, el aceite de coco se emplea también mucho en la fabricación de productos de tocador y cosméticos, como cremas para la cara, ungüentos y champúes.

Jabón.

El aceite de coco constituye una materia prima casi ideal para la fabricación de jabón, a causa de la dureza, estabilidad y capacidad de formar espumas que presentan los jabones de sodio que con él se producen. Además, el aceite se saponifica fácilmente, incluso en frío, por lo que permite fabricar jabones por procedimientos en frío.

En las industrias rurales es preferible preparar jabones mediante el procedimiento de semicocción, ya que pueden mezclarse con el aceite de coco otros aceites vegetales o de origen animal que no se saponifiquen tan fácilmente. De este modo puede producirse mayor variedad de jabones.

El mejor jabón es el que se fabrica por el procedimiento de ebullición total, que es el último en los países industrializados. En Europa, el jabón sigue constituyendo el principal producto no alimenticio que se obtiene del aceite de coco. En los Estados Unidos, este aprovechamiento disminuye cada vez más con relación a otras aplicaciones industriales del aceite de coco, que actualmente superan en más de dos veces y media las cantidades que se emplean en la fabricación de jabones.

Glicerol.

Un subproducto importante de la fabricación de jabones es el glicerol. Cabe calcular teóricamente la cantidad de glicerol que se encuentra en todo aceite o grasa neutra en forma de glicéridos multiplicando el índice de saponificación por 0.0547. En el cuadro siguiente se indica el contenido teórico de glicerol en algunas -- grasas y aceites de diferentes índices de saponificación.

Aceite o grasa.	Índice de saponificación	Contenido de glicerol - (en %)
Aceite de coco	253	13.84
Aceite de almendra de palma	248	13.57
Aceite de palma, de semilla de algodón, sebo, etc.	198	10.83
Aceite de maní, de soja, de sésamo, de girasol, de oliva, etc.	191	10.45
Aceite de colza	175	9.57

Como puede verse, el contenido de glicerol del aceite de coco es el más alto del correspondiente a todos los aceites existentes en el comercio, en la práctica estos índices teóricos nunca se obtienen, pero sigue manteniéndose la posición relativa del aceite de coco, en comparación con otros aceites.

En la fabricación de jabones por el procedimiento de ebullición total, una cierta cantidad de glicerol queda en el jabón al -- añadirse la sal, pero la lejía apagada, que es la solución acuosa a partir de la cual se ha precipitado el jabón, contiene del 5 -- al 15% de glicerol, que puede recuperarse por medio de un trata-- miento químico especial seguido de concentración en evaporadores -- de doble efecto. El producto así obtenido, que tiene un 80% de gli-- cerina bruta, contiene cantidades considerables de impurezas, y la depuración se realiza mediante la destilación fraccionada. El gli--

cerol puede obtenerse por hidólisis de glicéridos por medio de un ácido de modo análogo.

El glicerol tiene un gran número de aplicaciones. Una de las más importantes es la fabricación de nitroglicerina para explosivos. El glicerol tiene también muchos usos en farmacia, perfumería, en la industria alimenticia y para otros muchos fines.

Detergentes sintéticos.

Un gran porcentaje del aceite de coco se destina en la actualidad para la fabricación de detergentes sintéticos, especialmente en los Estados Unidos. Los detergentes pueden definirse como todo compuesto artificial, aparte del jabón, que sea tensoactivo en el agua y puede utilizarse para limpiar; los agentes tensoactivos, — son todos los productos sintéticos que se utilizan para humectar, emulsionar, dispersar, solubilizar, espumar, lavar o desengrasar; por tanto, no son exclusivamente los detergentes.

La aparición de los detergentes sintéticos, en los que no influye el agua dura, han contribuido en gran medida a reducir el — consumo de jabón para usos domésticos y de lavadero; ahora bien, — los jabones de tocador no han sido afectados hasta ahora por esta competencia. Entre los primeros de estos detergentes explotados comercialmente figuraban los alquilsulfatos de sodio, es decir, las sales sódicas de alcoholes sulfatados. Estos alcoholes se derivan, generalmente, de ácidos grasos, de los que el aceite de coco constituye la fuente principal. Los detergentes de este tipo se fabrican, por lo general, a partir de ácidos grasos mixtos, como los — contenidos en forma de glicéridos en el aceite de coco; también se fabrican a partir de un solo ácido graso, por ejemplo el laurilsulfato de sodio. En lugar de sodio puede utilizarse cualquier álcali.

Otra clase de detergentes sintéticos, que además de ser tensoactivos poseen propiedades germicidas, son los que se fabrican — con compuestos de amonio cuaternario. Pertenecen a esta clase las sales de amonio cuaternario de ácidos grasos en la fabricación de detergentes sintéticos, de los cuales constituye el aceite de coco una fuente importante.

Existe una fuerte competencia entre los productos químicos - derivados del petróleo, por ejemplo, los alcoholes derivados del mismo, y los alcoholes grasos derivados del aceite de coco y de los aceites de palma, sobre todo en los Estados Unidos, pero los detergentes fabricados a partir de estas materias primas naturales todavía gozan de gran aceptación y probablemente representan como mínimo el 20% de la producción total de detergentes sintéticos.

Usos diversos.

El aceite de coco es objeto de una amplia gama de otras aplicaciones industriales. Se utiliza en la producción de plastificantes y en la fabricación de vidrios inastillables para aviones y -- automóviles. Constituye un elemento indispensable para las resinas sintéticas que se emplean en el revestimiento interior de envases para alimentos. Se usa también en la fabricación de sucedáneos de caucho. El alcohol láurico obtenido del aceite de coco se utiliza en la fabricación de artículos vulcanizados, como neumáticos, y en la galvanoplastia y en la producción de materiales aislantes.

Es evidente que, en muchas de estas aplicaciones, el empleo del aceite de coco no es específico ni directo, sino indirecto en forma de agentes tensoactivos como las alcanolamidas que se emplean para control de viscosidad, corrosión, y propiedades espumantes de productos usados en la industria de los detergentes, cosméticos y textiles.

En resumen, los usos no alimenticios del aceite de coco depende principalmente de las características de los constituyentes ácidos grasos. Estos ácidos tienen un peso molecular medio menor -- que el de los ácidos grasos presentes en la mayoría de los otros -- aceites, y diferentes en cuanto a volatilidad, solubilidad y otras características. La solubilidad de las sales de sodio de sus ácidos grasos y de los alcoholes grasos sulfatados derivados del aceite de coco, es la propiedad que tanta utilidad presta a este producto para la fabricación de jabones y detergentes sintéticos. /

9.- Cuadros de composición de algunos productos y subproductos y -
diagramas de funcionamiento de algunos procesos.

- Cuadro 1: Composición de las cáscaras de coco, porcentaje sobre base seca.
- Cuadro 2: Composición de los cascos de coco.
- Cuadro 3: Composición química de la ceniza de cascos de coco.
- Cuadro 4: Análisis inmediato del agua de cocos maduros.
- Cuadro 5: Análisis cuantitativo de carbohidratos en el agua de cocos maduros.
- Cuadro 6: Aminoácidos de agua de cocos maduros.
- Cuadro 7: Trazas de elementos encontrados en el agua de coco.
- Cuadro 8: Especificaciones para carbón vegetal de cascos de coco.
- Cuadro 9: Análisis aproximado de coco desecado típico.
- Cuadro 10: Composición aproximada de una crema típica de coco.
- Cuadro 11: Contenido de aminoácidos de la harina de coco.
- Cuadro 12: Composición en aminoácidos de la leche de coco -- descremada y secada por asperción.
- Cuadro 13: Análisis químico de la leche de coco descremada y secada por asperción.
- Cuadro 14: Características físicas y químicas del aceite de coco.
- Diagrama 1: Procedimiento Hiller.
- Diagrama 2: Procedimiento Chayen.
- Diagrama 3: Procedimiento Robledano-Luzuriage.
- Diagrama 4: Procedimiento Roxas.
- Diagrama 5: Procedimiento Sugarman.
- Diagrama 6: Procedimiento de extracción azeotrópica.
- Diagrama 7: Procedimiento " integrado ".
- Diagrama 8: Preparación de leche descremada y concentrada.
- Diagrama 9: Procedimiento de coagulación en caliente.
- Diagrama 10: Procedimiento TAM.
- Cuadro 15: Composición de la harina de coco obtenida por el

procedimiento Hiller.

Cuadro 16: Composición de los productos del procedimiento —
Chayen.

Cuadro 17: Composición de los productos del procedimiento —
Krauss-Maffei.

Cuadro 18: Composición de los productos del procedimiento —
Krauss-Maffei/CFTRI.

Cuadro 19: Composición de los productos del procedimiento —
del Tropical Products Institute.

Quadro 1: Composición de las cáscaras de coco, porcentaje sobre base seca.

Madurez	Madura	Joven	Muy joven
Materia orgánica	95.0	95.4	96.2
Materia mineral (cenizas)	5.0	4.6	3.8
Sustancias acuosolubles (SA)			
Total	26.0	29.0	38.5
Pectinas			
Por ciento	14.2	14.8	15.2
En % del total (SA)	54.6	51.0	39.5
Hemicelulosas			
Por ciento	8.5	8.1	9.0
En % del total (SA)	32.7	27.9	23.4
Sustancias insolubles en agua (IA)			
Total	74.0	71.0	61.5
Lignina			
Por ciento	29.2	31.6	20.1
En % del total (IA)	39.5	44.5	32.7
Celulosa			
Por ciento	23.9	19.2	14.4
En % del total (IA)	32.3	27.0	23.4
Minerales			
K	0.78	0.64	0.62
P	0.04	0.07	0.08
Ca	0.08	0.16	0.18
Mg	0.05	0.17	0.17
Nitrógeno (como N)	0.23	0.54	0.57
Proteína (N x 6.25)	1.4	3.4	3.6

Cuadro 2: Composición de los cascos de coco.

Países de origen de los cocos.	Ceniza	Lignina	Celulosa bruta	Celulosa de pentosanos	Celulosa verdadera	Metoxilo
	Porcentaje					
Filipinas	0.23	33.30	44.98	17.67	27.31	5.39
Sri Lanka	0.61	36.51	53.03	20.54	32.52	-
Filipinas	0.55	27.26	33.52	5.26	28.26	5.84

Cuadro 3: Composición química de la ceniza de cascos de coco.

País de origen de los cocos	% de ceniza	En porcentaje de ceniza							
		K_2O	Na_2O	CaO	MgO	P_2O_5	Fe_2O_3 + Al_2O_3	SO_3	SiO_2
Sri Lanka	0.29	45.0	15.4	6.3	1.3	4.6	1.4	5.8	4.6
Malasia	0.69	52.2	-	-	-	-	-	-	-
India	1.10	31.6	-	3.0	3.9	5.3	-	-	-

Cuadro 4: Análisis inmediato del agua de cocos maduros.

Componentes	Límites	Peso medio
	Gramos por 100 ml	
Sólidos totales	3.90 - 5.50	4.71
Azúcares reductores (como azúcar invertido).	0.23 - 1.30	0.80
Azúcares reductores adicionales - después de la inversión (sacaro- sa).	0.93 - 3.15	1.28
Cenizas	0.50 - 0.84	0.62
Sólidos orgánicos no identificados	-	2.01
Humedad (por diferencia)	-	95.29

Cuadro 5: Análisis cuantitativo de carbohidratos en el agua de co- cos maduros.

Carbohidratos	República Dominicana.	Malasia
	Porcentaje.	
Glucosa	0.18	0.75
Fructosa	0.20	
Sacarosa	3.94	1.88
Sorbitol	1.02	0.94
m - Inositol	Indicios	Indicios
s - Inositol	?	?

Quadro 6: Aminoácidos de agua de cocos maduros.

Aminoácidos	Microgramos por 100 mg de residuo insoluble en alcohol.	Nitrógeno de aminoácido en porcentaje de nitrógeno proteínico.
Acido cistérico	217	3.86
Acido aspártico	190	2.94
Acido glutámico	890	12.47
Serina	166	3.25
Glicina	277	7.61
Treonina	62	1.07
Alanina	61	1.41
Histidina	197	7.86
Lisina	398	11.23
Arginina	663	31.40
Prolina	478	8.57
Valina	73	1.28
Leucina	246	3.86
Fenilalanina	14	0.18
Tirosina	92	1.05
Hidroxi prolina	Indicios	Indicios
Metionina sulfóxido	111	1.92
Total	4 135	

Cuadro 7: Trazas de elementos encontrados en el agua de coco.

Elemento	mg/100 ml
Potasio	312.0
Sodio	105.0
Calcio	29.0
Magnesio	30.0
Fierro	0.10
Cobre	0.04
Fósforo	37.0
Azufre	24.0
Cloro	183.0

Cuadro 8: Especificaciones para carbón vegetal de cascos de coco.

Análisis de tamización (granulometría).

En 1 pulgada	no menos de 60%
En 1 - 1/2 pulgada	no más de 20%
En 1/2 - 1/4 de pulgada	no más de 20%
(a través de 1/4 de pulgada, menos del 1%, preferentemente nada).	

Humedad	menos de 1%
Elementos volátiles a 925° C	menos de 20%
Contenido de cenizas	menos de 2%
Materia acuosoluble	menos de 0.3%
Alcali acuosoluble	menos de 0.1%
Cloruros acuosolubles	menos de 0.1%
Densidad aparente	no menos de 0.60 g/c.c.

La proporción de trozos pequeños (menos de 2.5 mm) de
be ser mínima y la de trozos grandes (más de 3 mm), -
máxima.

Cuadro 9: Análisis aproximado de coco desecado típico.

Componente	Porcentaje aproximado.
Humedad	2.0
Grasa (límites 66 - 70%)	67.5
Carbohidratos	5.9
Proteína	9.3
Ceniza (minerales)	2.4
Fibra	3.9
Pentosanos	8.9

Cuadro 10: Composición aproximada de una crema típica de coco.

Componentes	Porcentaje
Humedad	1.5
Grasa	65.8
Carbohidratos naturales	5.8
Proteína	9.1
Ceniza (minerales)	2.4
Fibra	3.8
Pentosanos	8.7
Estabilizador	3.0

Cuadro 11: Contenido de aminoácidos de la harina de coco.

Aminoácido	g/16g N
Arginina	14.6
Cistina	0.48
Histidina	1.76
Isoleucina	3.20
Leucina	6.08
Lisina	4.48
Metionina	1.76
Fenilalanina	4.48
Treonina	3.20
Triptófano	-
Tirosina	2.40
Valina	4.64

Cuadro 12: Composición en aminoácidos de la leche de coco descremada y secada por asperción.

Aminoácido	g/16g N
Esenciales	
Isoleucina	2.6
Leucina	5.4
Lisina	4.6
Fenilalanina	3.8
Tirosina	2.3
Cistina	1.7
Metionina	1.3
Triptófano	0.9
Valina	4.0
No esenciales	
Histidina	2.2
Arginina	15.5
Acido aspártico	7.1
Acido glutámico	22.0
Serina	3.7
Prolina	3.5
Alanina	4.1
Glicina	3.8
Total	90.9

Cuadro 13: Análisis químico de la leche de coco descremada y seca-
da por asperción.

	Composición % ⁺	
	Usando en el proceso agua de coco.	Usando en el proceso agua co- rriente.
Proteína		
Proteína cruda(Nx6.25)	25.0	30.0
Grasa		
Grasa cruda	8.0	7.0
Acidos grasos libres	3.2	1.4
No - saponificables	3.2	-
Valor de yodo	6.3	-
Carbohidratos		
Azúcares reductores después de la inversión	45.0	37.0
Azúcares reductores	2.8	2.0
Sacarosa	33.0	-
Fibra cruda	0.03	0.03
Minerales		
Fósforo	0.5	0.5
Calcio	0.17	0.06
Magnesio	0.26	0.36
Potasio	3.6	3.3
Sodio	0.9	1.4
Cloro	1.6	1.6
Cenizas estimadas	8.2	9.3
Cenizas (por análisis)	8.8	9.2

+ A un nivel de humedad del 3%.

Cuadro 14: Características físicas y químicas del aceite de coco.

Indice de acidez	1.0 - 10.0
Indice de saponificación	251.0 - 264.0
Indice de yodo	7.0 - 10.0
Indice de tiocianógeno	6.1 - 7.0
Indice de Reichert - Meissl	6.0 - 8.0
Indice de Polenske	12.0 - 18.0
Indice de acetileno	8.0
Indice de Kirschner	1.6 - 1.9
Sustancias no saponificables, porcentaje	0.15 - 0.6
Indice de refracción (40°C)	1.448 - 1.450
Densidad (40/25°C)	0.917 - 0.919
Densidad (40/25°C)	0.908 - 0.913
Densidad (99/15.5°C)	0.869 - 0.874
Punto de fusión, °C	
comienzo de la fusión	20.0 - 22.0
fusión completa	23.0 - 26.0
Punto de solidificación, °C	22.0 - 23.5
Título, °C	20.0 - 24.0
Sustancias volátiles, porcentaje	-
Agua, porcentaje	-
Color, Lovibons, célula	
1 pulgada	
amarillo	hasta 5.0
rojo	hasta 1.2



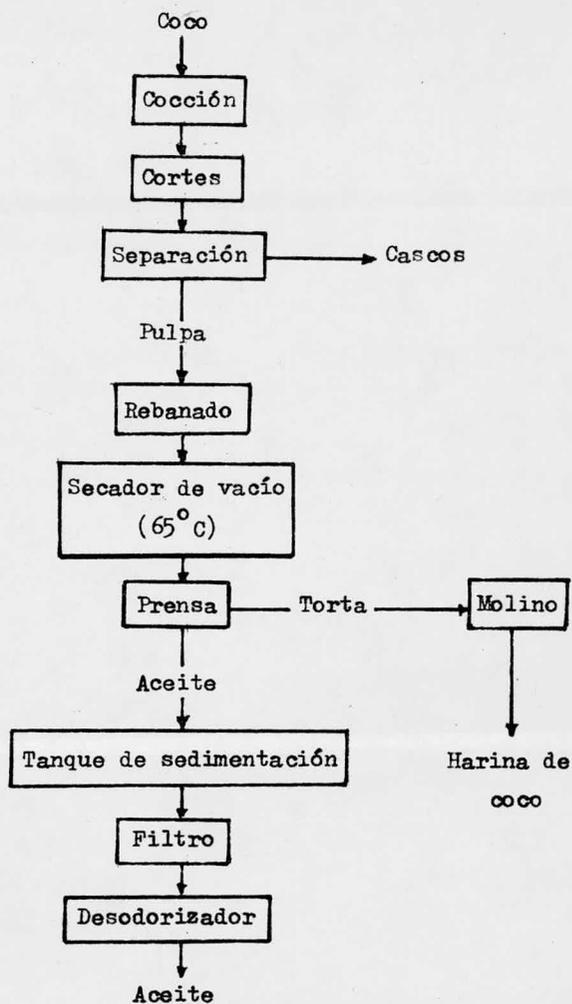


Diagrama 1.

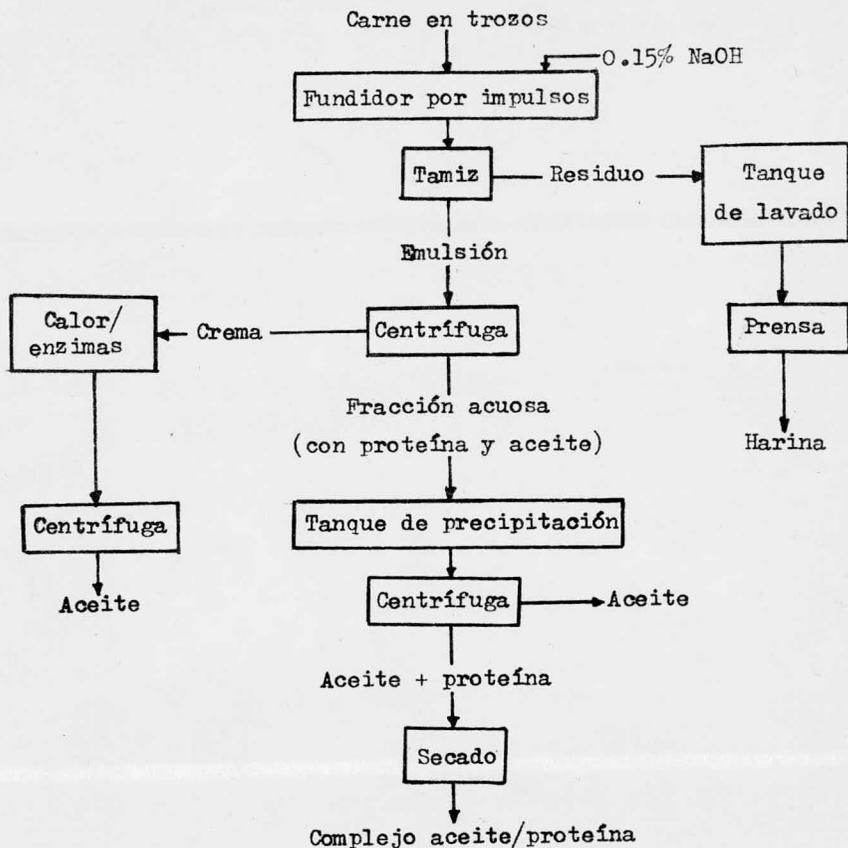


Diagrama 2.

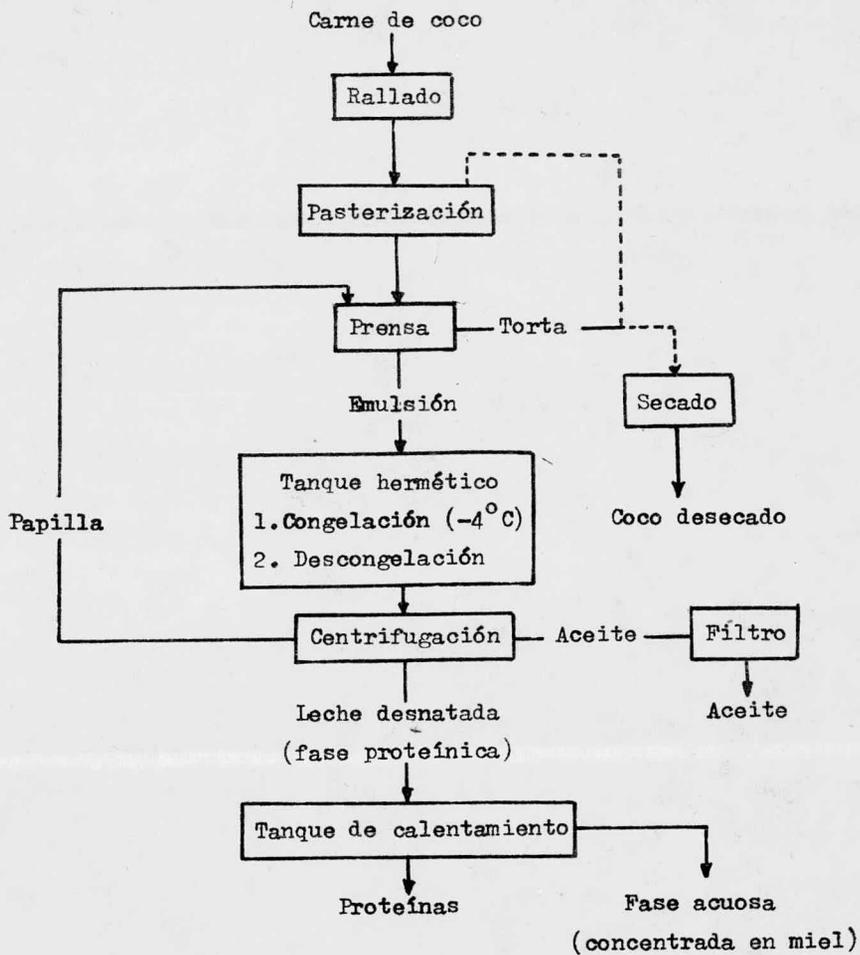


Diagrama 4.

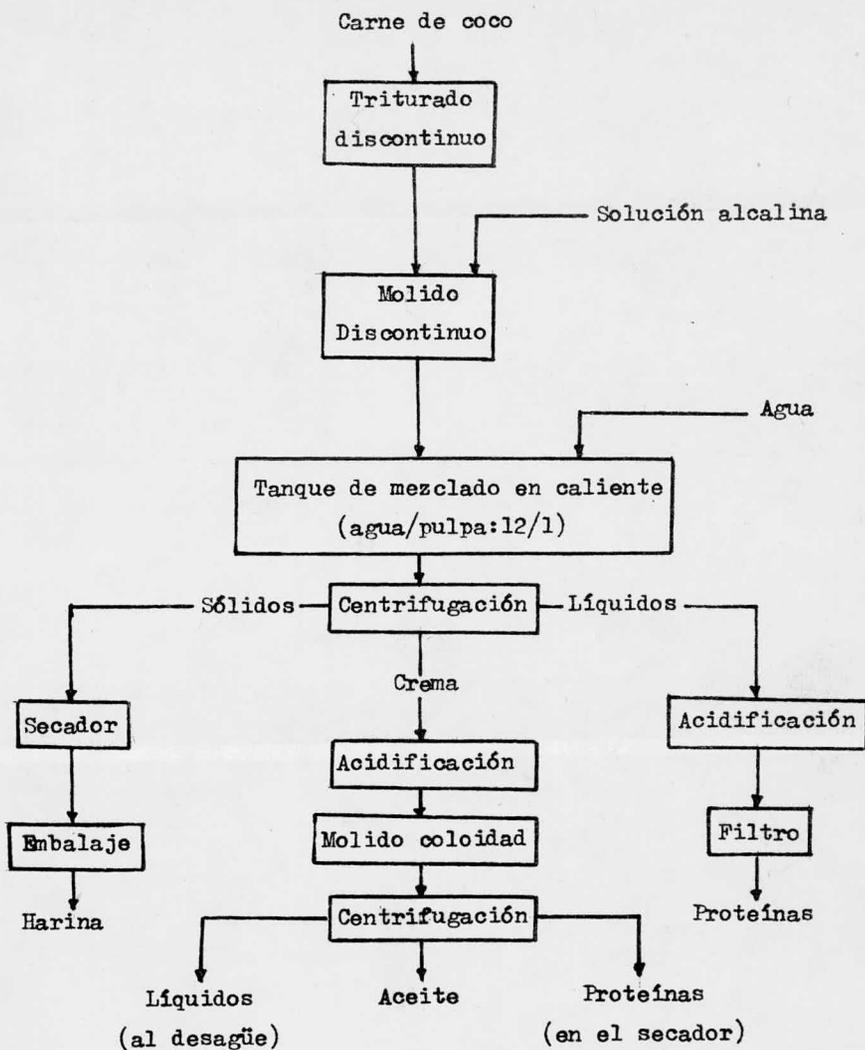


Diagrama 5.

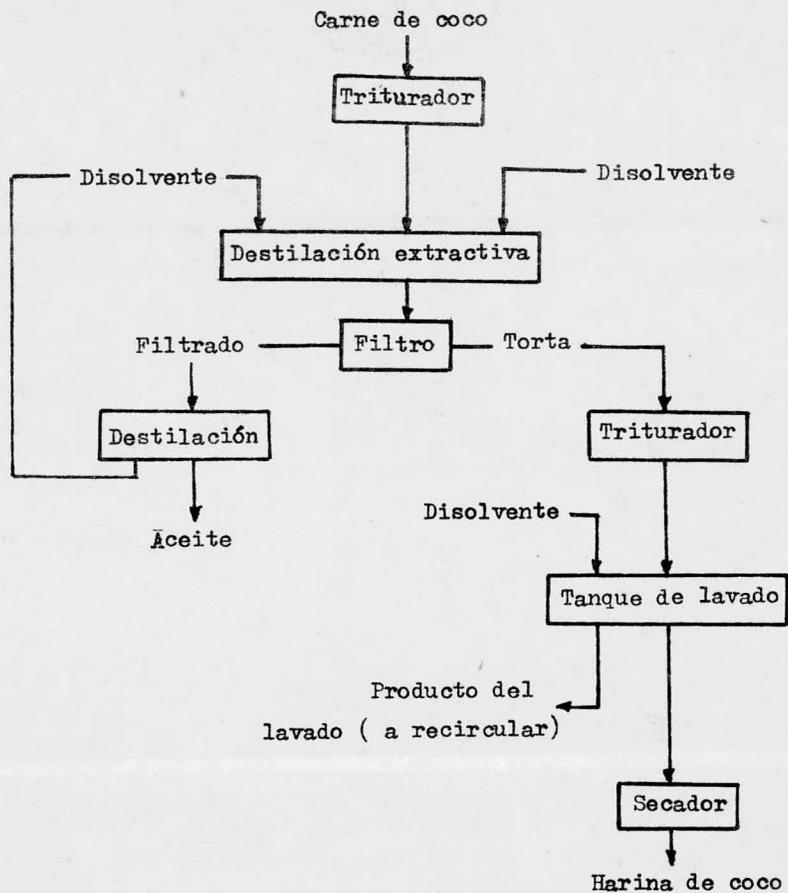


Diagrama 6.

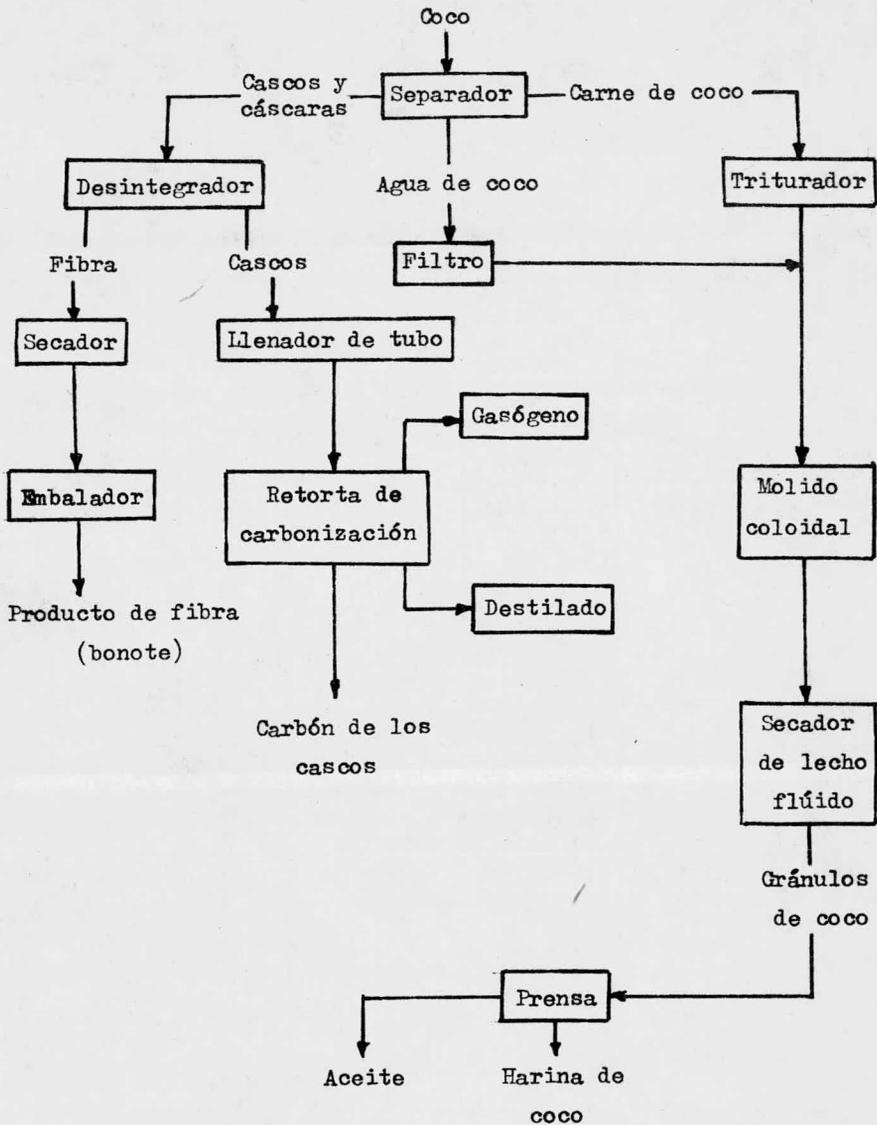


Diagrama 7.

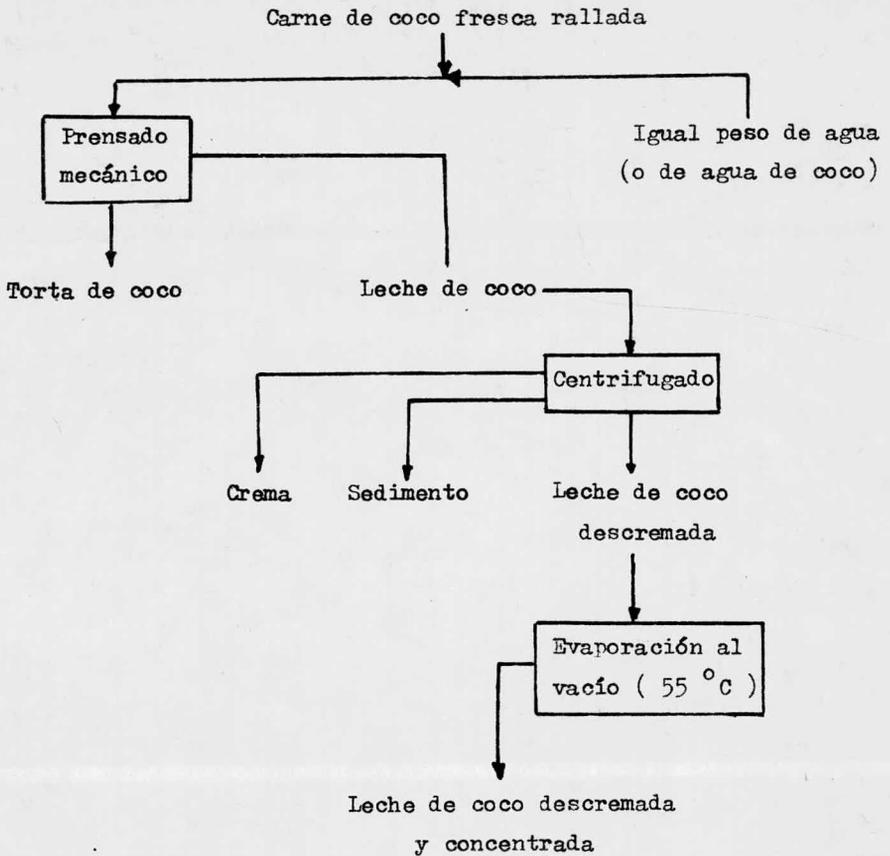


Diagrama 8.

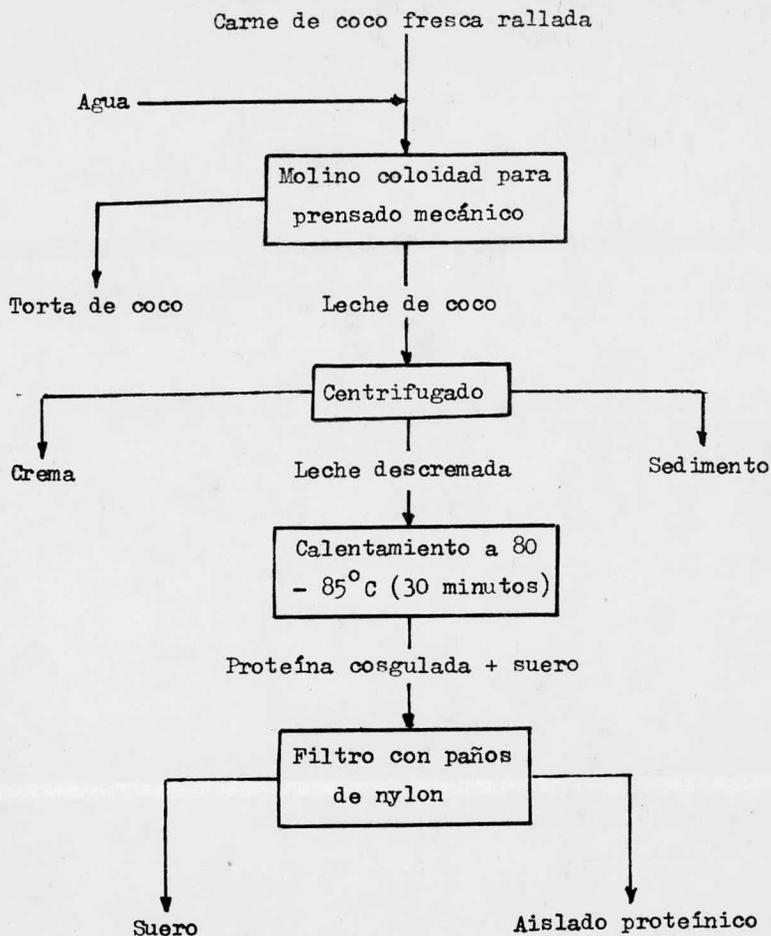
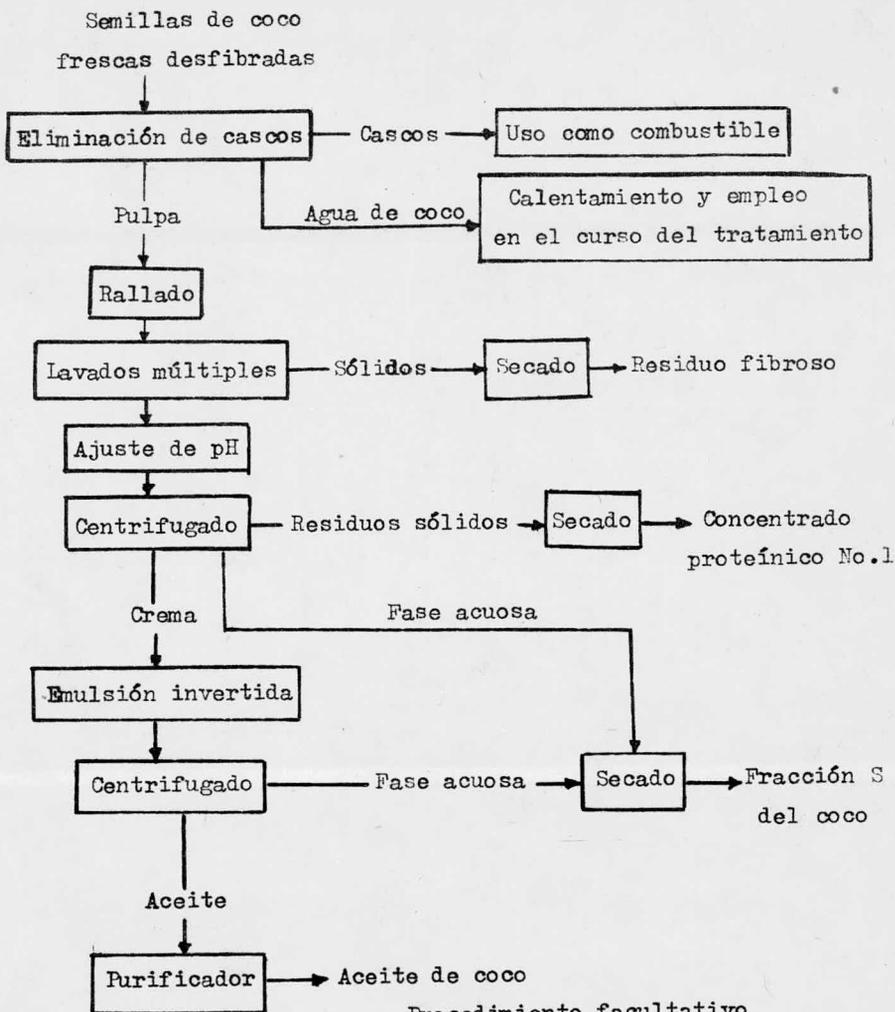


Diagrama 9.



Procedimiento facultativo

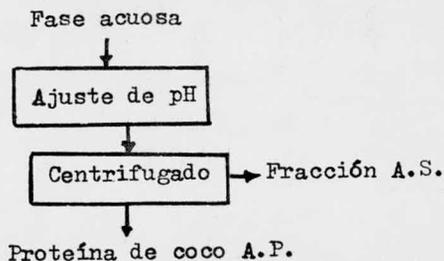


Diagrama 10.

Cuadro 15: Composición de la harina de coco obtenida por el procedimiento Hiller.

Aceite	Proteínas	Humedad	Fibra bruta	Ceniza	Carbohidratos
Porcentaje					
12.8	18.2	6.2	20.2	4.9	20.4

Cuadro 16: Composición de los productos del procedimiento Chayen.

Porcentaje							
Producto	Aceite	Proteína	Carbohidratos	Cenizas	VB	UNP	CD
Complejo aceite/proteína	35	60	2.5	2.5	60	50	75
Harina	20	1.5	75	3.3	-	-	-

Cuadro 17: Composición de los productos del procedimiento Krauss - Maffei.

Producto	Aceite	Proteína	Humedad	Fibra bruta	Ceniza
Porcentaje					
Harina de coco	3.4	51.7	8.4	0.5	8.2
Torta	12.2	6.2	6.6	25.1	1.6

Quadro 18: Composición de los productos del procedimiento Krauss - Maffei/CFTRI.

Producto	Aceite	Proteína	Humedad	Carbohidratos	Ceniza
	Porcentaje				
Proteína	3.4	66.1	8.4	13.9	8.2
Torta	25.0	6.0	6.0	57.0	6.0
Miel	2.0	15.6	40.0	35.6	6.8

Quadro 19: Composición de los productos del procedimiento del Tropical Products Institute.

Producto	Aceite	Proteína cruda.	Humedad	Fibra bruta	Ceniza	Carbohidrato
	Porcentaje					
Aislado de proteína	7.2	82.0	4.9	0.6	4.95	0.35
Residuo	36.4	4.8	5.0	43.6	0.4	9.8

Capítulo V.

Perspectivas de desarrollo y de utilización.

1.- Situación de los productos básicos en 1976-1977.

Todo indica que el volumen de comercio de productos agrícolas aumentó sólo ligeramente en 1976, pero el incremento general de los precios agrícolas internacionales, que se inició a fines de 1975, se obtuvo gracias a una demanda más fuerte durante 1976, y en el caso de algunos productos poco abundantes el aumento de los precios se aceleró en los primeros cuatro meses de 1977. Una recuperación de la actividad económica en los países industrializados, recuperación que sin embargo se hizo menos intensa hacia fines del año, y un crecimiento económico más rápido en los países en desarrollo se tradujeron en 1976 y en la primera parte de 1977, en un aumento del consumo de muchos alimentos de productos para piensos y de las principales materias agrícolas. Como resultado de ello, el valor total de las exportaciones agrícolas (incluidos los productos pesqueros y forestales) aumentó, según las estimaciones preliminares, hasta alcanzar una nueva cifra record de 123 000 millones de dólares EE.UU. en 1976. Si bien el incremento total fue sólo de un 4%, aproximadamente, los países en desarrollo lograron un mayor aumento en sus ingresos de exportación y probablemente su participación en el comercio internacional dejó de disminuir.

Los mercados mundiales de productos básicos han reaccionado bruscamente ante los cambios a corto plazo de la oferta y la demanda en una situación de constante incertidumbre sobre las perspectivas económicas generales, persistentes tasas elevadas de inflación en algunos países desarrollados y en desarrollo, y probables problemas de la balanza de pagos de muchos países. Por esta razón, en 1976 se hizo una vez más evidente el problema de la inestabilidad general de los precios, que había sido una característica importante de la mayoría de los productos básicos desde 1972, lo cual confirmó aún más las conclusiones a que se había llegado anteriormente, es decir que las fuertes fluctuaciones de precios pueden haberse convertido en una característica más permanente de los productos básicos.

Hubo aumentos muy considerables en 1976 en la producción de

muchos alimentos básicos, en especial trigo, cereales secundarios, azúcar, grasa y aceites y proteínas de harinas oleaginosas.

En los mercados mundiales de grasas y aceites, una marcada mejora de la demanda y menores perspectivas de producción dieron lugar a una recuperación gradual de los precios a partir de junio de 1976 recuperación que se aceleró considerablemente a comienzos de 1977 como consecuencia de una nueva y persistente alza de la demanda. Entre enero y mayo de 1977 los precios del aceite de coco se incrementaron en más del 30 por ciento.

Las exportaciones mundiales de tortas y harinas de aceite re iniciaron en 1976 su tendencia al alza, estimuladas por una recuperación de la demanda de estos productos para piensos en los países desarrollados, por una favorable relación entre los precios de las harinas oleaginosas y de los cereales forrajeros registrada a comienzos del año y por el mantenimiento de la demanda de importación de la U.R.S.S. En vista del rápido aumento de los precios de las harinas oleaginosas durante el año, es posible que el total de los ingresos de exportación procedentes de esta fuente haya aumentado en unos 800 millones de dólares, y probablemente la mitad de esta cifra ha correspondido a países en desarrollo, cuyos ingresos de exportación por este concepto superaron, por consiguiente, a los de la carne, los bananos, el arroz o el tabaco. Las exportaciones mundiales de semillas oleaginosas aumentaron más moderadamente, con un incremento estimado en unos 500 millones de dólares, incremento que en su mayor parte correspondió a los países en desarrollo.

Las estimaciones preliminares indican que el volumen del comercio mundial de grasas y aceite alcanzó niveles sin precedente en 1976 al ser estimulado por una fuerte recuperación de la demanda de aceites comestibles. Sin embargo, durante la mayor parte del año los precios bajaron constantemente, en especial los de los aceites suaves, por lo cual se estima que el valor total del comercio ha disminuido aproximadamente en un 20 por ciento. Como los cambios se habían producido en el volumen de las exportaciones, la baja se limitó a los ingresos de exportación de los países desarro

llados y de planificación centralizada; los países en desarrollo - pudieron mantener sus ingresos de esta fuente al mismo o casi al mismo nivel del año anterior, que fue de 2 100 millones de dólares, con lo cual aumentaron su participación en el mercado mundial del 33% a más del 40%.

La producción de aceites láuricos, supero en 1976 su aumento de 1975, gracias al incremento de casi 300 000 toneladas que experimentaron la producción y las exportaciones de aceite de coco de las Filipinas como resultado del buen tiempo. El precio de los aceites láuricos, que había bajado fuertemente en 1975 se reforzó más que los de los aceites líquidos en el segundo semestre de 1976, debido a una reducción de las disponibilidades de aceite de coco exportable y su índice de precios para ese año aumentó un 6 por ciento alcanzando un valor de 148.

Refiriendonos a tortas y harinas oleaginosas diremos que entre los países exportadores pequeños, las Filipinas suministraron virtualmente todas las 60 000 toneladas en las que aumentaron las exportaciones de torta de copra.

2.- Las perspectivas a corto plazo.

Las perspectivas a corto plazo apuntan a una cierta expansión de la demanda de productos agrícolas en general, aunque el grado en que ello se produzca variará según el producto. En el caso de las materias primas agrícolas, se espera que la demanda aumente a un ritmo similar al de 1976.

En los mercados mundiales de grasas y aceites, es probable que los aumentos se reduzcan progresivamente hasta que se disponga de la nueva producción de las cosechas de 1977/1978, más entrado el año. Después de la merma de las cosechas mundiales de soja en 1976, sobre todo en los Estados Unidos, se estima que se ha registrado un descenso del 3% de la producción mundial de grasas y aceites en 1977. Sin embargo, se espera cubrir la demanda con las existencias remanentes del año anterior. Por consiguiente es probable que se produzcan reducciones apreciables en las existencias de grasas

y aceites y se pronostica un descenso de las existencias de harinas oleaginosas, que quedarán cerca de los niveles mínimos operacionales a finales de la temporada.

El descenso de los suministros se ha reflejado en una considerable subida de los precios internacionales de la mayoría de las semillas oleaginosas y aceites, que se espera estimulará la producción. Más recientemente, los precios han tendido a reflejar la considerable expansión de la producción de grasas y aceites, y particularmente de proteínas de harinas oleaginosas previstas para 1978 como resultado, principalmente, de una fuerte recuperación de la producción anual de soja, sobre todo en Estados Unidos donde la relación de precios soja/maíz ha sido favorable. Aunque la persistente demanda, tanto para el consumo corriente como para la reconstitución de las existencias, debería mantener a los precios de las grasas y aceites y harinas oleaginosas a los niveles actuales hasta el final de 1977, el aumento considerable de los suministros previstos para 1978 podría causar un cierto debilitamiento.

Las perspectivas del comercio varían según el producto, pero en general no se prevé que el volumen total del comercio agrícola en el futuro a corto plazo vaya a cambiar mucho. No obstante, en vista de los elevados precios de exportación durante los inicios de 1977 de varios productos importantes del comercio internacional, debería producirse un nuevo aumento, aunque reducido, del valor total de las exportaciones agrícolas, y una mejora de los ingresos de exportación agrícola de los países en desarrollo.

3.- Fibra de bonote: producción y comercio.

Las estadísticas sobre producción, utilización y comercio de fibra de bonote son escasas. Ninguno de los países productores publica estadísticas oficiales de producción de bonote, y las estimaciones comerciales sólo se hacen de vez en cuando. Sin embargo, se ha estimado que durante el período 1972-1974 la producción mundial total alcanzó unas 295 000 toneladas anuales.

Se ha calculado que, del volumen total de fibra de bonote --

producida en el mundo, unas 130 000 - 135 000 toneladas corresponden a fibra de cerdas y colchones, y unas 160 000 - 165 000 toneladas corresponde a fibra de hilo. Alrededor del 80-85% de la fibra de cerdas y colchones se produce para exportar en bruto; la fibra de hilo se hila casi exclusivamente en las mismas zonas productoras del bonote, pero menos de la mitad del hilo obtenido entra en el mercado mundial en forma de hilos y productos análogos.

La contribución del bonote y sus productos a los ingresos totales por exportación de los distintos países productores es pequeña. En el caso de la India, que prácticamente tiene el monopolio del mercado mundial de hilos de bonote y productos análogos, no pasa del 3%. En el caso de Sri Lanka, al que corresponde alrededor del 90% de las exportaciones de fibra cruda, es menos del 2%.

Debido a las diferencias en las características, métodos de producción y usos finales de la fibra de hilo, por una parte, y de la fibra de cerdas y para colchones, por otra parte, los mercados de importancia de los dos tipos de fibras son muy distintos. Por consiguiente, las tendencias y perspectivas del consumo y los problemas de mercado han de analizarse por separado para cada tipo.

En conjunto, el mercado de hilo de bonote es incierto. En general, las importaciones en los principales países consumidores — han disminuido considerablemente en los últimos años, aunque el ritmo de disminución varió según el uso final de los principales productos. El reciente empeoramiento en las cualidades del hilo no ha favorecido la situación. Actualmente, el uso del hilo de bonote en moquetas para recubrimientos de pisos tiende a limitarse principalmente a corredores y para cubrir grandes superficies, como salas de exposición, etc. Han sido sustituidos en gran parte en los usos domésticos bien por recubrimientos de fieltro para suelos, — más baratos, o bien por alfombras de nudo, más caras. En cambio, — la demanda de esteras de bonote se ha mantenido bien, y en algunos países está aumentando. Los consumidores han aceptado bien las esteras de bonote recientemente introducidas, con base de material plástico; sigue habiendo buena demanda de hilo de bonote para cuerdas para atar lúpulo en el Reino Unido y para filtros de aceite de

oliva en Italia, aunque en ambos países se nota cada vez más la -- presión creciente de los sucedáneos.

Asimismo, la fibra para colchones sufre una fuerte competencia, sobre todo por parte de las espumas sintéticas, en sus usos -- finales principales como aislantes en colchones de muelles inter-- nos. Sin embargo, el consumo de fibras de cerda para fabricación -- de cepillos se mantiene estable, y parece que ofrece mejores pers-- pectivas en la producción de artículos de bonote cauchutado, parti-- cularmente rellenos moldeados para asientos de automóviles en la -- República Federal de Alemania e Italia. Sin embargo, para mantener esta salida comercial, se necesitan urgentemente algunos perfeccio-- namientos técnicos, por ejemplo, para hacer incombustible el mate-- rial.

4.- El mercado del carbón vegetal de cascos de coco.

El carbón activado granular obtenido a partir de carbón vege-- tal de cascos de coco es un producto industrial importante, y pare-- ce que las perspectivas del carbón vegetal intermedio serían bue-- nas si se mantuviera la calidad. Desgraciadamente, como se conside-- ra una mercancía " sucia ", los fletes son elevados.

Es probable que el consumo de carbón vegetal activado aumen-- te en el futuro. Con la introducción de la legislación contra la -- contaminación, la industria se verá obligada a emplear cantidades cada vez mayores de dichos materiales para la separación de conta-- minantes, por ejemplo, del agua y efluentes.

La demanda de carbón vegetal de cascos de coco está limitada principalmente a los países que tienen industria del carbón activa-- do. Entre éstos figuran Francia, Estados Unidos, Japón, los Países Bajos, el Reino Unido y la República Federal de Alemania. En el -- Reino Unido se ha calculado que, aproximadamente, un 30% del car-- bón activado granulado se prepara a partir de carbón vegetal de co-- cos, aumentando la demanda de carbón activado a razón del 10% ---- aproximadamente, por año. Pero, en la RFA, que es uno de los prin-- cipales productores mundiales de carbón, se emplea poco carbón de

cocos. En los Estados Unidos, únicamente alrededor del 1% de la totalidad del carbón activado producido se hace con carbón de cocos, y se emplea para filtros de cigarrillos primordialmente. Sin embargo, el mercado de los Estados Unidos en conjunto ha venido creciendo al ritmo de un 10% al año.

Sri Lanka es el principal productor de carbón de corteza de coco, con unas 16 500 toneladas anuales, la mayor parte de las cuales se exportan a Europa, aunque se envíen cantidades importantes a los Estados Unidos y Japón. También exportan este producto Filipinas, Rodesia, India, Jamaica, Kenya y Papua Nueva Guinea.

5.- El mercado de harina de cascos de coco.

Aunque la industria de moldeados fenólicos es un sector de la industria química que está en rápido desarrollo, las perspectivas que presenta la harina de cascos de coco no parecen particularmente prometedoras. Uno de los factores principales que limitan su uso es la gran cantidad de productos competidores de que se disponen, que pueden también usarse como carga activa, tales como el agbesto, el corcho, la harina de mármol, la mica, el yute, otras cor-tezas de mueces duras y residuos de molinos de pulpa y serrerías. La elección del material bruto está determinado principalmente por la eficiencia y el bajo costo del proveedor.

La cantidad total de harina de cascos de coco consumida es, pues, pequeña, pero, si se mantiene la calidad y los precios bajos, habría un mercado constante. La mayor parte de la harina de cascos de coco procede de Sri Lanka, producida localmente y exportada como tal, o bien exportada en forma de cascos y molida en el país -- consumidor.

6.- Perspectivas de la harina de coco.

La producción de harina de coco se ha visto como una alternativa en la manufactura o elaboración de copra, alternativa que da un producto proteínico como resultado, que es superior a la carne

de copra que es, sucia, insalubre, chamuscada y, en general, inadecuada para el consumo humano. La producción potencial de harina de coco sin testa, con un 5% de humedad es igual al 40% de la producción de aceite de coco el cual en años recientes ha sido sobre 2 millones de toneladas métricas anuales.

No obstante a la información publicada hasta la fecha en cuanto al valor y aplicación alimenticia de este producto, la producción comercial de la harina de coco es cero. La producción comercial de harina de coco dependerá entonces del avance de las investigaciones de su aplicación alimenticia por una parte, y por otra, del mayor conocimiento del costo y la tecnología de la producción.

Conclusiones y recomendaciones.

Tomando en cuenta lo expuesto en páginas anteriores podemos hacer las siguientes conclusiones:

- a) Que en México la mayor parte de cocoteros plantados pertenecen a variedades altas (Jamaica Tall) y en cantidad - mínima existen variedades enanas, como por ejemplo la Malayan Dwarf. En algunas regiones del país crecen variedades locales cuyos rendimientos son mayores pero sus condiciones de crecimiento no han sido del todo adecuadas. Cabe señalar que mucho del retraso en cuanto al cultivo del cocotero se debe a la falta de investigación y a la deficiente distribución de información.

- b) México a pesar de su baja producción ocupa un lugar importante dentro de los países productores, pero éste podría mejorarse, ya que tan sólo en la región del Golfo (Tabasco) existe una cantidad de tierra de alrededor de unas - 500 000 Ha. con cualidades apropiadas para el cultivo del cocotero, lo cual incrementaría en más de tres veces nuestra producción, puesto que se pasaría de 135 000 toneladas de copra (1977) a unas 480 000 toneladas.
El incremento de la producción haría más viable el desarrollo de la industria del coco en cuanto a que sería más factible elaborar los productos y subproductos que de él se pueden obtener.

- c) Los problemas de cultivo obviamente son generales en cuanto a condiciones climatológicas se refiere, pero haciendo consideraciones particulares podemos hablar de un problema específico que tiene que ver con el buen desarrollo de un plantío. Esto se refiere a las plagas de *Rhynchophorus palmarum* y *Rhinostomus barbirostris* principalmente (únicas plagas que se reportan en México, según la publicación " Las plagas del cocotero " de la FAO). La larva del *Rhynchophorus palmarum* se alimenta del cogollo del co

cotero y además actúa como un vector de un nemátodo del género *Rhadina phelencus* que es responsable de la enfermedad llamada " anillo rojo ". El *Rhinostomus barbirostris* barrena el tronco horizontalmente, y afecta los follajes, detiene el crecimiento y debilita los troncos provocando rupturas cuando hace viento. Ambas plagas se controlan con aldrín, al 1% en el primer caso y al 5% en el segundo. El empleo sin control de algunos insecticidas de fuerte toxicidad y de gran efecto residual, constituye una seria amenaza para los insectos útiles y su destrucción parcial o total condiciona el desarrollo de las plagas. Es de desear por tanto, que los cultivadores de cocoteros eviten aquello que conduzca a reducir las poblaciones de parásitos y predadores de los insectos perjudiciales, utilizando de forma racional los nuevos insecticidas y en relación cuidadosa con el calendario que se establezca para su uso.

- d) Se ha expuesto en páginas anteriores una variedad bastante amplia de productos derivados del coco, pero cabe hacer notar que los más importantes en cuanto a que son los más necesarios, son los productos alimenticios, en especial los productos de alto contenido proteínico, como lo son la harina de coco, la leche de coco y los aislados proteínicos. Esto adquiere importancia puesto que la deficiencia en proteínas es grande a nivel países subdesarrollados y en caso particular de México, por otra parte la proteína de coco se parece en algunos aspectos a las proteínas animales, razón por la cual se prestaría muy bien para compensar la falta de proteína en la alimentación. Las perspectivas de estos productos es amplia pero están sujetas a crear un mercado y una costumbre de consumo, — así como a salvar los obstáculos técnico-económicos que aún presentan los procesos de elaboración.