



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIOR ZARAGOZA

"CARACTERIZACION Y PROPUESTAS PARA EL APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO DE EXTRACCION DEL ACEITE DEL FRUTO DE LA PALMA Orbignya guacuyule"

T E S I S

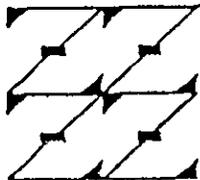
PARA OBTENER EL TITULO DE QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P R E S E N T A:

MARIA DE LA LUZ SANCHEZ LOPEZ

DIRECTOR DE TESIS: Dra. ROCIO POSAS HORCASITAS
ASESOR DE TESIS: M en C. LUCIA CORNEJO BARRERA

UNAM FES ZARAGOZA



LO HUMANO EJE DE NUESTRA REFLEXION

MEXICO, D.F.

2000



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.

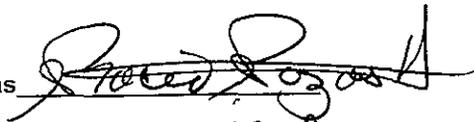
JURADO ASIGNADO:

Presidente:	Dra. Rocío Pozas Horcasitas
Vocal:	M en C. Lucia Cornejo Barrera
Secretario:	I.B.Q. Víctor Corvera Pillado
Suplente:	Q. Matha Julieta Oliveros García
Suplente:	M en C. Marco Antonio Rodríguez Medina

ESTE TRABAJO SE REALIZO EN EL LABORATORIO 208 DEL DEPARTAMENTO DE QUIMICA ORGANICA DE LA DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE QUIMICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

DIRECTOR DE TESIS:

Dra. Rocío Pozas Horcasitas



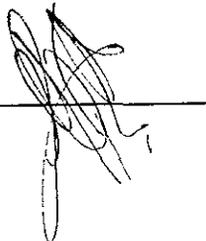
ASESOR DE TESIS:

M en C. Lucia Cornejo Barrera



SUSTENTANTE:

María de la luz Sánchez López



AGRADECIMIENTOS

GRACIAS A TI DIOS, POR HABERME PERMITIDO VIVIR AQUI Y EN ESTE TIEMPO, POR HABER TERMINADO ESTE TRABAJO, Y ESTA META QUE ME HABIA FIJADO, POR DARMER LA OPORTUNIDAD DE HABER ESTUDIADO Y TERMINADO ESTA PROFESION QUE ME HA DADO MAS DE LO QUE YO MEREZCO.

AGRADEZCO A MI MADRE Y A MI PADRE EL APOYO INCONDICIONAL QUE ME HAN BRINDADO DURANTE TODO ESTE TIEMPO DE ESTUDIO DE MI CARRERA, QUE SIN USTEDES NO PODRIA HABER LOGRADO Y ESTO ES EL FRUTO DE SU ESFUERZO.

A MI ESPOSO RAFAEL, GRACIA AMOR POR TU COMPRESION Y AYUDA QUE SIEMPRE HE TENIDO DE TI.

AGRADEZCO A MIS HERMANOS EL APOYO MORAL QUE ME HAN DADO DURANTE ESTE TIEMPO Y EN ESPECIAL A MI HERMANO LEO, Y A MI HERMANA ALE.

A MIS HIJAS NIEVES Y CARMEN ALEJANDRA (LUNA), MIL DISCULPAS POR TODO EL TIEMPO QUE LES HE ROBADO Y QUE NO HE PODIDO COMPARTIR CON USTEDES.

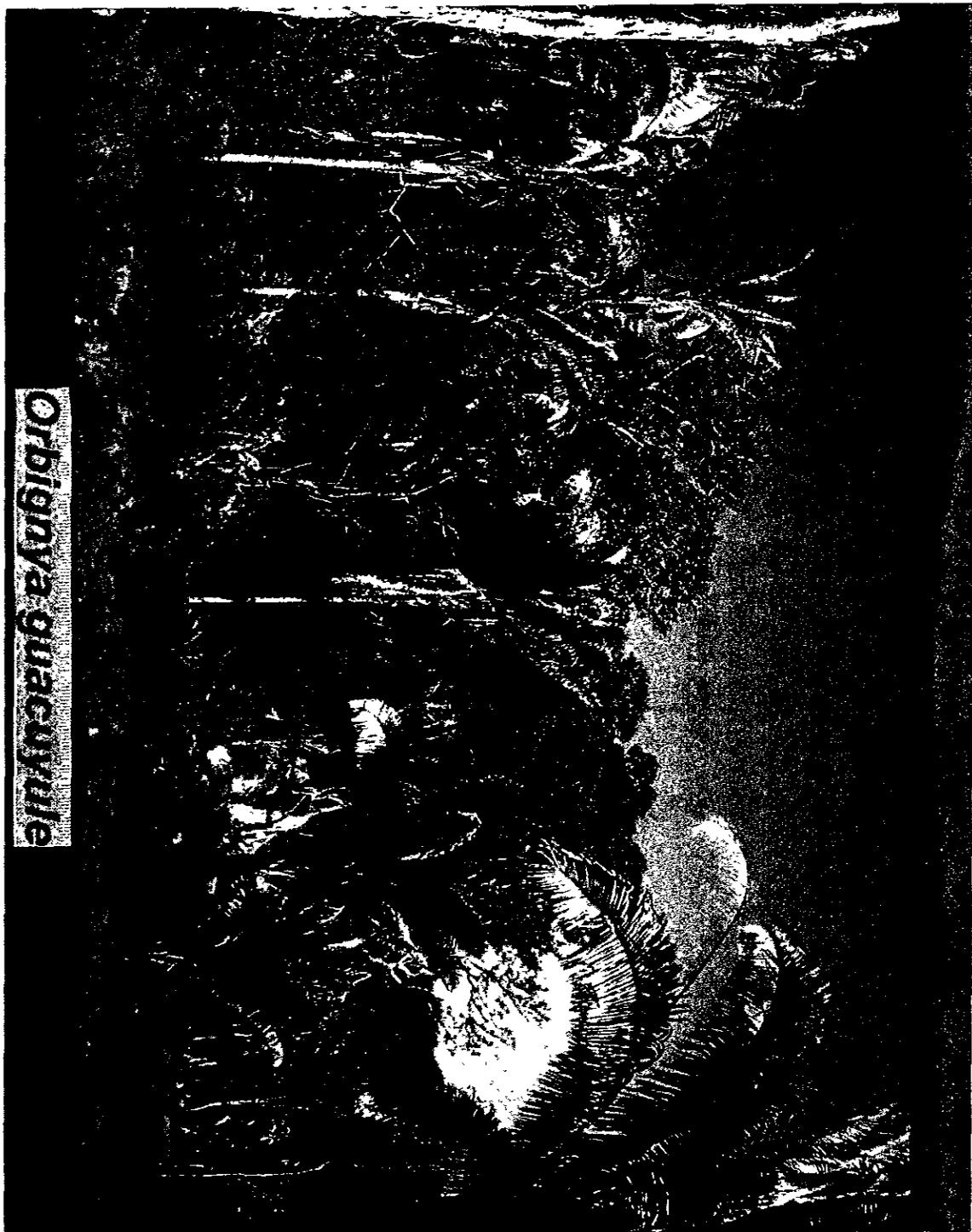
A LA DRA. ROCIO POSAS HORCASITAS, UN ESPECIAL AGRADECIMIENTO POR AYUDARME INCONDICIONALMENTE A TERMINAR ESTE TRABAJO, QUE REALMENTE SIN USTED NO HUBIERA PODIDO REALIZAR.

A LA MAESTRA LUCIA CORNEJO BARRERA POR HABERME ORIENTADO EN LA ELABORACION DE ESTE TRABAJO, MIL GRACIAS.

AL MAESTRO LINO REYES, A MI CUÑADO ARTURO Y MIS TIAS SOCORRO, LUPE Y BARTO, A MIS AMIGAS MARIBEL RAMIREZ, ASUNCION GUERRERO, E IMELDA YAÑEZ, GRACIAS POR TODO.

AL DR. HERMILO QUERO RICO POR SU VALIOSA COLABORACION EN LA IDENTIFICACION DE LA PLANTA EN EL JARDIN BOTANICO DE LA UNAM.

Orbigaya guacuyule



INDICE

Pág.

1.- INTRODUCCION	1
2.-OBJETIVOS	4
3.- ANTECEDENTES	5
3.1 <u>Orbignya guacuyule</u>	5
3.2 Características Botánicas y Físicas de <u>Orbignya guacuyule</u>	6
3.3 <u>Cocos nucifera</u> (Coco comercial)	7
3.4 Amarillamiento letal	8
3.5 Palmas Resistentes al Amarillamiento Letal	10
3.6 Análisis Proximal	10
3.7 Conceptos Generales del Análisis Proximal	11
3.8 Determinación de Aminoácidos	20
3.9 Triptófano	21
3.10 Evaluación de las Proteínas Alimentarias	21
4.- MATERIAL Y METODOS	
4.1 Clasificación de la palma	25
4.2 Caracterización Física	25
4.3 Métodos para el Analisis Proximal de la semilla	25
4.3.1 Método para la Determinación de Humedad	26
4.3.2 Método para la Determinación de Grasa Cruda	26
4.3.3 Método para la Determinación de Proteína Cruda	28
4.3.4 Método para la Determinación de Fibra Cruda	31
4.3.5 Método para la Determinación de Cenizas	33
4.3.6 Método para la Determinación de Hidratos de Carbono Asimilables	35
4.4 Extracción de la grasa de la semilla para la obtencion de la fibra de <u>Orbignya guacuyule</u>	35
4.5 Análisis proximal del residuo de extracción de <u>Orbignya guacuyule</u>	35
4.6.1 Método para la determinación de Aminoácidos	36
4.7 Cuenta Química	39
4.8 Prueba Biológica de PER (Protein Efficiency Ratio)	40
5.- RESULTADOS	
5.1 Clasificación de la palma	45
5.2 Caracterización Física de los fruto de <u>Orbignya guacuyule</u>	45
5.2.1 Porción de las diferentes partes	45
5.2.2 Tamaño	45
5.2.3 Peso	46

5.3 Análisis Proximal del Fruto de la Palma <i><u>Orbignya guacuyule</u></i>	46
5.4 Extracción de la grasa de <i><u>Orbignya guacuyule</u></i> para la obtención de fibra	46
5.5 Resultados del Análisis proximal del residuo de extracción de <i><u>Orbignya guacuyule</u></i>	46
5.6 Perfil de Aminoácidos en <i><u>Orbignya guacuyule</u></i>	47
5.7 Cuenta Química	48
5.8 Prueba Biológica PER (Protein Efficiency Ratio)	49
6.- DISCUSION	55
7.- CONCLUSIONES	58
8.- BIBLIOGRAFIA	60
9.- ANEXO 1	64
10.- PROPUESTAS DE UTILIZACION	72

1. - INTRODUCCION

Dada la urgente necesidad de cubrir los requerimientos nutricionales de la población de nuestro país en el que, por otra parte, existen numerosos recursos que hasta la fecha no han sido estudiados, las semillas de las plantas silvestres pudieran ser una opción y tal vez su aprovechamiento óptimo pueda ayudar a resolver problemas de diversos sectores.

Con este propósito se han implementado programas, como el que se originó en la Coordinación de Sociología de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, que tiene como objetivo crear unidades de producción en comunidades campesinas de la zona Mixteca de la costa de Oaxaca para mejorar las condiciones económicas de la comunidad, aprovechando mejor los recursos con que cuenta.

Así, en esta citada zona Mixteca crecen un gran número de palmas cuyo fruto, conocido como coquillo de aceite, es recolectado por los campesinos de la zona y vendidos a precios bajos como fuente de aceite

Ante esta información se decidió participar en estos proyectos buscando aplicaciones para el citado "coquillo", que pudieran contribuir al mejoramiento económico de los campesinos recolectores, para lo cual se llevó a cabo la caracterización del fruto de esta palma.

Como un primer paso se investigó la clasificación botánica de la palma del "coquillo de aceite" por lo que se enviaron muestras de

semillas, hojas, flor, fruto y tallos al Dr. Hermilo Quero Rico, especialista en palmas del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, quien conserva un respaldo de esta palma y a la que clasificó como *Orbignya guacuyule*.

La alternativa que esta palma ofrece como fuente de aceite, hace interesante la caracterización del fruto de la *Orbignya guacuyule* en su totalidad. Así, el análisis proximal realizado a dicho fruto mostró que los componentes principales, en base húmeda, son: Grasa cruda 70.70 %, Proteína cruda 6.23 %, y Fibra cruda 6.33 %.

En este trabajo, además del análisis proximal del fruto completo de *Orbignya guacuyule*, se incluyó una determinación de aminoácidos en el residuo de extracción. Los datos que se obtuvieron del perfil de dichos aminoácidos fueron 31.55 % para los indispensables y el 68.45% para los dispensables.

Por otra parte también fue evaluado el residuo de extracción de *Orbignya guacuyule* desde un punto de vista nutricional mediante una prueba de PER (Protein Efficiency Ratio), en ratones machos, recién destetados de 21 días de nacidos, cepa Z-Winstar del género *Mus musculos*, y con un peso aproximado entre 35 y 55 g., que fueron alimentados por 21 días. La prueba incluyó una dieta control con caseína y una dieta con el residuo de extracción.

Los resultados del PER (Protein Efficiency Ratio) fueron los siguientes: para la dieta patrón de caseína 2.46 y para la dieta problema

1 39

2. OBJETIVOS:

2.1 Objetivo General: Estudiar químicamente el fruto de la palma *Orbignya guacuyule* para su aprovechamiento integral.

2.2 Objetivos particulares:

2.2.1 Realizar el estudio bromatológico del fruto de la palma *Orbignya guacuyule*.

2.2.2 Caracterizar los residuos de extracción del aceite y evaluar la calidad proteínica mediante una prueba biológica de PER (Protein Efficiency Ratio).

2.2.3 Plantear propuestas para la utilización de estos residuos de extracción con base en los estudios químicos realizados.

3. ANTECEDENTES

3.1 Orbignya quacuyule

El primer reporte encontrado en la literatura sobre el "coquillo de aceite" se debe a Rose en 1899, quien se refirió a este como Attalea cohune (3,15). Hasta 1932 esta palma se conoció como tal, descrita también por Martius a partir de los frutos procedentes de Honduras, donde los indígenas llamaban a la palma "**Cohune**". Posteriormente, al examinar las flores, Dahlgren consideró que esta especie debería pasar al género **Orbignya** con el nombre de Orbignya cohune, (1) esta interpretación es confirmada posteriormente por Burret (2,3).

Esta especie se halla distribuida en México a lo largo de la costa del Pacífico, desde Jalisco hacia el sur, a elevaciones que no pasan de 400 metros sobre el nivel del mar. A la latitud del Istmo de Tehuantepec, parece que la zona de distribución de la Orbignya cohune pasa a la costa del Atlántico, ya que la palma se encuentra en el distrito del Petén en Guatemala, es abundante en Honduras y se ha colectado en Yucatán. Es importante hacer notar que en el Petén se mezclan dos especies; Orbignya cohune y Scheelea lundellii en una misma asociación. Sin embargo, no es completamente seguro que la palma del coquito del Pacífico y la "cohune" del Atlántico, aunque muy cercanas, pertenezcan exactamente a la misma especie ya que la comparación entre las dos palmas no ha alcanzado hasta ahora más que a los frutos y a las flores

(1 2 4 5).

Debido a la distribución de la palma hacia otros lugares de las costas de México, *Orbignya guacuyule* es conocida con los siguientes nombres: “palapa” en Colima y Nayarit; “cayaco” en Guerrero, Michoacán, Jalisco y Oaxaca; “cocoyule” y “guacuyule” en Oaxaca; “manaca” en Chiapas; y el nombre de “cohune” parece ser restringido a Honduras (2, 3, 4).

3.2 Características Botánicas y Físicas de la *Orbignya guacuyule*

En cuanto a las características físicas de las palmas, *Orbignya guacuyule* o *cohune* y el coyol real o *Scheelea liebmanni* son muy semejantes; por lo que no es de extrañar que en algún momento ambas palmas hayan sido confundidas (7, 14).

Las diferencias más importantes entre las especies de los géneros *Scheelea* y *Orbignya* radican en las flores masculinas. Las de *Scheelea* poseen pétalos carnosos, casi cilíndrico - subulados y seis estambres con anteras rectas o casi rectas. Las de *Orbignya* tienen pétalos planos y seis o más estambres, cuyas anteras están retorcidas en espiral (5).

Orbignya guacuyule llega a alcanzar 15 m o más de alto y 40 a 50cm de grosor (5). Posee hojas numerosas (más de 30), que pueden alcanzar más de 8m de largo, pecíolo corto, pinas de 150 a 200 pares, lanceoladas, las más grandes de 80 a 100 cm de largo, 4 a 5 cm de ancho. La inflorescencia de 1 a 2.20 m de largo, pedúnculo de 80 cm con numerosas raquillas, más de 100; bráctea inferior pequeña, bráctea superior de 1.40 - 1.70 cm de largo y 30-35 cm de ancho cuando está

abierta; flores femeninas hacia la base de las raquillas, sépalos imbricados, pétalos hasta 1 cm de largo, ovado-lanceolados, dentados. Frutos numerosos, más de 800 por inflorescencia, ovoides, hasta 8cm de largo y 4 a 4.5 cm de ancho, apiculado 1.5 a 2 cm de largo, cáliz de más de 3 cm de largo pétalos ligeramente más largos (5, 8, 15)

3.3 Cocos nucifera (Coco comercial)

Dado que se propone el aprovechamiento del fruto de la palma *Orbignya guacuyule* como una alternativa para sustituir en parte, a Cocos nucifera que se encuentra amenazado por una enfermedad, es conveniente presentar algunos datos sobre esta.

En las zonas tropicales de México se explotan más de 170000 hectáreas de cocotero, que producen más de 182600 toneladas de copra por año, pero existe una marcada tendencia al decremento, originada por los altos costos de producción y la presencia de la enfermedad conocida como amarillamiento letal del cocotero. Se sabe también, que una tonelada de copra resulta de seis mil cocos y éstos de de cien palmas (36)

Al fruto del cocotero se le conoce tanto en la costa del Pacífico, desde Sinaloa hasta Chiapas, como en el Golfo de México, desde Veracruz hasta Yucatán; del total anual del aceite de coco obtenido, aproximadamente el 90% se destina a la fabricación de jabón y el 9.5% a la producción de aceites refinados. Además, del cocotero se obtienen subproductos como madera, golosinas, agua refrescante, pasta para la alimentación animal y otros subproductos, entre los que destacan

productos de belleza y repostería. La pasta para alimentación animal es la pasta de coco resultante de la extracción del aceite. El aceite de coco también posee un elevado punto de ebullición sabor suave y carencia de olor, estabilidad y resistencia a la oxidación y por lo tanto a la rancidez, por lo cual puede ser empleado como aceite para freír en fabricación de galletas, margarinas productos lácteos simulados en la producción de chocolates y coberturas (37).

El aceite de coco es de gran importancia en el mercado como fuente de ácidos grasos de cadena corta. Por otra parte este aceite posee un elevado contenido de ácido laurico, aproximadamente un 48%, que tiene gran demanda para producción de jabones de alta calidad.

Las fibras del mesocarpo delgadas y pardo-amarillentas, son útiles para fabricar cuerdas, coberturas, tapetes, hamacas, escobas y cepillos. Cien cocos producen 15 Kg de fibras.

Las hojas secas sirven para techar y para hacer petates, las fibras oscuras de la base de la hoja para producción de textiles (10).

Cabe señalar que la palma de coco es fuente de trabajo en México entre pequeños propietarios, ejidatarios, obreros, y transportistas.

3.4 Amarillamiento letal

Esta grave enfermedad de las palmas de *Cocos nucifera* las hace amarillentas y flácidas, secándolas por completo; ha devastado plantaciones completas de los cocoteros, originando pérdidas económicas muy importantes en las regiones donde se cultiva esta especie.

Tal enfermedad es causada por un microorganismo de tipo micoplasmático transmitido por el insecto *Mindus crudus*, cuando este se alimenta chupando el floema de las palmas. Los primeros síntomas se observan en los primordios fóliales en donde aparecen estrías irregulares de color pardo y al mismo tiempo ocurre el amarillamiento del cogollo y de las hojas maduras produciendo la caída de los frutos, las hojas caen verticalmente aunque aún suspendidas por el ápice. Posteriormente el cogollo se pudre y se rompe quedando únicamente el tronco. El periodo de incubación del micoplasma puede ser de hasta quince meses, sin embargo la muerte de la palma puede ocurrir en tres meses a partir de que aparecen los primeros síntomas.

El amarillamiento letal fue reportado por primera vez en las Islas Caimán, en el Caribe, a finales del siglo pasado. El primer brote epidémico devastador de esta enfermedad se produjo en la Isla de Jamaica después de la II Guerra Mundial, de ahí se extendió a Cuba, las Bahamas, Haití, República Dominicana y posteriormente a la Florida, en donde tardó cuatro años en destruir el 90% de los cocoteros de Miami. Esta enfermedad fue considerada tan grave que en 1973 se creó El Consejo Internacional Sobre el Amarrillamiento Letal.

Se han llegado a utilizar algunos antibióticos e insecticidas para el control de esta plaga pero aún no se han obtenido buenos resultados.

En México el amarillamiento letal fue confirmado por Mc Coy en 1982 en Cancún e Isla Mujeres, de donde se ha esparcido hacia el sur

por la costa del Caribe Mexicano y al oeste hacia Yucatán. Se ha calculado que esta enfermedad avanza a una velocidad de aproximadamente 50 Km por año, lo cual pone en peligro las plantaciones de Campeche, Tabasco, Veracruz, Chiapas, Guerrero y Oaxaca (20, 24).

3.5 PALMAS RESISTENTES AL AMARILLAMIENTO LETAL

Una de las ventajas que ofrecen las palmas silvestres es la resistencia a la enfermedad del amarillamiento letal, lo que hacen que estas palmas sean una alternativa en el caso de no poder controlar esta plaga. Así, se cuenta con información en el sentido de que la palma Orbignya guacuyule es resistente a esta enfermedad (9, 10, 15).

Sin embargo, para conocer las características de los frutos de las palmas silvestres de las costas Mexicanas, además de saber si estas cuentan con las características adecuadas para ser una fuente de alimento y, por tanto, si es conveniente explotarla y cultivarla, es necesario realizar los respectivos análisis a los frutos de cada especie.

3.6 ANALISIS PROXIMAL

El análisis proximal comprende la determinación de humedad, cenizas, grasa cruda, proteína cruda, fibra cruda y, por diferencia, hidratos de carbono.

Cada grupo está formado por sustancias que presentan una o más propiedades en común. Así, la proteína comprende, además de las proteínas verdaderas, otras sustancias nitrogenadas tales como los alcaloides. La grasa no solamente es una mezcla de glicéridos sino que

incluye esteroides, lecitinas y otras sustancias de solubilidad análoga. La fibra, en parte está constituida por celulosa y por sustancias lignificadas. La ceniza es una mezcla de elementos inorgánicos comunes. Los hidratos de carbono distintos de la celulosa se calculan a partir de la diferencia entre el cien por cien de la muestra y la suma de los porcentajes de humedad, grasa cruda, proteína cruda, fibra cruda y cenizas, e incluye, por tanto, la suma de todos los errores en los cuales se incurriera al realizar las determinaciones de los otros componentes (25).

3.7 CONCEPTOS GENERALES DEL ANALISIS PROXIMAL

Humedad.- El contenido de humedad es la determinación más importante usada en el control de alimentos, debido a que permite conocer la cantidad real de los otros componentes presentes en la misma muestra, ya que al eliminar el agua por calentamiento se produce pérdida de peso, concentrando así a los demás componentes. Debe cuidarse que no exista la posibilidad de descomposición térmica o pérdida de volátiles de la muestra distintos al agua durante el calentamiento (26).

Cenizas.- Es el nombre que se da al residuo inorgánico que procede de la incineración de la materia orgánica. El contenido y la composición de las cenizas en un alimento dependen del mismo y del método de incineración. En las cenizas se incluyen todos los componentes inorgánicos, tanto los originales de la misma muestra, como los procedentes de contaminación. Los componentes inorgánicos que

pueden estar presentes en las cenizas son: Calcio, Magnesio, Fósforo, Hierro, Potasio, Manganeso, Cobre, Cobalto, Zinc, Sodio y otros (28).

Lípidos.- Generalmente hacen referencia a un conjunto heterogéneo de sustancias asociadas a los sistemas vivos que representan en común la propiedad de ser insolubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos no polares. Se incluyen dentro de este grupo los aceites y las grasas comunes en nuestra dieta. Las sustancias mencionadas contienen ésteres de ácidos grasos de cadena larga, esteroides, terpenos, ácidos grasos, ácidos alifáticos, monocarboxílicos, y fosfolípidos (12, 13).

Muchas propiedades de los lípidos de los alimentos se expresan en función de los ácidos grasos que los componen. Casi sin excepción, los ácidos grasos que se encuentran en los alimentos poseen un número par de átomos de carbono dispuestos en una cadena lineal.

Los lípidos son importantes en la dieta humana como fuente de energía. Se utilizan como alimento y sus características funcionales y de textura contribuye al sabor y a la aceptabilidad de muchos alimentos naturales y preparados. La mayoría de los lípidos, que generalmente son digeridos hasta un 95 %, proporcionan al hombre 9 kcal/g, a diferencia de las proteínas, que equivalen a 4 Kcal/ g y los hidratos de carbono como azúcares y almidones que son digeridos en un 98 % y plenamente oxidados por el hombre, proporcionan 4.0 Kcal/g (6, 26, 28).

El método a utilizar en la determinación del contenido de grasa depende del tipo de lípidos presentes y de los restantes componentes de los alimentos con los que se encuentre mezclado. Si se desea conocer el contenido de grasa total de un alimento en el que su mayoría se encuentra compuesto de triglicéridos, probablemente sea satisfactoria una extracción continua en aparato Soxhlet con algún disolvente como éter etílico o de petróleo. De aquí el nombre de extracto etéreo. Por otra parte si los lípidos se encuentran ligados a las proteínas es necesario realizar una hidrólisis para romper las interacciones grasa - proteína sin destruir los hidratos de carbono para posteriormente hacer la extracción por disolventes. Existen diversos métodos para determinar el contenido de lípidos, los cuales han sido desarrollados para adaptarse a aplicaciones particulares (13, 26).

Proteínas.- Pertenecen al grupo de los macrocomponentes de los alimentos. Las proteínas son polímeros de aminoácidos unidos entre sí por un enlace peptídico. Existe una diversidad de proteínas tanto de estructura como de función. Cada proteína presenta una secuencia única de aminoácidos, en una cadena de longitud definida. Algunas proteínas constan de dos o más cadenas polipeptídicas que se mantienen unidas por enlaces peptídicos.

La "calidad", el "valor" o "equilibrio" de una proteína alimenticia depende de la naturaleza y cantidades de aminoácidos que contiene. Una proteína "equilibrada" o de "alta calidad " contiene los aminoácidos

indispensables en proporciones correspondientes a las necesidades humanas (21).

Las proteínas vegetales son diferentes a las proteínas animales, ya que carecen de ciertos aminoácidos indispensables. Sin embargo, al complementar las proteínas vegetales incompletas con los aminoácidos indispensables que les faltan (los cuales a menudo son lisina, triptófano y metionina), en forma sintética o con otro alimento que contenga dicho aminoácido, estas pueden resultar totalmente adecuadas para la alimentación humana (27)

Frecuentemente las proteínas de cereales son pobres en lisina y en algunos casos deficientes de triptófano y treonina. Generalmente los granos de oleaginosas y las nueces son escasos en metionina, mientras que las leguminosas suelen ser pobres en metionina.

El valor proteico de un alimento corresponde a su capacidad para satisfacer las necesidades del consumidor en nitrógeno y aminoácidos para asegurar así un crecimiento conveniente (21)

Los aminoácidos indispensables que resultan más deficientes con relación a las necesidades, se llaman "aminoácidos limitantes".

Las proteínas de nuestra dieta aportan los aminoácidos a partir de los cuales nuestro organismo sintetiza sus propias proteínas. Los aminoácidos dispensables pueden ser sintetizados por los mamíferos,

siempre que se disponga de suficiente aporte de nitrógeno amínico y de hidratos de carbono.

Los aminoácidos indispensables no pueden ser sintetizados por los mamíferos, por lo que deben ser aportados en la dieta.

Existen ocho aminoácidos, (sin incluir histidina) estrictamente indispensables para la nutrición adecuada de los adultos, algunos de ellos como el triptófano, se necesitan directamente para la biosíntesis de las hormonas. Sin embargo, para algunos individuos la fenilalanina, aunque es un aminoácido indispensable, acumulado en grandes concentraciones puede provocar fenilcetonuria. Normalmente esta enfermedad aparece en las primeras semanas después del nacimiento es congénita y puede provocar un retraso mental grave (19, 28)

Por otra parte, según los requerimientos mínimos que considera la FAO/OMS y ONU* para las necesidades de aminoácidos se han recopilado en la Tabla 3.6.1 algunos datos donde se muestra que estas necesidades disminuyen con la edad.

3.7.1 Tabla de recomendación de consumo aminoácidos. *

AMINOACIDO (g/100 g DE PROTEÍNA)	NINOS (DE 2-5 AÑOS)	ADULTOS
HISTIDINA	1.9	1.6
ISOLEUCINA	2.8	1.3
LEUCINA	6.6	1.9
LISINA	5.8	1.6
METIONINA/CISTEINA	2.5	1.7
FENILALANINA/TIROSINA	6.3	1.9
TREONINA	3.4	0.9
TRIPTÓFANO	1.1	0.5
VALINA	3.5	1.3
TOTAL	-----	-----
INCLUYENDO HISTIDINA	33.9	12.7
SIN INCLUIR HISTIDINA	32.0	11.1

*FAO/OMS Y ONU 1985 SE ENCUENTRAN VIGENTES A LA FECHA

Sin, embargo de los ocho aminoácidos indispensables que aparecen en la tabla 3.6.1 (sin incluir histidina), sólo cinco limitan la calidad de las proteínas en la dieta del hombre ya que son los aminoácidos que se han encontrado con mayor carencia en las proteínas estudiadas de los alimentos: lisina, aminoácidos azufrados (metionina y cistina), treonina y triptófano. La tirosina y la cisteina también son clasificados como aminoácidos indispensables, puesto que no pueden ser sintetizadas en cantidades adecuadas cuando la dieta es deficiente en fenilalanina o metionina, respectivamente. Las necesidades de triptófano, fenilalanina y en consecuencia de tirosina, se deben a la incapacidad de los animales en general para sintetizar anillos aromáticos (27, 28).

Tabla 3.7.2 Aminoácidos indispensables y dispensables

AMINOÁCIDOS INDISPENSABLES		AMINOÁCIDOS DISPENSABLES	
FENILALANINA	Phe	AC. ASPARTICO	Asp
LEUCINA	Leu	AC. GLUTAMICO	Glu
ISOLEUCINA	Ile	ALANINA	Ala
LISINA	Lys	ARGININA	Arg
METIONINA	Met	CISTEINA/CISTINA	Cys
TREONINA	Thr	GLICINA	Gly
TRIPTOFANO	Trp	HIDROXIPROLINA	Hyp
VALINA	Val	SERINA	Ser
HISTIDINA*	His	TIROSINA	Tyr
* para niños		PROLINA	Pro

FAO/ONU 1985

El método comúnmente utilizado para la determinación de proteína es el método de Kjeldahl. Al aplicar este método se supone que la proporción de nitrógeno no proteínico de un alimento es suficientemente pequeña para ser considerada no significativa, por lo que la determinación de nitrógeno total es un reflejo confiable del contenido proteínico total (35). La proporción de nitrógeno en la mayoría de las proteínas es de aproximadamente 16 % del peso total, por lo que

normalmente un factor de conversión estándar de 6.25, factor que resulta de dividir 100/16; es decir, si de un alimento se extrajera la proteína y se determinará la cantidad de nitrógeno para esa proteína, se obtendría para 100% de proteína pura un 16 % de nitrógeno.

Las variaciones en la composición de aminoácidos en diferentes alimentos hacen necesario el uso de factores de conversión diferentes al factor estándar para una mayor precisión durante la determinación. Las proteínas de los cereales tienen una proporción elevada de glutamina, lo que determina un contenido de nitrógeno más alto de lo normal, por lo tanto, es necesario utilizar un factor de conversión más bajo, en este caso de 5.70.

Aproximadamente la tercera parte de los aminoácidos de la gelatina son glicina, por lo que tiene un mayor contenido en nitrógeno, siendo preciso un factor de conversión de 5.55. La carne precisa el factor estándar de 6.25; para la leche y huevos se aplican factores de conversión más altos de 6.38 y 6.6 respectivamente; y para cocos de 5.30

(16)

Tabla 3.7.3 Factores de conversión de nitrógeno total a proteína

Producto alimenticio	Factor Nx
Trigo, avena, cebada centeno	5.83
Arroz	5.95
Nueces	5.46
Soya	5.71
Leche, carne y huevos	6.25
Cocos*	5.30

VALOR NUTRITIVO DE LOS ALIMENTOS DE MAYOR CONSUMO EN MEXICO(6). * ADAC 15 ED.

En el método de Kjeldahl, la muestra del alimento completo se digiere a altas temperaturas en ácido sulfúrico concentrado, hirviendo a

reflujo en presencia de una sal de metal pesado, como puede ser sulfato de cobre; se puede añadir una cierta cantidad de sulfato sódico para aumentar el punto de ebullición. Bajo estas condiciones la materia orgánica se oxida, y el nitrógeno orgánico queda retenido en disolución en forma de sal de amonio (sulfato ácido de amonio). Una vez realizada la digestión se transfiere a un destilador, en el que se lleva a condiciones alcalinas, liberándose el amoniaco que se destila y se arrastra hacia un recipiente conteniendo algún ácido, como ácido bórico o ácido clorhídrico. La cantidad de amoniaco liberado se determina por titulación.

FIBRA. - La fibra está formada principalmente por polisacáridos como la celulosa, hemicelulosa, mucilagos, gomas y pectinas que son los *principales componentes estructurales de los tejidos vegetales y la lignina* proveniente de las paredes celulares de las plantas. Estos polisacáridos se consideran como "no utilizables" debido a que no pueden ser hidrolizados por enzimas a monosacáridos en el tracto digestivo de los humanos. Todos los polisacáridos que no son digeridos, forman parte de la fibra de la dieta. La celulosa junto con otros hidratos de carbono "no utilizables" como la hemicelulosa y materiales indigeribles como gomas, pectinas y lignina conjuntamente se denominan " fibra dietética", (26,29,30).

La fibra dietética es higroscópica por lo que suavizan el bolo fecal, aumentan su volumen y facilitan su tránsito y expulsión del intestino. Esto reduce o evita el estreñimiento en niños y adultos (26).

La fibra cruda es la fracción orgánica de la muestra que resiste un tratamiento alternado de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio hirviendo.

La importancia de la fibra en la dieta es que tiene efectos fisiológicos particulares en el ser humano, ya que previene el desarrollo de padecimientos tales como cáncer de colon y en menor grado en cáncer de estómago, recto y enfermedades cardiovasculares (29, 30).

Hidratos de Carbono.- Los hidratos de carbono son aquellos que son útiles nutricionalmente, debido a que pueden ser digeridos y metabolizados; ayudan a proporcionar parte de la energía en el cuerpo humano. En general, los hidratos de carbono se encuentran en altas cantidades en cereales y en pequeñas cantidades en las frutas, como es el caso de los monosacáridos y disacáridos, ya sea que estén presentes en forma natural o adicionada. Se pueden encontrar como dextrinas, formadas por degradación parcial de polisacáridos o como polisacáridos, como es el caso del almidón y el glucógeno. Estos hidratos de carbono que han sido señalados, se consideran libres de nitrógeno, por lo cual también pueden recibir el nombre de Extracto Libre de Nitrógeno (NIFEXT; Nitrogen Free Extract) (17).

3.8 Determinación de aminoácidos

La determinación cuantitativa de los aminoácidos de una proteína es comparable con lo que se realiza en el análisis químico elemental de una simple molécula orgánica es decir, una caracterización primaria de una proteína es determinar su composición de aminoácidos (31)

La exactitud de dicho análisis es de suma importancia; y es conveniente realizarlo con rapidez y facilidad, lo que ha sido posible con el desarrollo de equipos automatizados en los últimos años.

En la actualidad, el uso de la cromatografía de intercambio iónico con resinas específicas (resina de poliestireno sulfonada), con la columna acoplada a bombas especiales que mantienen un flujo constante de las soluciones eluyentes y aparatos de registro electrónico automático, han permitido el desarrollo de los llamados auto analizadores de aminoácidos, que realizan el análisis de una proteína con gran rapidez y una adecuada precisión.

La naturaleza de las condiciones de hidrólisis ácida completa, juega un papel de gran importancia en el análisis de aminoácidos de una muestra proteínica, con el fin de obtener su composición. El método particular de hidrólisis de proteínas, previo al análisis de aminoácidos, es de considerable interés debido a que ciertos aminoácidos son destruidos y la liberación de otros puede ser incompleta según las condiciones usadas (31). Lo anterior cobra más importancia con las técnicas modernas de alta precisión que se utilizan hoy en día, como son la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) (31).

3.9 Triptófano

Después del anuncio de Hopkins y Cole en 1902 sobre el aislamiento de triptófano por digestión enzimática de caseína, se propone una serie de métodos para la estimación de dicho aminoácido ya sea en la proteína

intacta o en su hidrolizado, ya que al utilizar la hidrólisis ácida el triptófano se destruye.

En términos generales podemos decir que con los métodos químicos, espectrofotométricos y microbiológicos, la cuantificación del triptófano en proteínas puras o péptidos se lleva a cabo con relativa facilidad. Sin embargo, cuando se quiere aplicar a materiales biológicos complejos como son los productos alimenticios, se presenta una gran variedad de problemas. Uno de ellos lo constituye las condiciones de hidrólisis para liberar el triptófano del enlace peptídico. En la actualidad se conocen una gran variedad de formas para llevar a cabo la hidrólisis, siendo muy pocas las que dan resultados satisfactorios (32).

3.10 Evaluación de la calidad de las proteínas alimentarias

El valor biológico (BV) de una proteína es la fracción de nitrógeno retenido en el cuerpo para el crecimiento y mantenimiento de la síntesis celular, que se puede determinar mediante la fórmula:

$$BV = \frac{IN - (UN - FN)}{IN - FN}$$

Donde: IN = nitrógeno ingerido
UN = nitrógeno urinario FN = nitrógeno fecal

El valor biológico aparentemente se expresa como un cociente, donde BV= 1, cuando se retiene el 100% de nitrógeno es decir, el nitrógeno fecal y urinario es cero.

Los valores biológicos determinados experimentalmente, a pesar de estar restringidos para la alimentación humana puesto que se han

obtenido normalmente en ratas, permiten una comparación numérica de diferentes proteínas.

Otros métodos biológicos utilizados para la determinar del valor nutricional de las proteínas incluyen el empleo de microorganismos proteolíticos *Streptococcus faecalis* subesp. *Zymogenes* y *Tetrahymena pyriformis*, y técnicas de balance de nitrógeno. El último método se utiliza para determinar el suministro de aminoácidos dispensables y la cantidad de nitrógeno necesario para alcanzar el equilibrio, cuando la ingesta de nitrógeno es igual a la excreta.

Para determinar la cantidad global de aminoácidos indispensables necesarios se debe ingerir una cantidad adecuada de nitrógeno en forma de amoniaco o de aminoácidos dispensables, así como la suficiente energía para permitir la síntesis normal de los aminoácidos dispensables a partir de los metabolitos intermedios, ya que las necesidades proteínicas mínimas se ven afectadas por la cantidad de aminoácidos indispensables y dispensables. Por tanto, este método puede ser no útil cuando la ingesta total de nitrógeno es baja. Esta técnica de balance de nitrógeno, al igual que la de análisis de valor biológico, no mide las necesidades de las células individuales, por lo tanto, no tiene en cuenta los cambios producidos en el metabolismo en tejidos separados así como la desigual distribución del suministro de proteínas dentro del animal. Sin embargo a pesar de estas deficiencias es una técnica muy utilizada.

El índice de eficiencia proteínica (PER) es un índice del aumento de peso ($P_2 - P_1$) con una ingesta proteínica (Mpl), que se mide generalmente en un período comprendido entre los 21 y 28 días.

$$PER = \frac{P_2 - P_1}{Mpl}$$

Este índice se ha utilizado ampliamente aunque no es preciso, puesto que puede verse sustancialmente influido por la ingesta de energía, y además no tiene en cuenta las necesidades proteínicas de mantenimiento normal del animal. La relación entre él PER y la capacidad de una proteína para suministrar todos los aminoácidos en cantidades necesarias no es lineal, de forma que un PER de 1.5 no representa el 50% de eficacia de un valor de PER 3.0. El PER varía con la cantidad de alimento ingerido, y por otra parte la ganancia en peso del animal no esta restringida a las proteínas. No obstante este método es muy utilizado, es rápido y no es muy caro (28).

La utilización proteínica neta (NPU) es el cociente entre la cantidad de nitrógeno retenido y la de nitrógeno ingerido y está influenciado por el *valor biológico de una proteína, así como su digestibilidad*. El nitrógeno retenido puede determinarse mediante análisis del animal completo. Sin embargo, la determinación puede dar un valor positivo incluso cuando uno o más aminoácidos indispensables estén totalmente ausentes del alimento. Este método necesita demasiado tiempo y es caro cuando se utiliza el animal completo para determinar el nitrógeno retenido.

En general, en todos los métodos biológicos de análisis de la calidad proteínica, se observa que los diversos valores obtenidos reflejan principalmente el contenido de aminoácidos indispensables limitantes, que para la mayor parte de los alimentos para el hombre y los animales son la lisina, los aminoácidos azufrados y el triptófano.

Un método alternativo de análisis más directo para calcular el valor biológico de las proteínas es la Cuenta Química y es una forma directa de valorar la adecuación de la proteína. Los datos obtenidos pueden compararse directamente con la composición de análisis de aminoácidos de una proteína de referencia, como la de huevo o la leche materna (28).

4. MATERIAL Y METODOS

4.1 CLASIFICACION DE LA PALMA

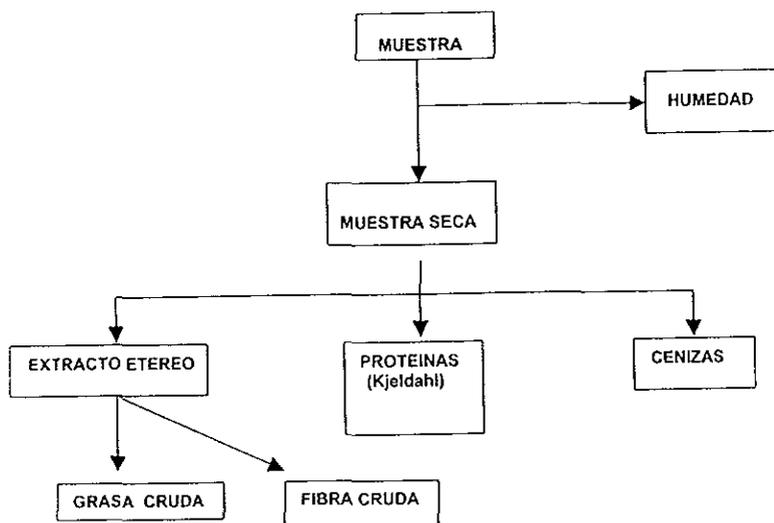
4.1.1 La Clasificación de la palma fue realizada por el Dr. Hermilo Quero Rico y registrada en el Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México, para lo cual se enviaron muestras de flores, hojas, tallos y frutos.

4.2 Caracterización física de los frutos de la palma, peso, tamaño, porción del epicarpio, mesocarpio, y endocarpio.

4.3 Análisis Proximal de la semilla

Fundamento:

El análisis proximal o sistema analítico Weende, se desarrolló en Alemania hace más de cien años en la estación experimental que lleva su nombre (25)



4.3.1 METODO PARA LA DETERMINACION DE HUMEDAD ⁽¹⁶⁾

Fundamento:

Se considera como humedad a la pérdida de peso que sufre un material cuando se calienta a una temperatura cercana a la de ebullición del agua durante un tiempo determinado, hasta que se obtenga el material a peso constante.

MATERIAL

Frutos de *Orbignya guacuyule*

EQUIPO

Estufa para vacío marca Lab Line Duo- Back oven mod. 3610

PROCEDIMIENTO

Secar una muestra representativa de 2 g. del material finamente dividido hasta peso constante, usando para ello una estufa de vacío de 95 a 100 °C bajo una presión menor a 100 mm Hg (13.3 Kpa), reportar la pérdida de la humedad en %. ⁽¹⁶⁾

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(A - B)}{M} \times 100$$

Donde:

A = Peso de la cápsula + la muestra

B = Peso de la cápsula + la muestra seca

M = Peso de muestra en gramos

4.3.2 METODO PARA LA DETERMINACION DE GRASA CRUDA ⁽¹⁶⁾

FUNDAMENTO:

La determinación se basa en la solubilidad de la grasa en éter (etílico o de petróleo). La cantidad de materia extraída de una muestra mediante reflujo con éter se denomina extracto etéreo o grasa cruda.

Existen una gran cantidad de compuestos orgánicos que se encuentran en el extracto etéreo de los cuales solo algunos tienen interés nutricional, como son los ácidos grasos y sus ésteres, vitaminas liposolubles y carotenoides.

MATERIAL

- a) Matraz balón 250ml.
- b) Aparato Soxhlet (extractor y condensador)
- c) Soporte universal

EQUIPO

- a) Parrilla de calentamiento
- b) Estufa
- c) Termómetro -10 a 110 °C.
- d) Evaporador rotatorio

REACTIVOS

- a) Éter etílico J. T. Baker reactivo analítico

Método directo

Secar la muestra por el método descrito anteriormente antes de hacer la determinación. Extraer 2 g. de muestra por 16 horas en un extractor tipo Soxhlet con éter etílico (J.T. Baker reactivo analítico). Evaporar el éter, secar el residuo durante 30 minutos a 95-100 °C., enfriar en el desecador y pesar.

Continuar este proceso de secado alternando con pesadas a intervalos de 30 minutos, hasta peso constante (se requiere de 1 a 1.5 horas). Reportar la grasa obtenida en %.

$$\% \text{ Grasa cruda} = \frac{(\text{Peso del matraz con extracto} - \text{Peso del matraz vacío}) \times 100}{\text{Peso de la muestra en gramos}}$$

4.3.3 METODO PARA DETERMINACION DE PROTEINA CRUDA ⁽¹⁶⁾

Determinación Nitrógeno total Método de Kjeldahl.

Fundamento:

Consiste en una oxidación de la materia orgánica por la acción de H_2SO_4 , y catalizadores (HgO , H_3PO_4 , H_2O_2), dando como resultado de ésta CO_2 , H_2O y NH_4HSO_4 , al cual se transforma el nitrógeno presente. Para la liberación del NH_3 se usa un álcali fuerte (NaOH al 60%) y éste es recibido en un ácido como (HCl) y mediante una valoración con NaOH 0.1 N se determina la cantidad que reaccionó con el ácido (HCl) formando hidróxido de amonio.

A) REACTIVOS

- a) Ácido sulfúrico 93.90% H_2SO_4 (Mallinckrodt analitical reagent), libre de nitrógeno.
- b) Óxido de mercurio o mercurio metálico (HgO , Hg) grado reactivo, libre de nitrógeno
- c) Sulfato de potasio (o sulfato de sodio anhidro) grado reactivo, libre de nitrógeno
- d) Hidróxido de sodio (precaución, vea las notas de cuidados sobre hidróxido de sodio y potasio escamas ó solución, libre de nitratos).

Para la solución disuelva 450 g. de hidróxido de sodio en agua fría y diluya a 1 litro

- e) Granallas de zinc (grado reactivo)
- f) Indicador rojo de metilo, disolver 1 g. en 200 ml de alcohol
- g) Ácido sulfúrico o ácido clorhídrico, solución estándar 0.5 N. ó 0.1 N.
- h) Hidróxido de sodio, solución estándar 0.1 N
- i) Estandarizar cada una de las soluciones con un patrón primario, verificar la concentración una contra la otra.

B) APARATOS

- a) Para la digestión usar matraces Kjeldahl de vidrio grueso y de dureza moderada, bien templados con capacidad de 500 a 800 ml, con ducto digestor (la digestión debe conducirse con un dispositivo ajustado para sobrecalentar 250 ml de H₂O desde 25 °C. hasta ebullición en 5 minutos).

Para pruebas de calentamiento, precaliente 10 minutos si es en gas ó 30 minutos si es eléctrico. Adicionar de 3 a 4 perlas de ebullición para evitar el sobrecalentamiento y proyecciones.

- b) Para la destilación usar matraces Kjeldahl. Ajustar con tapones de hule o caucho el paso a la parte más baja del bulbo para prevenir el acarreamiento mecánico de NaOH durante la destilación. Conectar el tubo del bulbo del condensador, adaptar la parte extrema del condensador con una trampa de manera que asegure la completa absorción del amoníaco destilado.

C) METODO DE KJELDAHL IMPROVISADO PARA MUESTRAS LIBRES DE NITRATOS.

Pesar una muestra (0.7 a 2.2 g) en el matraz digestor, adicionar 0.3 g de sulfato de cobre pentahidratado, 5 g. de sulfato de potasio sulfato de sodio y adicionar 15 ml de H₂SO₄ concentrado. Si la muestra es mayor de 1 g. incremente el H₂SO₄, (10 ml por cada g. de muestra). Colocar el matraz en posición inclinada y calentar suavemente hasta que la espuma cese; si es necesario añadir un trozo de parafina para evitar el espumamiento. Calentar hasta que la solución esté clara y después 30 minutos más, enfriar y adicionar 200 ml de agua fría < 25 °C.; adicionar 40 ml de solución concentrada de hidróxido de sodio. Adicionar unos gránulos de Zn (evitar adicionarlos violentamente). Inmediatamente conectar el tubo digestor o condensador cuidando que la punta esté dentro de la solución de 50 ml de ácido clorhídrico 0.1 N. Adicionar 5 gotas de solución indicadora de rojo de metilo 0.1 N, mezclar el contenido del matraz y calentar hasta que todo el amoníaco haya sido destilado (una cantidad mayor a 150 ml de destilado). Lavar la punta y titular el exceso del ácido destilado con solución estándar de NaOH, realizar la corrección del blanco de reactivos.

$$\% N = \frac{(\text{ml problema} - \text{ml blanco}) \times N \text{ NaOH} \times 0.014 \times 100}{\text{peso de la muestra en gramos}}$$

$$\% \text{ PROTEINA} = \% N \times \text{FACTOR}$$

$$0.014 = \text{meq. Nitrógeno}$$

4.3.4 METODO PARA DETERMINACION DE FIBRA CRUDA ⁽¹⁶⁾

Fundamento:

La determinación se basa en la obtención del residuo no digerible por ácido y base fuertes de una muestra que ha sido desengrasada y digerida sucesivamente con H_2SO_4 y $NaOH$ al 1.25%.

A) REACTIVOS

- a) Ácido sulfúrico, solución 0.255 N. \pm 0.005 N. (1.25 g de H_2SO_4 / 100 ml.) La concentración debe ser verificada por titulación.
- b) Solución de hidróxido de sodio 0.313 \pm 0.005 N (1.25 g de $NaOH$ / 100 m) libre de Na_2CO_3 . La concentración debe ser verificada por titulación.
- c) Fibra de cerámica. A 60 g. de fibra de cerámica, adicionar 800 ml de H_2O y mezclar por un minuto a velocidad baja).
- d) Alcohol 95% (grado reactivo)
- e) Antiespumante (Dow Corning Corp), antiespumante A, compuesto diluido 1 a 4 con aceite mineral ó éter de petróleo.
- f) Perlas de ebullición gránulos, o sus equivalentes

B) MATERIAL

- a) Aparato de digestión con vaso de pico y condensador de 600 ml
- b) Parrilla de calentamiento con ajuste de temperatura
- c) Crisoles de porcelana
- d) Desecador con sílica
- e) Embudo Buchner

- f) Succión del filtrado. Acomodar el dispositivo para el filtrado, conectar el matraz de succión a la línea o fuente de vacío con la válvula de cierre de vacío.
- g) Líquido precalentado.- Precalentar el agua, el H_2SO_4 al 1.25% y el NaOH al 1.25% al punto de ebullición
- h) Fibra de cerámica

C) PREPARACION DE LA MUESTRA

Tomar una muestra seca y desengrasada de 10 g. pulverizar la muestra a un tamaño de partícula uniforme, guardar en un contenedor para ser utilizado.

D) DETERMINACION

Pesar 2 gramos del material molido, transferir la muestra a un vaso para evitar que la fibra se contamine del papel o de la brocha. Adicionar 1.5 - 2 g. de fibra de cerámica seca y preparada, y 200 ml de H_2SO_4 hirviendo y una gota de la solución de antiespumante (el exceso de antiespumante puede dar resultados altos) usar solamente el necesario para el control de la espuma. Adicionar piedras de ebullición o gránulos para evitar las proyecciones o golpeteo violento. Ajustar el calentamiento a ebullición exactamente 30 minutos. Girar el vaso constantemente para quitar de las paredes las adherencias de la muestra, filtrar en caliente de la siguiente manera.

E) FILTRACION

Filtrar el contenido del vaso en un embudo Buchner (precubierto con fibra de cerámica), enjuagar el vaso con 75 ml de agua caliente y lavar a través del embudo con 3 porciones más de 50 ml de agua caliente sin interrumpir la succión para secar.

Remover el material y el residuo. Adicionar 200 ml de NaOH 1.25% caliente, hervir exactamente 30 minutos remover el contenido del vaso y filtrar. Lavar con 25 ml de H₂SO₄ al 1.25% seguidas de 3 porciones de 50 ml de agua caliente (en ebullición) y 25 ml de alcohol. Remover el material y el residuo transferirlo a un crisol.

F) TRATAMIENTO DEL RESIDUO

Secar el material por 2 horas a 130°C., enfriar en el desecador y pesar, incinerar 30 minutos a 600± 15 °C, enfriar en el desecador y volver a pesar.

$$\% \text{ FIBRA CRUDA} = \frac{(P_s - P_p) - (P_c - P_{cp})}{m} \times 100$$

DONDE:

P_s = peso en gramos del residuo seco a 130°C.

P_p = peso en gramos del papel filtro

P_c = peso en gramos de las cenizas

P_{cp} = peso en gramos de las cenizas del papel

m = peso de la muestra en gramos

4.3.5 METODO PARA LA DETERMINACION DE CENIZAS ⁽¹⁶⁾

Fundamento:

El término cenizas se refiere a la cantidad de minerales que contiene la muestra, y se determina generalmente por el método de calcinación

La incineración destruye toda la materia orgánica cambiando su naturaleza, las sales metálicas de los ácidos orgánicos se convierten en óxidos o carbonatos y reaccionan durante la incineración para formar fosfatos, sulfatos o halogenuros; *algunos elementos como azufre y halógenos pueden no ser completamente retenidos en las cenizas, perdiéndose por volatilización.*

El contenido de cenizas en los alimentos se determina por métodos empíricos, y por lo tanto se deben indicar los factores como son: temperatura, tiempo y método de incineración. El porcentaje de cenizas solo nos indicará el por ciento de minerales que contiene el alimento de una manera general.

A) MATERIAL

- a) Cápsulas de porcelana o platino
- b) Termómetro

B) APARATOS

- a) Mufla
- b) Estufa

Pesar una muestra del producto que va a ser examinado (5 a 10 g) en una cápsula de platino. Calentar a 100 °C. hasta que el agua sea eliminada. Calentar lentamente a la flama hasta que la muestra no produzca humos. Incinerar a 525 °C. hasta obtener cenizas. Humedecer las cenizas con agua y secar en baño de agua (vapor). Calentar nuevamente la cápsula y reincinerar a 525°C., hasta peso constante (16)

Cálculos:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(\text{peso de la cápsula} + \text{cenizas}) - (\text{peso de la cápsula vacía})}{\text{peso de la muestra en g.}} \times 100$$

4.3.6 METODO PARA LA DETERMINACION DE HIDRATOS DE CARBONO ASIMILABLES

Los hidratos de carbono se definen como la diferencia entre la muestra seca y la suma de los porcentajes de la grasa cruda, humedad, cenizas, proteínas, y fibra cruda, y se reporta como por ciento de hidratos de carbono asimilables.

$$\% \text{ Hidratos de carbono asimilables} = 100 - \% (\text{Humedad} + \text{Cenizas} + \text{Proteínas} + \text{Grasas} + \text{Fibra})$$

4.4 EXTRACCION DE LA GRASA DE LA SEMILLA PARA LA OBTENCION DE LA FIBRA DE Orbignya guacuyule

Para obtener el residuo de extracción del fruto de la palma Orbignya guacuyule, las muestras fueron ralladas finamente y extraída la grasa como se indica en el método 4.3.2. Después el residuo de extracción fue secado al aire por 24 horas y secado en la estufa por 3 horas para asegurar la eliminación del exceso de disolvente utilizado en la extracción.

4.5 ANALISIS PROXIMAL DEL RESIDUO DE EXTRACCION DE Orbignya guacuyule

Se realizó el Análisis Proximal siguiendo la metodología descrita en los puntos 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5, y 4.1.6,

4.6 SE REALIZO UN PERFIL DE AMINOACIDOS DEL RESIDUO DE EXTRACCION DE Orbignya guacuyule SIGUIENDO LA METODOLOGIA SIGUIENTE:

4.6.1 METODO PARA LA DETERMINACION DE AMINOACIDOS^(17, 33, 34)

Fundamento:

La hidrólisis ácida es el procedimiento general disponible para la determinación de aminoácidos y para la gran variedad de proteínas y es costumbre tratar la proteína con 2.5 a 5000 veces su peso con HCl 6 N y mantener la solución bajo reflujo por espacio de 18 a 24 horas a 110°C

En la actualidad el método propuesto por Moore y Stein es el recomendado y es la técnica de hidrólisis ácida de una proteína para la cuantificación de aminoácidos.

Debido a que la hidrólisis ácida destruye completamente el triptófano, en la actualidad ésta técnica no se usa para el caso particular de triptófano y tirosina, aunque se reporta una gran variedad de reactivos para llevarla a cabo. El uso de LiOH parece producir buenos resultados en muestras alimenticias. Una vez obtenido el triptófano libre se determina espectrofotométricamente.

APARATOS

- a) Analizador de aminoácidos Beckman System 6300/7500
- b) Tubos de vidrio para hidrólisis 15 ml
- c) Baño María con circulación de agua
- d) Columna empacada para cromatografía en fase reversa M Bondapack C 18

REACTIVOS

- a) Aminoácidos estándares de Beckman Instruments

- b) Acido perfoímico.- a 9 ml de ácido fórmico al 88%, adicionar 1 ml de H₂O₂ al 30%. Reposar 1 hora y enfriar a 0°C.
- c) Soluciones buffer de Beckman Instruments
- d) HCl 6 N con 1 % de fenol
- e) Metanol
- f) Hielo seco
- g) Hidróxido de sodio
- h) 1-Octanol

PREPARACION DE LA MUESTRA

La muestra deberá estar libre de grasa y de la mayor parte de hidratos de carbono para no interferir en la determinación.

Después de desengrasar la muestra proceder como sigue para la eliminación de hidratos de carbono solubles.

Para mono y disacaridos.- Hervir 1 g. de muestra seca y finamente dividida, refluja durante 1 hora con etanol 90.0% (v/v). Filtrar el residuo, repetir la extracción y filtrar nuevamente. Agitar el residuo insoluble en etanol con agua fría por 6 horas, filtrar el material insoluble y repetir la extracción, filtrar nuevamente, secar a vacío hasta peso constante.

A) HIDROLISIS ACIDA

Pesar 0.1g de muestra seca y libre de hidratos de carbono solubles previamente preparada en un tubo de vidrio, adicionar 10 ml de HCl 6 N y mezclar. Congelar en un baño con hielo seco y alcohol. Mantener el tubo a vacío no menos de 50 μ por 1 minuto y guardar el tubo bajo vacío.

Hidrolizar 24 horas a $110^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Enfriar, abrir el tubo, y filtrar el hidrolizado en papel filtro Whatman No. 1; enjuagar el tubo 3 veces con agua y filtrar los lavados.

Secar el filtrado a 65°C sobre vacío. Disolver el hidrolizado seco en un volumen apropiado de buffer para el analizador de aminoácidos.

Usar este hidrolizado para determinar todos los aminoácidos excepto metionina, triptófano, cistina y/o cisteína.

B) OXIDACION CON ACIDO PERFORMICO E HIDROLISIS ACIDA

Pesar una muestra de 0.1 g previamente preparada y seca en un tubo de vidrio para hidrólisis, adicionar 2 ml de ácido perfoómico, dejar reposar por toda la noche a una temperatura entre $0 - 5^{\circ}\text{C}$. Adicionar 3 ml de HBr + 0.04 ml de 1-Octanol frío (antiespumante); inmediatamente mezclar el contenido y enfriar en baño de hielo, evaporar y secar a 40°C . bajo vacío. Adicionar 10 ml de HCl 6 N. en el tubo y tratar los hidolizados como en el inciso A.

Con este tratamiento se convertirá Metionina en Metionina sulfonada y Cistina o Cisteína en ácido cisteico para así poder cuantificarlas.

C) HIDROLISIS ALCALINA

Pesar 0.1 g de muestra seca previamente preparada en un tubo para hidrólisis. Adicionar 25 mg de almidón de papa hidrolizado (omitir si la muestra es alta en contenido de almidón). Adicionar 0.6 ml de solución recientemente preparada de NaOH 4.2 N y 0.04 ml de 1-Octanol. Mezclar

el contenido del tubo 2 minutos bajo vacío, congelar el tubo y mantenerlo bajo vacío, no menor de 50 μ , por un minuto. Mantener el tubo cerrado con el vacío Hidrolizar 22 horas a 110 °C. \pm 1 °C., enfriar el tubo, transferir el contenido a un matraz y adicionar 5 ml de HCl 6 N. frío y neutralizar el hidrolizado. Diluir con solución buffer apropiada para el análisis de aminoácidos. Centrifugar y filtrar el hidrolizado, almacenar en congelación. Usar el hidrolizado para determinar triptófano.

Analizar cada uno de los tres hidrolizados usando parámetros óptimos para el analizador de aminoácidos. Usar soluciones estándares para calibrar el analizador para obtener una resolución \geq 85%.

4.7 CUENTA QUIMICA

El valor nutritivo de una proteína se determina sobre la base de su contenido en aminoácidos indispensables con relación a las necesidades humanas en estos aminoácidos por lo que El "índice químico o Cuenta química" de una proteína queda definido como:

$$C.Q = \frac{\text{gramos de aminoácidos del alimento}}{\text{gramos aminoácido patrón}} \times 100$$

*ver tabla 4 7.1

Después de haber obtenido el perfil de aminoácidos se realizaron los cálculos correspondientes para la Cuenta Química ó Calificación Química tomando en cuenta los valores del patron FAO 1985 que se observa en la Tabla 4 7.1

Tabla 4.7.1 Necesidades de aminoácidos sugeridas por la FAO/ OMS Y ONU 1985

AMINOACIDOS	g/100g de proteína
Fenilalanina + Tirosina (aromáticos)	6.0
Metionina + Cistina (azufrados)	3.5
Isoleucina	4.0
Leucina	7.0
Lisina	5.5
Treonina	4.0
Triptófano	1.0
Valina	5.0

4.8 PRUEBA BIOLÓGICA PER (PROTEIN EFFICIENCY RATIO) Evaluación de la eficiencia de la proteína ⁽³²⁾

Una vez conocido el aminograma de la proteína presente en el residuo de la extracción del aceite, se realizó una evaluación "In vivo" mediante el método de la Evaluación de la eficiencia de la proteína PER para conocer el valor nutritivo de esta.

El grado de crecimiento de un animal bajo condiciones bien definidas permite evaluar el valor nutritivo de una proteína.

En 1919 Osborne, Mendel y Ferry introdujeron el concepto "PER" (Protein Efficiency Ratio, evaluación de la eficiencia de la proteína) el cual, se ha modificado en varias formas y es el procedimiento más usado de las pruebas biológicas para la evaluación del valor nutritivo de una fuente de proteína.

Para esta prueba se recomienda utilizar ratones machos recién destetados (20-23 días de nacidas). La prueba deberá realizarse de 3 a 4 semanas, y la dieta debe contener un 10 % de proteína, y los demás

nutrimentos en cantidad suficiente; tanto el alimento como el agua deben darse "ad libitum".

FUNDAMENTO

Se acepta que el incremento en peso de ratones destetadas alimentadas con una dieta proteínica bajo condiciones estandarizadas, provee una medida confiable del valor nutricional, ya que factores tales como edad, sexo, periodo de ensayo, nivel de proteína entre otros puede afectar la determinación del PER (Protein Efficiency Ratio, evaluación de la eficiencia de la proteína), dichas condiciones deben estar controladas y definidas. Así mismo es determinante el uso de un grupo control de ratones alimentados con caseína como fuente de proteína.

PROCEDIMIENTO

Preparación de la dieta. Tanto la dieta control como las dietas de estudio deben ser isoprotéicas e isocalóricas y deben guardar la siguiente proporción con respecto a la dieta de referencia.

COMPONENTE	%
Caseína	10.5
Glucosa	19.0
Sacarosa	22.0
Dextrina	25.0
Aceite vegetal	6.0
Manteca vegetal	8.0
Mezcla de sales	2.0
Mezcla de minerales	1.0
Colina (solución al 50%)	0.4
Celulosa	6.1

Manual de prácticas de laboratorio de nutrición Facultad de Química (32)

La tabla siguiente presenta la preparación de las dietas de caseína y el residuo de extracción de *Orbignya guacuyule* balanceado con referencia al análisis proximal que se muestra en la tabla 5.3.1

Tabla 4.8.1 de preparación de las dietas de caseína y residuo de extracción de *Orbignya guacuyule*.

DIETA CASEINA	%	DIETA DE <i>Orbignya guacuyule</i>	%
Caseína	10.5	Residuo de extracción	37.69
Sacarosa	22.0	Sacarosa	17.01
Glucosa	19.0	Glucosa	14.68
Dextrina	25.0	Dextrina	18.32
Manteca	8.0	Manteca	6.11
Aceite	6.0	Aceite	4.79
Vitaminas	1.0	Vitaminas	1.0
Minerales	2.0	Minerales	-----
Colina	0.4	Colina	0.40
Celulosa	6.1	Celulosa	-----

Manual de practicas de laboratorio de nutrición Facultad de Química (32).

PREPARACION

La fuente de proteína se homogeneiza junto con todos los ingredientes sólidos, excepto las vitaminas. A continuación se procede a adicionar la mezcla de lípidos (aceite y manteca fundida); por último adicionar la mezcla de vitaminas junto con la solución de colina. Mezclar todo hasta la perfecta incorporación.

DISTRIBUCION DE ANIMALES

Al iniciar el experimento pesar los ratones en forma individual, cuyo dato corresponde al peso inicial (Pi) del experimento. Para una adecuada distribución de los animales por lote, proceder a repartir de acuerdo a la distribución de "culebra japonesa". El número de animales por lote debe estar comprendido entre 6 y 10 y estos deben colocarse en jaulas

individuales. Ya que estos animales al comer tienden a desperdiciar alimento, se aconseja colocar debajo de la jaula una charola de papel manila, para poder recuperar este material.

DESARROLLO DE LA PRUEBA

Una vez que se tienen los diferentes lotes de ratones para cada uno de los datos, colocar a cada animal su respectivo alimento pesado y "ad libitum". Mantener dichas condiciones a partir del primer día. Proceder a pesar tanto animales como alimento dos o tres veces por semana, teniendo la precaución de recuperar el alimento desperdiciado, haciendo uso de un tamiz para separarlo de las heces del animal.

Mantener el estudio por espacio de 3 a 4 semanas, y al final de dicho tiempo pesar tanto alimento como animales. Este último dato corresponderá al peso final (Pf). Realizar las pesadas en el mismo horario, para que a lo largo del estudio se tenga la menor variación por este motivo. Llevar un adecuado control de los datos del experimento.

CALCULOS

Realizar las curvas de crecimiento de cada lote, para lo cual se procede a trazar la gráfica de tiempo vs incremento de peso y otra gráfica de alimento acumulativo vs incremento de peso con su DEM (desviación estándar de la media).

OBTENCION DEL VALOR DE PER (Protein Efficiency Ratio)

Obtener el valor del PER de la siguiente manera.

REP= incremento de peso en gramos

proteína ingerida en gramos

$$\text{REP} = \frac{\text{Pf} - \text{Pi}}{(\sum \text{AI}) (F)}$$

F = Factor que corresponde al contenido de proteína de la dieta, expresado en fracción decimal (10% = 0.1), es decir F = % Proteína/100

Con cada uno de los valores individuales, se procede a calcular el

PER (Protein Efficiency Ratio) promedio del lote en estudio, para lo cual solo se manejarán los datos que sean promediables (deben dar un coeficiente de variación de 15).

$$\overline{\text{PER}} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{PER } i}{n}$$

$$\text{CV} = \frac{\sigma}{\bar{X}} \times 100$$

$$\text{PER ajustado} = \text{PER (prueba)} \times \frac{\text{PER CASEINA (referencia)}}{\text{PER CASEINA (experimental)}}$$

PER CASEINA (ref)= 2.5

CV = Coeficiente de variación

σ = Desviación estandar

Pf = peso final

Pi = peso inicial

5.RESULTADOS

5.1 CLASIFICACION DE LA PALMA

Las muestras de palma proviene de Pinotepan de Don Luis, en la Costa del estado de Oaxaca, y fue clasificada por el Dr. Hermilo Quero Rico especialista en palmas del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México quien la reconoció como *Orbignya guacuyule*.

5.2 Caracterización Física de los frutos de *Orbignya guacuyule*

Los frutos de la palma *Orbignya guacuyule* son de forma ovoide, el interior del fruto maduro está formado por tres capas: El epicarpio es fibroso de color café claro, amarillento cuando se encuentra maduro, el mesocarpio está constituido por un fieltro de color gris ó café tenue en el fruto seco. El endocarpio o hueso compacto y leñoso, es la capa más gruesa del fruto. Posee fibras de color oscuro compactadas como madera; en la parte central del hueso se halla situada la semilla, por lo general se encontró una en cada cavidad.

Tabla 5. 2.1 Porción de las diferentes partes que forman el fruto de la *Orbignya guacuyule*

Porción	mm
Mesocarpio	2
Epicarpio	7
Endocarpio	36

5. 2. 2 Tamaño

El tamaño aproximado de los frutos es de 7.5 cm de largo y un diámetro aproximado de 4.5 cm.

5.2.3 PESO

El peso promedio de 50 piezas del fruto de la palma *Orbignya guacuyule* fue de 28.31 g. El peso promedio de la semilla sola se encontró de 4.6 g.

5.3 Análisis proximal del fruto de la palma *Orbignya guacuyule*

Los resultados promedio del análisis proximal se presentan en la Tabla 5.3.1 las determinaciones fueron realizadas por triplicado.

TABLA 5.3.1 Análisis proximal del fruto de la palma *Orbignya guacuyule* base húmeda y base seca (g/100g)

	BASE HUMEDA	BASE SECA
Humedad	3.14	-----
Grasa cruda	70.70	72.96
Proteína cruda x 5.3*	6.23	6.45
Fibra cruda	6.33	6.53
Cenizas	1.32	1.36
Hidratos de carbono por Diferencia	12.28	12.70

* El factor usado para la determinación de proteína es la usada para cocos del AOAC 1993.

5.4 Extracción de la grasa del fruto de *Orbignya guacuyule* para la obtención de la fibra

El residuo de extracción de *Orbignya guacuyule* fue sometido a un análisis proximal siguiendo la metodología descrita en los puntos 4.3.1 al 4.3.6. Se extrajo una considerable cantidad del residuo de extracción para la prueba biológica de PER.

5.5 Resultados del Análisis proximal del residuo de extracción de *Orbignya guacuyule*

Los resultados de este análisis se encuentran concentrados en la Tabla 5.5 1, donde se puede observar un considerable porcentaje de Proteína cruda y Fibra cruda de 24.88 y 19.70 % respectivamente.

Tabla 5.5.1 Análisis proximal del fruto de la palma *Orbignya guacuyule* después de la extracción de la grasa.

	% Base húmeda	% Base Seca
HUMEDAD	6.23	-----
GRASA CRUDA	7.01	7.47
PROTEINA CRUDA x 5.3	24.88	26.53
FIBRA CRUDA	19.70	21.00
CENIZAS	4.98	5.31
HIDRATOS DE CARBONO POR DIFERENCIA	37.20	39.69

* El factor usado para la determinación de proteína es la usada para cocos del AOAC 1993.

5.6 Resultados del Perfil de aminoácidos en *Orbignya guacuyule*

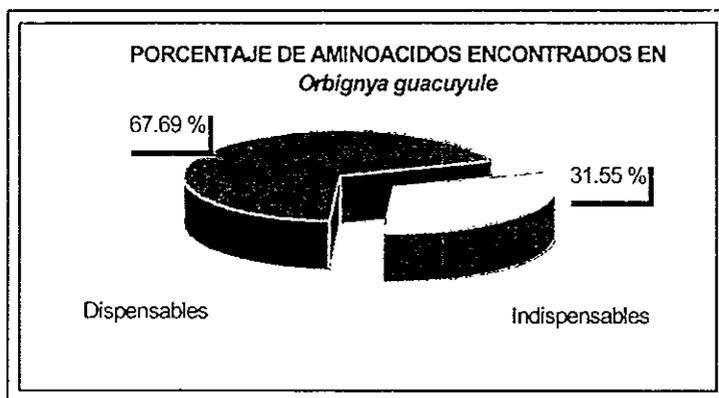
Los resultados que se obtuvieron del perfil de aminoácidos se muestran en la Tabla 5.6.1 y se encuentran representados en la gráfica I, donde se puede apreciar que el 31.55 % la constituyen los aminoácidos indispensables, y el 67.69 % a los dispensables.

TABLA 5.6.1 Resultados de los aminoácidos encontrados en *Orbignya guacuyule*

Aminoácidos Indispensables	g/100 proteína	Aminoácidos dispensables	g/100g proteína
Valina	4.77	Histidina	2.17
Isoleucina	2.88	Ac. Aspártico	8.52
Treonina	3.06	Serina	4.16
Triptófano	1.74	Ac. Glútamico	21.88
Fenilalanina	5.99	Prolina	3.55
Leucina	6.25	Glicina	4.04
Lisina	4.64	Alanina	3.70
Metionina	2.22	Cistina	2.30
		Tirosina	2.38
		Arginina	14.99
Total	31.55		67.69

Nota: el estudio del perfil de aminoácidos se realizó en el Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubiran (INNSZ), con la autorización de la M.C. Josefina Morales de León; Jefe del departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, y la participación de la Q.F.B. Sílvia Ruiz Jiménez; Coordinadora del Laboratorio de Alimentos.

GRAFICA I PORCENTAJE DE AMINOACIDOS INDISPENSABLES Y DISPENSABLES EN *Orbignya guacuyule*



Se puede observar en la Tabla 5.6.1 que los valores más altos son leucina con 6.25, fenilalanina 5.99, y valina 4.77 g/ 100 g proteína.

5.7 RESULTADOS DE LA CUENTA QUIMICA

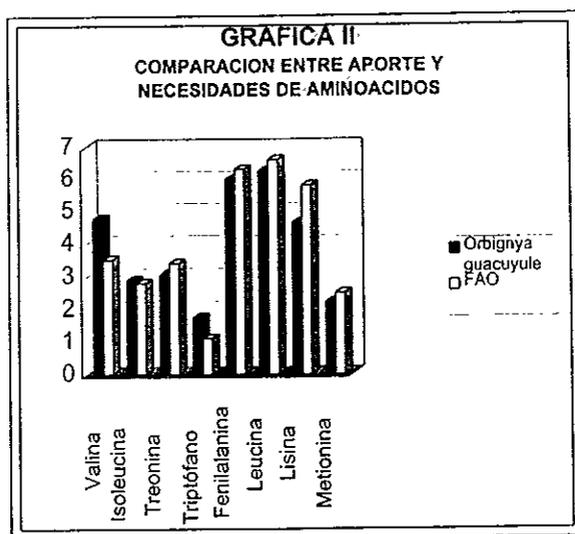
De estos resultados obtenidos del perfil de aminoácidos y realizando los cálculos necesarios para obtener la Cuenta Química o Calificación Química, los aminoácidos limitantes respecto al patrón FAO 1983, se tiene que el primer aminoácido limitante es la isoleucina, y el segundo aminoácido limitante es la treonina con 72.00 y 76.50 g/ 100g de proteína respectivamente (Tabla 5.7.1).

En comparación con lo recomendado por el patrón de la FAO 1983 la valina, triptófano, y la isoleucina se encuentran ligeramente arriba del aporte recomendado 4.77, 1.74, y 2.88 g/100 g de proteína respectivamente, treonina, fenilalanina, leucina, lisina, metionina se encuentran abajo del aporte recomendado. Como se muestra en la gráfica I.

Tabla 5.7.1 Resultados de los cálculos de la Cuenta Química de los aminoácidos de *Orbignya quacuyule* según patrón FAO 1983.

Fenilalanina + Tirosina (aromáticos)	$8.37/6.0 \times 100 = 139.50$
Metionina + Cistina (azufrados)	$4.52/3.5 \times 100 = 129.14$
Isoleucina (1er. Limitante)	$2.88/4.0 \times 100 = 72.00$
Leucina	$6.25/7.0 \times 100 = 89.28$
Lisina	$4.64/5.5 \times 100 = 84.36$
Treonina (2o. Limitante)	$3.06/4.0 \times 100 = 76.50$
Triptófano	$1.74/1.0 \times 100 = 174.00$
Valina	$4.77/5.0 \times 100 = 95.10$

Gráfica II Comparación entre aporte y necesidades de aminoácidos



5.8 RESULTADOS DE LA PRUEBA PER (Protein Efficiency Ratio)

La dieta de *Orbignya quacuyule* fue balanceada de acuerdo al análisis proximal del residuo de extracción de la *Orbignya quacuyule* que se presenta en la Tabla 5.3.1

CALCULOS DE PER (Protein Efficiency Ratio) DE LA DIETA CASEINA

$$\% N = \frac{\text{ml problema} - \text{ml blanco} \times N \text{ NaOH} \times 0.014 \times 100}{\text{peso de la muestra en gramos}}$$

$$\% N = (10.7-0.6) (0.00988) (0.014)/ 0.0854 \times 100 = 1.6358$$

$$\% \text{ Proteína} = N \times \text{Factor}$$

Factor para caseína = 6.38

$$\% \text{ Proteína} = 1.6358 \times 6.38 = 10.45$$

$$\% N = (11.2-0.6)(0.00988)(0.014)/ 0.0846 \times 100 = 1.7330$$

$$\% \text{ Proteína} = 1.7330 \times 6.38 = 11.05$$

$$\% \text{ Proteína promedio} = 10.45 + 11.05/2 = 10.75$$

$$F = 0.1074$$

$$\text{PER} = \frac{P_f - P_i}{(\Sigma AI) (F)}$$

$\text{PER}_{(1)} = 26.9/ (230.6) (0.1075) = 1.08$	$\text{PER}_{(2)} = 2.78$
$\text{PER}_{(2)} = 45.3/ (151.3) (0.1075) = 2.78$	$\text{PER}_{(3)} = 2.20$
$\text{PER}_{(3)} = 37.0/ (156.2) (0.1075) = 2.20$	$\text{PER}_{(5)} = 2.86$
$\text{PER}_{(4)} = 31.8/ (168.8) (0.1075) = 1.75$	$\text{PER}_{(6)} = 2.03$
$\text{PER}_{(5)} = 55.5/ (180.4) (0.1075) = 2.86$	
$\text{PER}_{(6)} = 47.5/ (217.4) (0.1075) = 2.03$	

$$\overline{\text{PER}} = 2.4675$$

$$\text{CV} = 0.3587/2.46 \times 100 = 14.53$$

$$\sigma = 0.3587$$

$$14.53 < 15$$

CALCULOS DE PER (Protein Efficiency Ratio) DE LA DIETA *Orbignya guacuyule*

$$\% N = (12.0-0.6) (0.00988) (0.014)/ 0.0854 \times 100 = 1.8683$$

$$\% \text{ Proteína} = 1.8683 \times 6.25 = 11.67$$

$$\% N = (11.7-0.6)(0.00988)(0.014)/ 0.0844 \times 100 = 1.7467$$

$$\% \text{ Proteína} = 1.7467 \times 6.25 = 10.91$$

$$\% \text{ Proteína promedio} = 11.67 + 10.91/2 = 11.29$$

$$F = 0.1129$$

PER ₍₁₎ = 17.2/ (112.0)(0.1129) = 1.36	PER ₍₁₎ = 1.36
PER ₍₂₎ = 34.3/ (139.9) (0.1129) = 2.17	PER ₍₄₎ = 1.41
PER ₍₃₎ = 54.3/ (225.9) (0.1129) = 2.13	PER ₍₅₎ = 1.35
PER ₍₄₎ = 18.7/ (116.9) (0.1129 = 1.41	PER ₍₆₎ = 1.47
PER ₍₅₎ = 19.2/ (125.5) (0.1129) = 1.35	
PER ₍₆₎ = 24.1/ (144.5) (0.1129) = 1.47	

$$\overline{\text{PER}} = 1.3975$$

$$\sigma = 0.0476$$

$$\text{CV} = 0.0476/1.3975 \times 100 = 3.42$$

$$3.42 < 15$$

Con relación a los cálculos realizados se tiene que el PER calculado para Orbignya guacuyule fue de 1.39 y el PER para la dieta patrón de caseína fue de 2.46. Así mismo el coeficiente de variación en la dieta de caseína fue mayor que el de la dieta de Orbignya guacuyule 14.43 y 3.42 respectivamente.

Los datos recopilados durante el desarrollo de la prueba PER se encuentran registrados en el anexo I; en estos datos se observa que los ratones alimentados con Orbignya guacuyule son de menor peso corporal que los ratones alimentados con la dieta patrón de caseína.

Los datos fueron tratados estadísticamente mediante una distribución de la t de Student; la gráfica III registra los puntos promedio del peso corporal incrementado en la prueba PER.

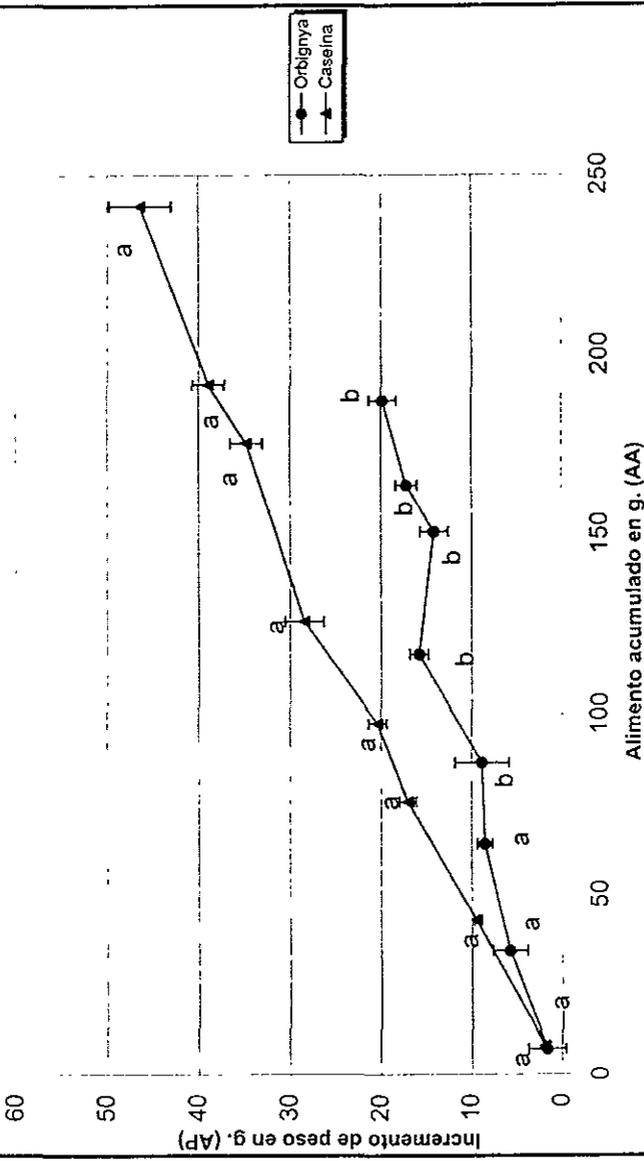
En la gráfica III se observa que en los tres primeros puntos no existe diferencia significativa y a partir del cuarto punto ya existe diferencia significativa en el incremento de peso corporal.

Así mismo en la gráfica IV se observa el consumo de alimento de los ratones en las dos dietas. Los ratones de la dieta de Orbignya guacuyule consumieron menor cantidad de alimento que los ratones

alimentados con la dieta patron. En la gráfica de alimento consumido contra tiempo (gráfica IV) de igual manera que sucede en la gráfica III, se observa que en los tres primeros puntos trazados no existe diferencia significativa en el incremento de consumo de la cantidad de alimento, pero a partir del cuarto punto se observa una diferencia significativa en el consumo de alimento.

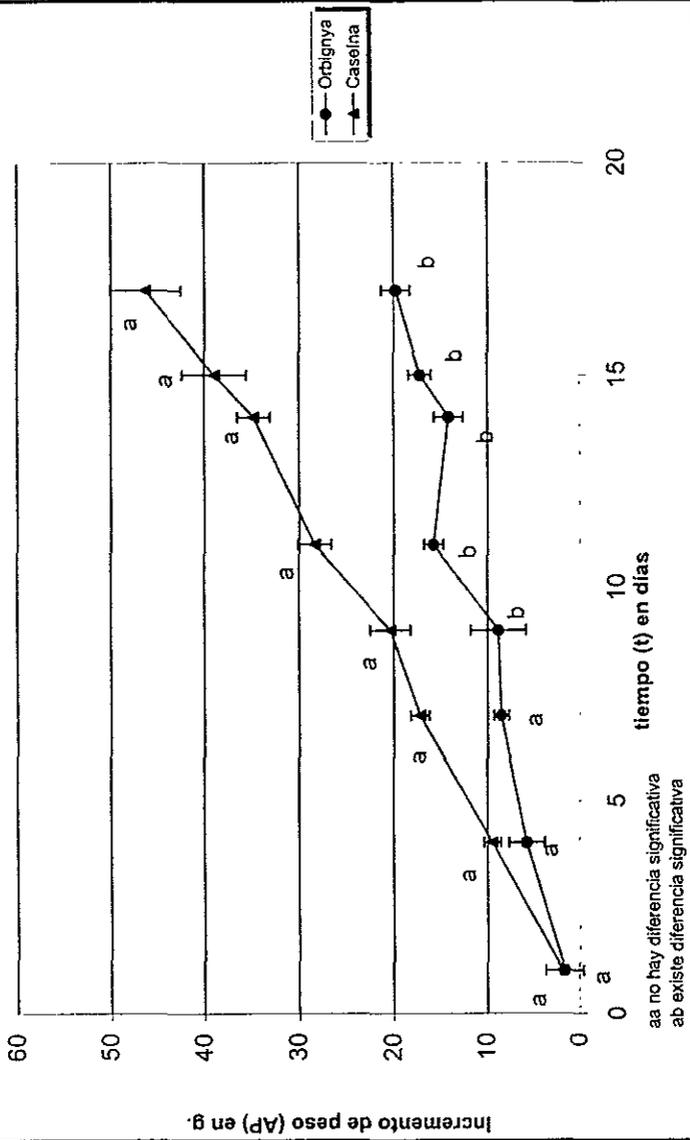
Aunque estos resultados muestran que los ratones alimentados con *Orbignya guacuyule* no consumieron igual cantidad de alimento, ni tampoco aumentaron igual peso corporal al de la dieta patron de caseína, estos no mostraron signos de desnutrición o disminución de su actividad fisiológica.

Gráfica III
 Curva de Crecimiento AA vs AP
 Dieta Caseína y *Orbignya guacuyule*



aa no hay diferencia significativa
 ab existe diferencia significativa

Gráfica IV
 Curva de crecimiento t vs AP
 Dieta Caseína y *Orbignya guacuyule*



6. DISCUSION

Los resultados que se observan en la tabla 5.2 referente al análisis proximal muestran que el fruto de la palma *Orbignya guacuyule* tiene un alto contenido de aceite igual al 70.70%

Después de la extracción de la grasa se observa que el residuo contiene un considerable porcentaje de proteína cruda y fibra cruda: 24.88 y 19.79 % respectivamente (Tabla 5.5.1) por lo que se consideró importante realizar un perfil de aminoácidos a este residuo.

El perfil de aminoácidos mostró que los indispensables se encuentran presentes en 31.55% y los dispensables en 68.45 %. Los que se presentan en mayor cantidad son el ácido glutámico con 21.88%, arginina 14.99%, ácido aspártico 8.52% por lo que se refiere a los dispensables; y la leucina y fenilalanina con 6.25 y 5.99% respectivamente en cuanto se refiere a los aminoácidos indispensables.

Con relación a la Cuenta Química se observa que en los aminoácidos indispensables el triptófano se encuentra por encima del valor requerido por la FAO (tabla 5.7.1). Respecto a los aminoácidos aromáticos la fenilalanina y tirosina superan el valor estándar de la FAO. Por lo que se refiere a los azufrados, metionina y cistina superan también el valor requerido por lo FAO.

El resto de los aminoácidos indispensables oscilan entre 72.0 Y 95.1 % de los valores establecidos por la FAO.

Los cálculos de la Cuenta Química muestran que los aminoácidos limitantes son la isoleucina y la treonina con 72.0 y 76.5 % del requerimiento nutrimental respectivamente.

Después de haber obtenido estos resultados derivados del perfil de aminoácidos se procedió a realizar la prueba Biológica PER (Protein Efficiency Ratio) para lo cual se preparó una formulación que contenía el residuo de extracción de *Orbignya guacuyule* (ver tabla 4.8.1)

Los resultados estadísticos muestran que los ratones alimentados con la dieta del residuo de extracción de *Orbignya guacuyule* consumieron menor cantidad de alimento (ver gráfica IV) y su peso corporal final fue menor al de los ratones alimentados con la dieta patrón de caseína (ver gráfica III). El tratamiento estadístico muestra que a partir del cuarto punto ya existe una diferencia significativa tanto en peso corporal como alimento consumido (gráficas III y IV). Así también el valor calculado del PER para *Orbignya guacuyule* fue menor que el de la caseína: 1.39 y 2.46 respectivamente. Esto es relativo al crecimiento de los ratones en la prueba y significa el aprovechamiento nutricional en cada dieta, por lo que podemos decir que la dieta de *Orbignya guacuyule* es nutricionalmente menor en calidad que la dieta de caseína.

Una de los cambios físicos importantes que se observaron en los ratones alimentados con *Orbignya guacuyule*, fue que el pelo se encontró más sedoso que el de los ratones alimentados con la dieta patrón de caseína

Otra de las observaciones que se hicieron en el período de alimentación en esta prueba fue que las heces fecales de los ratones alimentados con el residuo de extracción de *Orbignya guacuyule* fueron de mayor tamaño que el de los ratones alimentados con caseína, es muy probable que esto se deba a la gran cantidad de fibra en la dieta problema lo que incrementa la motilidad intestinal.

Las observaciones antes mencionadas pudieran constituir una opción para que el residuo de extracción de *Orbignya guacuyule* pudiera ser utilizado como complemento alimenticio y fuente de fibra para animales y, por que no, también para humanos.

Con este trabajo se confirma que en los alimentos ricos en fibra no se logra evaluar la calidad proteínica debido a que la alta concentración de fibra dificulta la absorción de estos nutrimentos (26, 29)

Los registros de peso de cada uno de los ratones y la cantidad consumida de alimento se muestran en el Anexo 1.

7. CONCLUSIONES

1. El fruto de la Palma *Orbignya quacuyule* es una fuente de alto contenido de aceite 70.70%
2. El residuo de extracción contiene una cantidad considerable de fibra cruda y proteína cruda 19.70 y 24.88 % respectivamente en base húmeda.
3. En el perfil de aminoácidos realizado se encontró una cantidad considerable de triptófano de 1.74 g/100 de proteína en base seca, que *resulta ser superior al de otros alimentos como carne y huevo.*
4. Los aminoácidos limitantes fueron isoleucina como primer limitante y treonina como segundo limitante, lo que da a esta proteína un alto interés nutrimental ya que en la mayoría de proteínas sus limitantes son triptófano, lisina y metionina
5. En la prueba biológica PER, los ratones que fueron alimentados con la dieta de *Orbignya quacuyule* observaron un peso corporal significativamente menor ($\beta > 0.005$) al de los ratones que fueron alimentados con la dieta patrón de caseína. El cálculo de PER fue de 1.39 para la dieta del residuo de extracción y 2.46 para la dieta de caseína, mostrando el alimento de estudio un PER bajo que *posiblemente se deba al alto contenido de fibra dietética.*
6. Las observaciones que se realizaron durante el desarrollo de la prueba de PER, fue que en los ratones alimentados con la dieta de

Orbignya guacuyule el pelo fue más sedoso y abundante que el de los ratones alimentados con la dieta patrón de caseína.

7. Las heces fecales de los ratones alimentados con Orbignya guacuyule fueron de mayor tamaño que el de las heces fecales de los ratones alimentados con la dieta patrón.
8. Por lo anteriormente mencionado existe la posibilidad que el residuo de extracción del fruto de la palma Orbignya guacuyule pudiera constituir una fuente importante de alto contenido de fibra y que también pudiera ser utilizada como complemento alimenticio para humanos, o fuente de alimento para animales.

8. - BIBLIOGRAFIA

1. Dahlgren B. E., Index of American Palms; Field Museum Nat. Hist., Bot Ser., Publ. 355, XIV, 1936, pages 1- 48
2. Burret M., Die Palmeengattungen *Orbignya*, *Attalea*; *Scheelea* or *Maximiliana*; Notizbl. Bot. Gart. Berlin- Dahlen., 1929, pp 651- 701
3. García M, L., Contribución al estudio de la *Attalea cohune*; Tesis Fac.Cienc. Quim., 1937, págs 1 -59
4. Liebmann F.M., Vegetation des piks von Orizaba; Bot. Zeit; (Resumen en W. B. Hemsley - Biol. Centr. Amer., IV p 145) 1937, pp 56-60
5. Quero R, H., Las palmas silvestres de la Península de Yucatán., Publicaciones Especiales., UNAM , 1992, pág 9- 63
6. Valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en México; Comisión nacional de alimentación, Instituto nacional de la nutrición Salvador Zubiran 2a. ed., 1972, pág 9- 15.
7. Eckey E. W.,Vegetable Fats and Oils., Reinhold publishing corporation, New York, 1954, pages 302 - 377
8. Peralta R. C., Acidos componentes de la grasa del coyol Mexicano (*Acrocomia mexicana*) (Karw) Tesis, Facultad de Química 1954 pág 1-40
9. Trejo L. J., Estudio del fruto del *Bactris cohune*, chiquiyul, o Coyol de jahuacte Tesis Facultad de Química 1946. pág 1- 45

10. Aguilar R. P., Análisis de Tecnología apropiada para la Industrialización de la palma de coco, Tesis; Facultad de Química , 1975 pág 16 - 23
11. Pastrana S. G., Anteproyecto para una planta piloto de hidrólisis de aceite de coco y fraccionamiento de sus ácidos grasos; Tesis Facultad de Química, 1963, pág 55
12. Bernardini E., Tecnología de aceites y grasas, edit Alhambra, México, 1971, pág 252 -255
13. Jamienson G.S., Vegetable Fats and Oils, The Chemical Catalog Company Inc. New York, 1932, pages 114
14. Balick M.J.; The Palm - Tree of life, Biology, Utilization and Conservation , New York, 1986 pages 204 - 315
15. Miranda F., El coyol real de la Región de Azueta , An. Inst. Biol. Méx., 1944, 15: 345 - 368
16. AOAC Official Methods of Analysis., Nuts and Nuts products.15 ed., 1990, pages 449
17. Southgate D. A .T., The Carbohydrates in Foods, New York , 1991, pages 15 - 175
18. Biological assay methods; National Academy of Sciences; Publication 1100, Washintong, D C. , 1963, pages 43.
19. Cambell J. A., Methodology of protein evaluation. In: The PAG Compendium; Sach, M.Y., De. John Wiley & Sons., Vol. D , N.Y. 1975, pages 65 -77

20. McCoy R E., Lethal Yellowing of Palms , University of Florida, Institute of Foods and Agricultural Sciences, Agricultural Research and Education Center. , 1983, pages 23 - 67
21. Cheftel J. C., "Proteínas alimentarias". Edit. Acribia, Zaragoza España , 1989, págs 107-140
22. Bernardini E., Tecnología de Aceites y Grasas., Ed. Alhambra, Barcelona España, 1986, pages. 79-82
23. Hamilton R. J., and Bhati, A., Recent Advances in Chemistry and Technology of Fats and Oils, Elsevier Applied Science, London and New York , 1991, page 144.
24. Díaz R. L., Manuel., La problemática del amarillamiento Letal del cocotero en México., Yucatán México, 1990 , pág 197.-
25. Winton L. A., and Barber Winton Kate., Análisis de los alimentos., Edit Hispanoamericana, Buenos Aires, 1947, pág 23.
26. Osborn R., and Voogt P., Análisis de los nutrientes de los alimentos Edit. Acribia, Zaragoza España 1986, pág 48- 50
27. Potter N., Ph. D., La Ciencia de los Alimentos., Edutex., S.A. 3 a. Reimpresión, 1990, págs 70- 77.
28. Robinson D. S., Bioquímica y Valor Nutritivo de los Alimentos., Editorial Acribia., Zaragoza España, 1991, págs 49 – 75
29. Parra C. S., Fernández O. M., Vandale T. S. y López C. L., "Fibra Dietética y tumores gastrointestinales, implicaciones para la Población

- Mexicana" Archivos Latinoamericanos de Nutrición., Vol. 44., No. 2., 1994, pág 76- 81.
30. Sánchez C. P., Dewey P. J., Bourgues H., and Philip J. T., "Dietary Fibre, What it is an How it is Measured"., Archivos Latinoamericanos de Nutrición ., Vol. 44 ., No., 2., 1994, pages 68 – 75.
31. Oser B.L., " In Protein and Aminoacid Nutrition " Albanese A.A. Editor Academic Press., N.York., 1959, pages 281- 295.
32. Aragón E., Lucas B., " Manual de Prácticas de Laboratorio de Nutrición"., Facultad de Química., División de Ingeniería Departamento de Alimentos y Biotecnología., pág 7-11, 33-41.,
33. Método de Técnicas Descritas en el Manual de Beckman Publicadas por Spinco División de Beckman Instrumens, Inc. Palo Alto California, 94304. Notas de Aplicación: A6300- AN-0028, Julio 1987; A 6300-AN-007, Octubre 1987.
34. Spies R. and C. Chambers D., Chemical Determination of Tryptophan in Proteins., Allengen Reseach Division of agricultural and Industrial Chemistry Anal. Chem 21 ((110) 12- 49, (1949) Washington D.C.
35. Coulatate T. P., Biol. Ml., Alimentos, "Química de sus Componentes"., Editorial Acribia, S.A., The Royal Society of Chemistry, 1984., Zaragoza España.
36. Minifie W. B., Chocolate, Cocoa, and Confectionery; Third Edition , 1989 New York pp. 165.

9.- ANEXO I

REGISTRO DE DATOS DIETA CASEINA

Ratón 1 A | Peso inicial 56.0 g

	18-Nov	19-Nov	22-Nov	25-Nov	27-Nov	29-Nov	2-DIC	3-DIC
Tiempo (días)								
Peso animal	58.0	59.0	63.0	62.5	61.6	63.2	72.4	75.1
Incremento acumulativo		1.0	5.0	4.5	3.6	5.2	14.4	17.1
Alimento inicial (Ai)	410.5	433.3	446.0	438.0	426.8	434.8	412.6	440.0
Alimento final (Af)	399.2	405.3	389.5	384.5	394.8	373.2	400.3	378.2
Alimento ingerido (AI = Ai - Af)	11.3	28.0	56.5	53.5	32.0	61.6	12.3	61.8
Alimento acumulativo	11.3	39.3	95.8	149.3	181.3	242.9	255.2	317

Observaciones

Peso final 84.9 g

Pf - Pi = 26.9

ΣAI = 317.0 - 86.4 = 230.6

Ratón 2 A | Peso inicial 51.0 g

	18-Nov	19-Nov	22-Nov	25-Nov	27-Nov	29-Nov	2-Dic	3-Dic
Tiempo (días)								
Peso animal	51.0							
Incremento acumulativo								
Alimento inicial (Ai)	415.6	53.5	58.0	68.0	70.1	77.1	87.7	96.4
Alimento final (Af)	407.5	2.5	7.0	17.0	18.1	26.1	36.7	35.4
Alimento ingerido (AI = Ai - Af)	8.1	447.5	442.1	440.5	442.5	431.6	432.5	443.0
Alimento acumulativo	8.1	408.3	412.3	424.5	406.6	402.6	423.5	413.6
Observaciones		39.2	29.8	16.0	17.9	29.0	9.0	29.4
		47.3	77.1	93.1	111.0	140.0	149.0	178.4

Pf - Pi = 45.3

ΣAI = 178.4 - 27.1 = 151.3

Peso final 96.3 g

Ratón 3 A										
Peso inicial 53.0 g										
18-Nov	19-Nov	22-Nov	25-Nov	27-Nov	29-Nov	2-Dic	3-Dic			
Tiempo (días)	54.3	64.5	71.6	76.1	80.6	82.6	84.4			
Peso animal	53.0	1.3	11.5	18.6	23.1	27.6	29.6			
Incremento acumulativo										
Alimento inicial (Ai)	412	434.2	439.8	419.1	427.2	417.2	436.7			
Alimento final (Af)	405.8	391.4	409.5	419.1	402.3	367.0	382.2			
Alimento ingerido (Ai - Af)	6.20	42.8	29.0	20.7	16.9	60.2	54.5			
Alimento acumulativo	6.20	49.0	78.0	98.7	115.6	175.8	250.2			
Observaciones	Pf - Pi = 37.0									
	ΣAI = 250.2 - 94.0 = 156.2									
Ratón 4 A										
Peso inicial 50.0 g										
Peso inicial 54.5g										
18-Nov	19-Nov	22-Nov	25-Nov	27-Nov	29-Nov	2-Dic	3-Dic			
Tiempo (días)	54.5	61.8	68.5	75.7	87.90	73.4	86.1			
Peso animal	56.0	1.50	7.30	14.0	21.2	33.40	30.60			
Incremento acumulativo										
Alimento Inicial (Ai)	414.6	434.8	438.3	427.8	410.0	411.30	428.0			
Alimento final (Af)	406.9	377.0	366.2	365.8	366.3	365.70	374.5			
Alimento ingerido (Ai - Af)	7.7	57.8	72.1	62.0	43.7	45.60	62.0			
Alimento acumulativo	7.7	66.5	137.6	199.6	243.3	288.90	325.4			
Observaciones	Pf - Pi = 31.8									
	ΣAI = 187.4 - 218.6 = 168.8									
Peso final 86.3 g										

Ratón 5 A										
Peso inicial 50.5 g										
Tiempo (días)	18-Nov	19-Nov	22-Nov	25-Nov	27-Nov	29-Nov	2-Dic	3-Dic		
Peso animal	50.5	52.3	60.2	65.0	74.8	76.8	87.5	95.0		
Incremento acumulativo		1.8	9.7	14.5	24.3	26.3	37.0	46.5		
Alimento inicial (Ai)	423.1	444.2	444.0	444.0	419.5	421.7	412.5	432.0		
Alimento final (Af)	414.9	417.3	416.8	419.5	376.7	376.5	391.8	379.2		
Alimento ingerido (AI = Ai - Af)	8.2	26.9	27.4	24.5	42.8	45.2	20.7	52.8		
Alimento acumulativo	8.2	35.1	62.5	87.0	129.8	175.0	195.7	248.5		
Observaciones		Pf - Pi = 55.5								
			$\Sigma AI = 248.7 - 68.1 = 180.4$							
Peso final 106.0 g										
Ratón 6A										
Peso inicial 51.5 g										
Tiempo (días)	18-Nov	19-Nov	22-Nov	25-Nov	27-Nov	29-Dic	2-Dic	3-Dic		
Peso animal	51.5	53.4	61.1	70.3	66.4	85.1	87.2	93.9		
Incremento acumulativo		1.9	9.6	18.8	14.9	33.6	35.7	42.4		
Alimento inicial (Ai)	418.5	444.4	440.5	435.5	431.9	441.8	415.7	439.3		
Alimento final (Af)	410.0	413.0	395.5	409.7	396.8	377.5	400	377.4		
Alimento ingerido (AI = Ai - Af)	8.5	31.4	45.0	25.8	35.1	64.3	15.7	61.9		
Alimento acumulativo	8.5	39.9	84.9	110.7	145.8	210.1	225.8	287.7		
Observaciones		Pf - Pi = 47.5								
			$\Sigma AI = 287.7 - 70.3 = 217.4$							
Peso final 99.0 g										

DIETA CASEINA

INCREMENTO DE PESO EN g. (AP)

DIA	RATON (2)	RATON (3)	RATON (5)	RATON (6)	X	T
0	0	0	0	0	0	0
1	2.5	1.3	9.7	9.6	1.87	0.42
4	7	11.5	14.5	18.8	9.45	1.6
7	17	18.6	24.3	14.9	20.35	3.68
9	19.1	23.1	26.3	33.6	28.4	3.05
11	26.1	27.6	37	35.7	34.75	3.01
14	36.7	29.6	46.5	42.4	38.92	5.88
15	35.4	31.4	55.5	47.5	46.32	6.58
17	45.3	37				

ALIMENTO ACUMULATIVO (AA) g.

DIA	RATON(2)	RATON(3)	RATON(5)	RATON(6)	X
0	0	0	0	0	0
1	8.1	6.2	8.2	8.5	7.75
4	47.3	49	35.1	39.9	42.82
7	77.1	78	62.5	84.9	75.62
9	93.1	98.7	87	110.7	97.37
11	111	115.6	129.8	145.8	129.55
14	140	175.8	175	210.1	175.22
15	149	195.7	195.7	225.8	191.55
17	178.4	250.2	248.5	287.7	241.2

DIA	AP	DEM	AA
0	0.00	0.00	0.00
1	1.87	0.42	7.75
4	9.45	1.6	42.82
7	17.22	0.99	75.62
9	20.35	3.68	97.37
11	28.4	3.05	129.55
14	34.75	3.01	175.22
15	38.92	5.88	191.55
17	46.32	3.79	241.2

REGISTRO DE DATOS DIETA Orbignya guacuyule

Ratón 1 B												
	Peso inicial 40.5g											
Tiempo (días)	18-Nov	19-Nov	22-Nov	25-Nov	27-Nov	29-Nov	2-Dec	3-Dec				
Peso animal	40.5	46.2	51.7	50.6	54.5	58.4	50.7	95.0				
Incremento acumulativo		5.7	11.2	10.1	14.0	15.9	10.2	46.5				
Alimento inicial (AI)	394.0	408.8	406	410	400.5	395.0	394.5	432.0				
Alimento final (AF)	388.0	375.3	361.4	370.5	366.5	361.2	372.4	379.2				
Alimento ingerido (AI - AF)	8.0	33.5	44.5	49.5	34.0	33.8	22.1	52.8				
Alimento acumulativo	8.0	41.5	86.1	125.8	159.6	193.4	215.5	248.5				
Observaciones	Pf - Pi = 17.2											
	ΣAI = 256.8 - 144.8 = 112.0											
	Peso final 75.2 g											
Ratón 2 B												
	Peso inicial 44.0g											
Tiempo (días)	18-Nov	19-Nov	22-Nov	25-Nov	27-Nov	29-Nov	2-Dec	3-Dec				
Peso animal	44.0	47.3	58.8	56.5	60.7	65.3	66.3	93.9				
Incremento acumulativo		3.3	14.8	12.5	16.7	21.3	22.3	42.4				
Alimento inicial (AI)	400.3	410	410.9	422.0	424.5	413.5	402.0	439.3				
Alimento final (AF)	387.0	381.7	383.1	394.5	382.9	392.3	386.4	377.4				
Alimento ingerido (AI - AF)	13.3	28.3	27.2	27.5	41.6	41.2	15.6	61.9				
Alimento acumulativo	13.3	41.6	68.8	96.3	137.9	179.1	194.7	287.7				
Observaciones	Pf - Pi = 34.3											
	ΣAI = 219.3 - 79.4 = 139.9											
	Peso final 76.3 g											

Ratón 3 B		18-Nov	19-Nov	22-Nov	25-Nov	27-Nov	29-Nov	2-Dec	3-Dec
Peso inicial 58.0 g									
Tiempo (días)									
Peso animal	56.0	58.5	68.7	76.9	84.0	91.8	93.0	91.8	57.3
Incremento acumulativo		2.5	12.7	20.9	28.0	35.8	37.0	35.8	18.8
Alimento inicial (AI)	389.3	409	470	413.4	386.0	414.2	395.0	403.5	403.5
Alimento final (AF)	379.3	374.2	389.2	366.0	387.2	365.2	376.1	362.2	362.2
Alimento ingerido (AI - AF)	10.0	34.8	40.8	47.4	28.8	49.0	18.9	41.3	41.3
Alimento acumulativo	10.0	44.8	85.6	133.0	161.8	210.8	229.7	256.8	256.8
Observaciones		Pf - Pi = 54.3							
					ΣAI = 272.3 - 46.4 = 225.9				
Peso final 110.3 g									
Ratón 4 B									
Peso inicial 46.5 g									
Tiempo (días)									
Peso animal	46.5	49	49.5	56.0	58.1	65.0	62.6	75.4	75.4
Incremento acumulativo		2.5	3	9.5	11.6	18.5	16.1	31.4	31.4
Alimento inicial (AI)	394.2	404.3	401.5	401.9	416.3	403.2	391.0	410.0	410.0
Alimento final (AF)	386.3	382.5	379.9	386.3	380.7	370.0	382.0	385.4	385.4
Alimento ingerido (AI - AF)	7.9	21.8	21.6	15.6	36.6	33.2	9.0	24.6	24.6
Alimento acumulativo	7.9	29.7	51.3	66.9	102.5	135.7	144.7	219.3	219.3
Observaciones		Pf - Pi = 18.7							
					ΣAI = 159.3 - 41.4 = 116.9				
Peso final 65.2 g									

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Ratón 5 B											
	Peso inicial 41.0 g										
Tiempo (días)	18-Nov	19-Nov	22-Nov	25-Nov	27-Nov	29-Nov	2-Dec	3-Dec			
Peso animal	41.0	43.5	46.8	49.2	41.3	54.5	54.2	89.8			
Incremento acumulativo		2.5	5.8	8.2	0.3	13.5	13.2	43.8			
Alimento inicial (AI)	395.9	405.1	409.5	405.4	419.0	400.4	377.9	407.1			
Alimento final (AF)	389.3	379.5	387.9	389.0	394.4	368.5	387.8	364.5			
Alimento ingerido (AI - AF)	6.6	25.6	21.6	16.4	24.6	31.9	10.1	42.6			
Alimento acumulativo	8.6	32.2	53.8	70.2	94.8	126.7	136.8	272.3			
Observaciones		Pf - Pi = 19.2									
			ΣAI = 156.6 - 33.1 = 123.5								
Ratón 6 B											
	Peso inicial 60.2 g										
Tiempo (días)	18-Nov	19-Nov	22-Nov	25-Nov	27-Nov	29-Nov	2-Dec	3-Dec			
Peso animal	42.5	38.4	45.5	48.8	51.9	57.8	59.6	65.3			
Incremento acumulativo		4.1	3	6.3	9.4	15.3	17.1	18.8			
Alimento inicial (AI)	398.0	413	405.3	400.0	410.9	407.1	381.2	404.0			
Alimento final (AF)	392.7	384	375.3	380.9	384.8	370.5	370.7	390.4			
Alimento ingerido (AI - AF)	5.3	29	30	19.1	26.1	36.6	10.5	13.6			
Alimento acumulativo	5.3	43.3	64.3	83.4	109.5	146.1	158.6	158.3			
Observaciones		Pf - Pi = 24.1									
			ΣAI = 176.7 - 32.2 = 144.5								
	Peso final 76.6 g										

DIETA DEL RESIDUO DE EXTRACCION DE Orbignya guacuyute										
INCREMENTO DE PESO EN g (AP)										
DIA	RATON (1)	RATON (4)	RATON (5)	RATON (6)	X	T	AP	T	DEM	AA
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	5.7	2.5	2.5	4.1	1.65	3.56	1	1.65	2.05	6.95
4	11.2	3	5.8	3	5.75	3.34	4	5.75	1.92	34.42
7	10.1	9.5	8.2	6.3	8.52	1.45	7	8.52	0.83	63.87
9	14	11.6	0.3	9.4	8.82	5.18	9	8.82	2.99	86.52
11	15.9	18.5	13.5	15.3	15.8	1.79	11	15.8	1.03	116.6
14	10.2	16.1	13.2	17.1	14.15	2.89	14	14.15	1.55	150.47
15	16.8	18.8	14	19.2	17.2	2.05	15	17.2	1.18	163.4
17	17.2	18.7	19.2	24.1	19.8	2.58	17	19.8	1.5	187.1
ALIMENTO ACUMULATIVO EN g (AA)										
DIA	RATON (1)	RATON (4)	RATON (5)	RATON (6)	X	DIA	AP	T	DEM	AA
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	8	7.9	6.8	5.3	6.95	1	1.65	3.56	2.05	6.95
4	41.5	29.7	32.2	34.3	34.42	4	5.75	3.34	1.92	34.42
7	89.1	51.3	53.8	64.3	63.87	7	8.52	1.45	0.83	63.87
9	125.6	66.9	70.2	83.4	86.52	9	8.82	5.18	2.99	86.52
11	159.6	102.5	94.8	109.5	116.6	11	15.8	1.79	1.03	116.6
14	193.4	135.7	126.7	146.1	150.47	14	14.15	2.69	1.55	150.47
15	215.5	144.7	136.8	156.6	163.4	15	17.2	2.05	1.18	163.4
17	256.8	158.3	156.6	176.7	187.1	17	19.8	2.6	1.5	187.1

10.- PROPUESTAS DE UTILIZACION DEL RESIDUO DE EXTRACCION DEL FRUTO DE LA PALMA COCO Orbignya guacuyule

1.- En vista de los resultados obtenidos consideramos que el residuo de extracción del fruto de la palma Orbignya guacuyule podría ser utilizado como *complemento alimenticio*, dado su alto contenido en fibra y proteína.

2.- Otra posible utilización del residuo de extracción es su uso como forraje para animales.

3.- Posiblemente la fibra que contiene este residuo de extracción pueda ser utilizada como fibra dietética, una vez que se hayan realizado la caracterización completa de dicha fibra.

4.- Es importante hacer notar que en el estudio del residuo de extracción se observó que los ratones alimentados con este, mostraron abundancia y sedosidad en el pelo, por lo que podría ser interesante realizar estudios mas profundos en este aspecto, para poder aprovecharlo en este sentido.