



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTILÁN

**“REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE LAS CARACTERÍSTICAS
NUTRITIVAS DEL COCO PARA LA ALIMENTACIÓN ANIMAL”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

PRESENTA:

SAC-NITE SELENIA RENDÓN MATUZ

ASESORA: DRA. MARÍA MAGDALENA GUERRERO CRUZ

COASESORA: MA. DE LOS ÁNGELES ORTÍZ RUBIO



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES**

ASUNTO: VOTO APROBATORIO

**DRA. SUEMI RODRÍGUEZ ROMO
DIRECTORA DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE**

**ATN: L.A. ARACELI HERRERA HERNÁNDEZ
Jefa del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán**

Con base en el Art. 28 del Reglamento de Exámenes Profesionales nos permitimos comunicar a usted que revisamos **LA TESIS:**

Revisión bibliográfica de las características nutritivas del coco para la alimentación animal

Que presenta la pasante: **Sac-nite Selenia Rendón Matuz**
Con número de cuenta: **09738748-6** para obtener el Título de: **Médica Veterinaria Zootecnista**

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el **EXAMEN PROFESIONAL** correspondiente, otorgamos nuestro **VOTO APROBATORIO**.

ATENTAMENTE
“POR MI RAZA HABLARA EL ESPÍRITU”
Cuautitlán Izcalli, Méx. a 21 de Septiembre de 2012.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

	NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE	Dra. Deneb Camacho Morfín	
VOCAL	Dra. María Magdalena Guerrero Cruz	
SECRETARIO	Dr. Joob Anastasio Zaragoza Esparza	
1er SUPLENTE	MVZ. Bricia Plata Anaya	
2do SUPLENTE	MVZ. Carlos Jovito Álvarez Alonso	

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 120).
HHA/pm

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México especialmente a la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán por abrirme las puertas y darme la oportunidad de formar parte de esta gran casa de estudios, así como darme el conocimiento que utilizare en mi vida profesional.

A mi Asesora, la Dra. María Magdalena Guerrero Cruz por su ayuda, conocimientos, consejos, amistad, paciencia, y todo el tiempo invertido. A mi Coasesora la Dra. Ma. De los Ángeles Ortiz Rubio por su enorme tiempo invertido, sus conocimientos, paciencia y apoyo brindado para la culminación de este proyecto con el que fueron parte importante para lograrlo.

A los profesores que integraron el jurado, que evaluaron y aprobaron este trabajo, por su tiempo y disponibilidad, además de las aportaciones que complementaron esta tesis, muchas gracias a: Dra. Deneb Camacho Morfín, Dra. María Magdalena Guerrero Cruz, Dr. Joob Anastasio Zaragoza Esparza, MVZ. Bricia Plata Anaya, MVZ Carlos Jovito Álvarez Alonso.

A mis amigos Alejandra, Roció, Sandra, Yadira, Naiby y Rodolfo por su amistad y Apoyo brindado y compartir conmigo innumerables experiencias a lo largo de estos últimos años de nuestra vida.

A mi familia porque siempre me apoyo para que yo culminara mis estudios

DEDICATORIAS

A mis padres

Por todo su amor y cariño, por todas sus enseñanzas brindadas, por que gracias a su esfuerzo me dieron la maravillosa oportunidad de estudiar, por la confianza y el apoyo brindado para que concluyera mis estudios.

A mis hermanos

Que siempre han estado a mi lado, con los cuales he contado siempre y me han enseñado que se puede lograr todo lo que se propongan. A ellos que siempre me dieron su confianza, apoyo, conocimientos y su amor.

A mis amigos

Los cuales a pesar de sus ocupaciones, se que siempre puedo contar con ellos

A mi esposo

Por todo su amor y todo el apoyo me da día a día.

A mi hija

Por ser el angelito que Dios me envió y mi impulso de todos los días.

A DIOS

Por el maravilloso regalo de la vida, y mi despertar de conciencia en ti, porque siempre estas a mi lado, y sin el cual no podría lograr nada.

ÍNDICE

	Página
Resumen	3
Introducción	4
Capítulo I. Producción de coco en México	
1.1 Descripción botánica del cocotero	7
1.1.1 Raíz	7
1.1.2 Tronco	7
1.1.3 Hojas	8
1.1.4 Flores	8
1.1.5 Fruto	9
1.2. Requerimientos agroecológicos del cocotero	10
1.2.1 Clima	10
1.2. 2 Suelo	11
1.2.3 Variedades del cocotero	11
1.3 Manejo agronómico del coco	13
1.3.1 Germinación	13
1.3.2 Fitosanidad	14
1.3.3 Cosecha	14
1.4 Composición del coco en estado natural	16
1.4.1 Agua de coco	17
1.5 Producción de coco en México	19
1.6 Usos de las diferentes partes del cocotero	21

Capítulo 2. Procesamiento industrial del coco

2.1 Copra	27
2.1.2 propiedades de la copra	30
2.2 Aceite de coco	32
2.3 Torta o pasta de coco	35
2.4 Harina de coco	37

Capítulo 3. Uso de los subproductos del coco en el ganado

3.1 Uso de los subproductos del coco en el cerdo	43
3.2 Uso de los subproductos del coco en rumiantes	48
3.3 Uso de los subproductos del coco en aves	54
3.4 Uso del en la alimentación del equino	56
3.5 Uso de la harina de coco en conejos	57
Discusión	58
Conclusiones	61
Glosario	63
Referencias bibliográficas	64

RESUMEN

Con objeto de analizar el uso que se le ha dado al coco, fruto de la palmera conocida como cocotero, en la alimentación de los animales de granja y conocer las características nutritivas que contiene y que pudieran ser benéficas para los animales, se recopiló información a través de diferentes medios como libros, revistas, bases de datos, reportes técnicos, tesis y artículos científicos.

El cocotero actualmente constituye uno de los cultivos más importantes en los trópicos, por lo cual se ha desarrollado una industria de diversa índole en torno a este producto. Los cultivos de oleaginosas, como el coco, son una vasta fuente de materia prima que puede obtenerse fácilmente para luego transformarse en productos necesarios para la vida moderna, y enfocado a los animales, se puede utilizar para alimentar al ganado con algunas consideraciones para cada especie, observándose mejores resultados en rumiantes, habiendo controversia de su uso en cerdos y aves y mostrando falta de información en de su uso en equinos.

El trabajo se divide en tres capítulos, en el primer capítulo se describe la producción de este fruto en México, se muestran los requerimientos de clima y suelo que requiere la palmera para su desarrollo y sus características botánicas. También se mencionan, las propiedades nutritivas del fruto en su estado natural como lo es su contenido de proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales, así como el manejo de su cosecha y las variedades de coco que encontramos en México. La palmera es caracterizada por su múltiple utilidad para el ser humano, pudiéndose enumerar cientos de usos derivados de sus partes, gran rusticidad y resistencia a condiciones ecológicas, vida útil prolongada y el aprovechamiento integral del fruto que además de ser utilizado en la alimentación humana, se ha podido emplear en los animales domésticos.

En el segundo capítulo se elabora una reseña de los subproductos más importantes que se obtienen del coco, como la copra, el aceite, la torta y harina de coco que se obtienen como resultado de la extracción del aceite, que además de ser usados en la industria, se han utilizado en la alimentación de los animales domésticos, haciéndose mención de sus propiedades químicas.

En el capítulo tres se lleva a cabo una reseña del uso que se le ha dado a estos subproductos por especie, así como de algunos resultados que se han obtenido al incluirlos en aves, cerdos, rumiantes, y equinos, mostrando así su potencial o las consideraciones de uso en este rubro, como lo es el elevado contenido de arginina. Por último se encuentran las conclusiones de la investigación.

INTRODUCCIÓN

El cocotero, *Cocos nucifera* está ampliamente difundido por las islas y las zonas costeras de todo el mundo, y sus frutos son el principal alimento para los habitantes, que lo cultivan desde hace 3000 o 4000 años (Del Cañizo, 1991).

De acuerdo con la teoría más aceptada, el cocotero es originario del sudeste asiático. A México llago a través de dos rutas: la del océano atlántico favorecida por el tráfico de esclavos, entre África y América, durante la primera mitad del siglo XVI; y la ruta del océano pacífico, propiciada por la Nao de China, ruta comercial que se mantuvo activa por más de 200 años entre Acapulco y Filipinas, durante la segunda mitad del mismo siglo I (Musalen, 2001).

La industria del coco en México tiene un fuerte impacto en el empleo y la economía regional en los estados de Guerrero, Colima, Tabasco y Oaxaca principalmente, entre otros, en la que México contribuye con aproximadamente el 7% de la producción mundial de copra. El cocotero, del cual procede este fruto es la palmera más cultivada e importante a nivel mundial. A partir de esta planta se obtiene una gran diversidad de productos, siendo una fuente de alimento, bebida, abrigo, entre otros (Musalen, 2001).

El cultivo del cocotero en nuestro país tiene más de cien años. Sin embargo, no fue hasta la década de los 40, cuando a partir de las diversas políticas nacionales y de la reducción de la oferta mundial, que este cultivo comenzó su desarrollo en nuestro país. Esta palmera ha sido una gran fuente de riqueza para muchas regiones, ya que todas sus partes, desde la raíz hasta las hojas tienen aplicaciones, lo cual le ha valido el nombre de “rey de los vegetales” (Musalen, 2001).

La palmera de coco ha sido descrita como “uno de los regalos más grandes de la naturaleza para el hombre” y ya que se dice “que la palmera de coco exhibe una amplia gama de productos de los cuales depende el hombre”. Su gran multiplicidad de usos fueron encontrados en islas tropicales en el pacífico, donde proporcionó a los habitantes alimento, agua, aceite, medicina, fibra, paja, combustible y utensilios domésticos (Purseglove, 1992).

Existen más de 100 productos que se elaboran a partir de la palma de coco, los cuales varían desde los simples utensilios de uso local, hasta los productos de alto valor agregado. Los productos comerciales más importantes son la fibra del fruto, el carbón de la concha, la copra, el aceite de coco, el coco deshidratado y la leche de coco (Granados, 2002).

El destino principal de la producción de coco, es la generación de copra siendo este el principal producto exportado desde las distintas zonas de cultivo, seguida del coco

desechado. De la copra se obtiene aceite, que es la materia prima básica para la industria jabonera principalmente, entre otras aplicaciones (Musalen, 2001).

La disponibilidad de la copra a nivel regional, representa un recurso potencial, que por sus características nutricionales (65-70% de grasa), pudiera ser aprovechado en la alimentación del ganado (Cervantes *et al.* 1994).

Los subproductos de la industrialización del aceite de coco como la torta o harina de coco son importantes como alimentos para el ganado. Aunque el contenido en proteína de estos productos es bajo comparado con otros suplementos comúnmente usados como “suplementos de proteína”, estos son fuentes económicamente importantes de proteína en áreas de los trópicos como suplementos alimenticios, sin embargo representa un serio factor en la producción del ganado (Creswell, 1971).

En algunos lugares las hojas se emplean como forraje para el ganado vacuno en épocas de escasez de alimentos, pero se recomienda que no se corte más del 20% de las hojas a cada palma de coco, aproximadamente entre 5 y 6 hojas por planta al año, de lo contrario se reduce la producción de frutos, por otro lado si no se quiere perjudicar el desarrollo del cocotero, debe impedirse el pastoreo en las plantaciones de cocoteros hasta que las palmeras sean lo suficientemente altas para que los animales no alcancen las hojas (Pond, 2005).

El cocotero sobresale entre las palmas de importancia económica. Además de ser un cultivo destacado en este aspecto en los mercados mundiales, constituye una fuente de alimento, bebida e innumerables productos para millones de gentes (Ochse, 1982).

Palabras clave: alimentación, copra, ganado, pasta o torta de coco, harina de coco,

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL.

Desarrollar una revisión de la literatura sobre el uso que se le ha dado al coco en la alimentación de los animales de granja, que ofrezca un panorama de su utilización en el área de la alimentación animal.

OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Analizar las propiedades nutritivas del coco
- Conocer el uso que se le ha dado a los subproductos que se obtienen de este fruto en la alimentación animal.
- Conocer las ventajas y desventajas de su inclusión en las dietas de animales domésticos

METODOLOGIA

Como paso previo a la búsqueda bibliográfica se establecieron los puntos a investigar y se procedió a revisar las obras relacionadas con el tema en libros, bases de datos, artículos científicos de revistas, reportes técnicos, tesis, dicha información se seleccionó y recopiló de a través de materiales bibliográficos, como lo son las fichas bibliográficas y de trabajo. Con las cuales se llevo a cabo la recolección sintetizada de la información, lo que facilito el estudio y obtención de los datos, posteriormente dicha información se sistematizó, se analizó y se ordenó por capítulo y subtemas.

CAPÍTULO UNO

PRODUCCIÓN DE COCO EN MÉXICO

1.1 Descripción botánica del coco

Nombre científico: *Cocos nucífera L.*

Nombre común: palma real, palma de coco, palo de coco, palmero o coco, palmito.

CLASIFICACIÓN BOTÁNICA

El coco (*Cocos nucífera L.*), es una monocotiledónea perteneciente al orden palmae, es la única especie del género *Cocos*, dentro de la tribu cocoidae. El cocotero pertenece a la familia de las palmáceas. Es una planta polimórfica no ramificada, sin brazos, de 5-30 metros de altura. El tallo es columnar, recto o ligeramente curvado, y ligeramente más grueso en la base. Las hojas están distribuidas en formas de espiral y agrupadas densamente en el ápice del tronco (Purseglove, 1992).

En términos estrictamente botánicos, no es un árbol. No tiene corteza, no tiene ramas y no tiene cambium. Dentro de este género, pueden reconocerse dos grupos principales, las palmas altas y las palmas enanas (Ohler, 1999)

1.1.1 Raíz. El cocotero, no posee raíz principal; su sistema radical está compuesto de 2000 a 8000 raíces principales. El sistema radicular del cocotero le sirve para fijarlo al suelo, absorber agua y sales minerales, el sistema radicular es completamente fibroso y nunca deja de crecer, llegando a tener las raíces primarias hasta un centímetro de diámetro, lo que le confiere al cocotero su gran resistencia a los fuertes vientos (Granados, 2002).

1.1.2 Tronco.

Existe un único tallo o tronco que soporta al penacho y los racimos de frutos. Está formado por un cilindro central rodeado por una corteza de 1 cm de grosor. Se desarrolla a partir de una yema terminal llamada "cogollo" o "palmito" a partir del cual se da el crecimiento vegetativo de la palma. En condiciones favorables, la base o nacimiento del tallo de un cocotero joven se desarrolla por completo en tres o cuatro años, el crecimiento del tallo es muy veloz en edad temprana, pudiendo ser de 1.5 metros por año, la tasa de crecimiento disminuye con la edad, de modo que en las palmas de 40 años o más el crecimiento anual es de solo 15 cm (Domínguez *et al.* 1999).

1.1.3 Hoja.

Es una de las estructuras más importantes del cocotero puesto que en ella se lleva a cabo el proceso fotosintético. Las hojas están compuestas por peciolo, raquis y foliolos. El peciolo es la parte más gruesa de la hoja, que va desde el sitio donde se inserta en el tallo hasta el punto donde inician los foliolos (que son las estructuras fotosintéticas propiamente dichas), la continuación del peciolo, que constituye el eje donde se insertan los foliolos, es el raquis. En la figura 1 se muestran las partes de la hoja. Por lo general una palmera adulta produce de 12 a 16 hojas al año, cada una produciendo una inflorescencia. Las hojas del cocotero se agrupan en un penacho en la punta terminal del tronco. Su número puede ser de 25 a 30. Una hoja madura tiene de tres a cuatro metros de largo y de 200 a 250 foliolos (Domínguez, *et al.*1999).

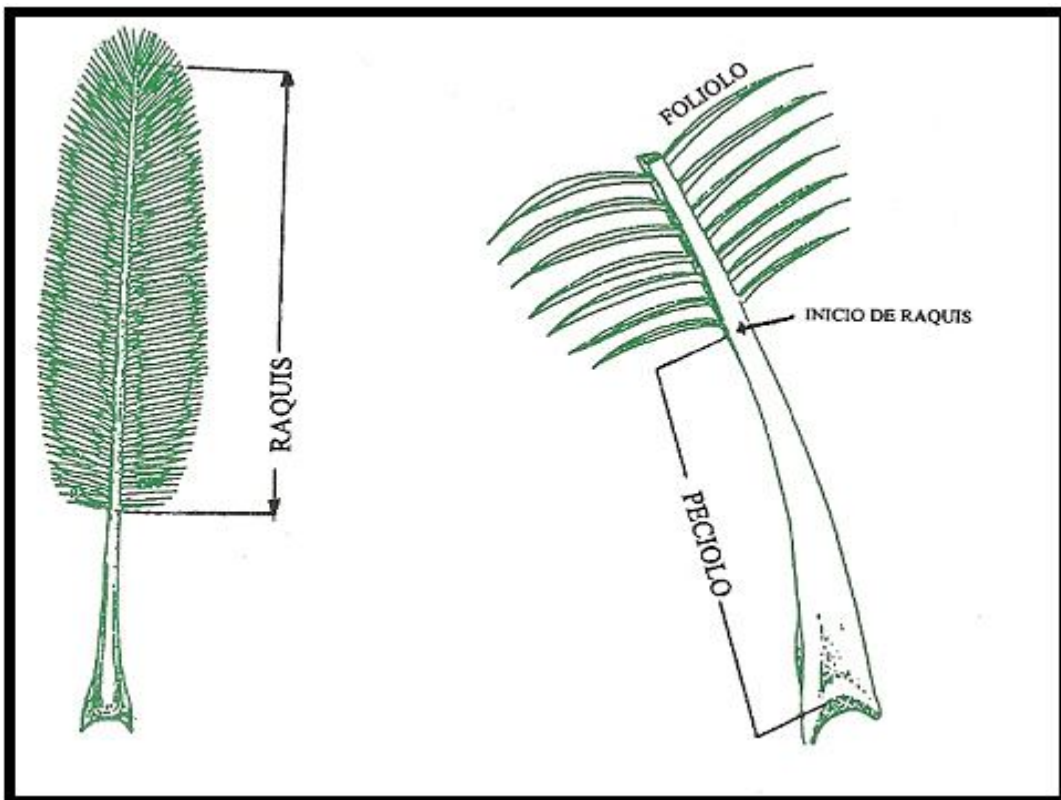


Figura 1. Partes de la hoja del coco. Fuente: Domínguez *et al.* 1999

1.1.4 Flores.

La palma de coco es monoica, lo que significa que produce flores masculinas y femeninas en el mismo individuo, agrupadas en una estructura ramificada llamada inflorescencia. Una inflorescencia se forma en la axila de cada hoja. En las inflorescencias de los cocoteros

altos, las flores masculinas expulsan el polen antes de que los pistilos de las flores femeninas estén receptivos, lo cual contribuye a la polinización cruzada. El viento y los insectos voladores, principalmente las abejas, son los agentes que transportan el polen de uno a otro individuo, haciendo posible la polinización (Domínguez *et al.* 1999).

1.1.5 Fruto.

Después de la polinización y la fecundación, la flor femenina se desarrolla hasta convertirse en el fruto del cocotero. Desde la fecundación hasta la formación de un fruto maduro transcurre un periodo aproximado de 12 meses, en algunas variedades puede ser un poco más lento o un poco más rápido (Domínguez *et al.* 1999).

El fruto del cocotero no es una fruta real, sino una drupa fibrosa, el fruto tiene una superficie suave, el color puede ser verde, amarillo o pardo rojizo (Domínguez *et al.* 1999).

Está constituido por un exocarpio también llamado carozo (que corresponde a la epidermis o pericarpio del fruto), cubierto por fibras de 20 a 30 cm de longitud con forma ovoide, pudiendo llegar a pesar hasta 2.5 kg (que conforma el 35% del peso del fruto). Está formado por una cascara externa amarillenta, fibrosa de 4-5 cm de espesor con forma de pelos fuertemente adheridos (Domínguez *et al.* 1999).

Una capa intermedia fina, que corresponde al mesocarpio fibroso de 4 a 5 cm de espesor y otra más dura, que corresponde al endocarpio (siendo aproximadamente el 12% del peso del fruto), y dispone de tres orificios próximos en disposición triangular, situados en el ápice, dos cerrados y otro al frente del embrión, este es vulnerable a una pequeña presión y por donde puede derramarse el agua antes de romper la cáscara del fruto y donde se encuentra la semilla (Domínguez *et al.* 1999). En la figura 2 se presentan las partes que conforman el fruto.

La semilla está formada por tres partes: un tegumento seminal adherido fuertemente a la cáscara, el albumen o endospermo sólido que mide de 1 a 2 cm de espesor y el agua de coco o endospermo líquido, y el embrión que está alojado en el albumen (Domínguez *et al.* 1999).

El agua del coco corresponde al 25% del peso del fruto y la pulpa constituye el 28%. En el tercer mes se forma el agua de coco y su volumen alcanza un máximo en el octavo mes, declinando después a medida que la fruta madura (Ohler, 1999).

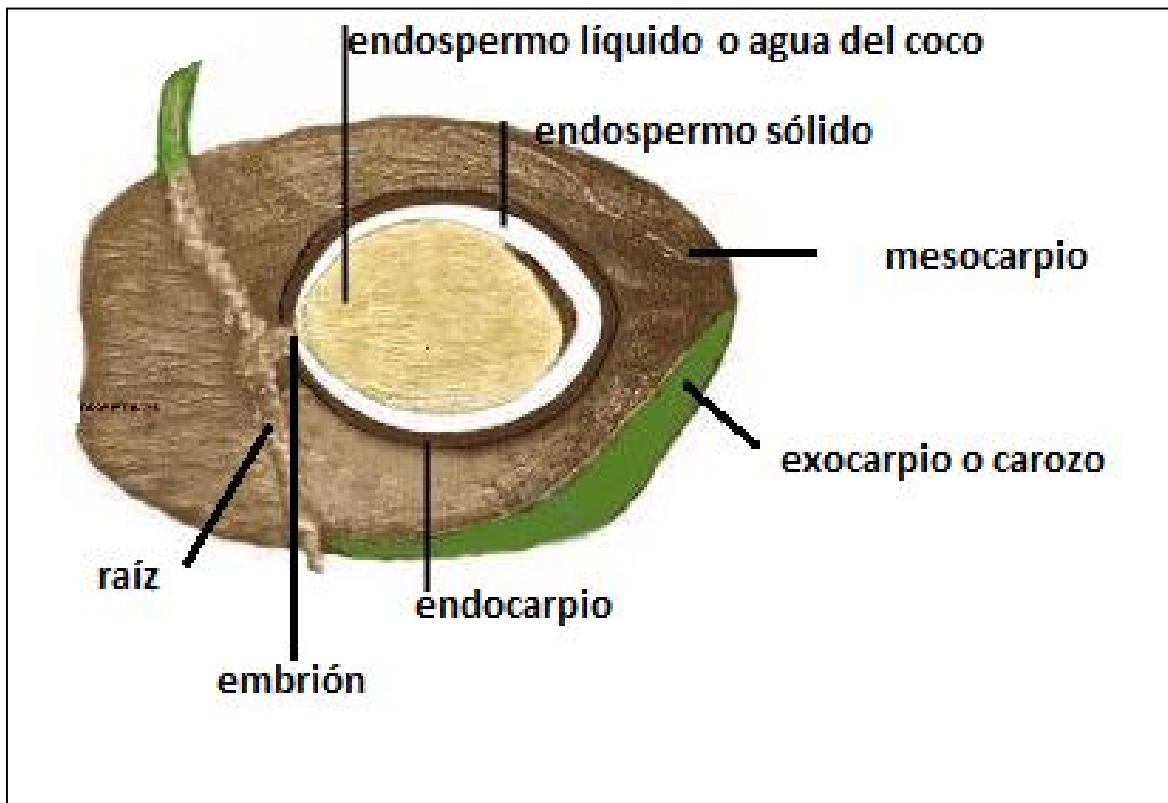


Figura 2. Esquema con las diferentes partes que conforman el coco

1.2 Requerimientos agroecológicos del cocotero

1.2.1 Clima

Temperatura. El cocotero es una planta propia de las costas, prefiriendo por tanto el nivel del mar, y una temperatura media de 26 a 27° C. por lo tanto requiere un clima cálido sin grandes variaciones de temperatura. Los climas cálidos y húmedos son los más favorables para el cultivo de la palma de coco (Del Cañizo, 1991).

Precipitación. Mientras más uniforme sea la distribución de la lluvia durante todo el año, será más favorable, generalmente se requiere un mínimo de 1500 mm, aun cuando una cantidad menor puede ser suficiente si la capa freática está localizada favorablemente para la absorción de agua por las raíces durante los períodos de sequía, ya que una precipitación con menos de 50 mm en un período de tres meses son perjudiciales para el cultivo (Ochse, 1982).

Intensidad luminosa. Se trata de una planta heliófita, por lo que una insolación de 2000 horas anuales con un mínimo de 120 horas mensuales se consideran ideales para su cultivo (Granados, 2002)

Viento. El viento es importante como agente polinizador en las variedades altas. Los vientos suaves o moderados favorecen el cultivo, sin embargo los vientos fuertes en periodos de sequía aumentan las condiciones de sequedad del suelo y la transpiración de la planta, generando un déficit hídrico perjudicial (Granados, 2002).

1.2.2 Suelo

Requerimientos del suelo. El punto más importante en el cultivo del coco, es utilizar el mejor suelo posible, bajo las condiciones climáticas más favorables. El lugar natural es cerca de las costas, en suelos arenosos, precisamente arriba del nivel del mar más alto de inundación o a lo largo de los estuarios. Las palmas pueden tolerar agua con una alta concentración de sales. Su cultivo también es práctico en suelos fértiles alejados de la costa no muy profunda y considerar que las palmas requieren aireación (Ochse, 1982).

Siendo ideal un suelo profundo, suelto, rico en materia orgánica y sales minerales propias de las playas. El cocotero crece con mucha rapidez llegando a una altura de 20 a 30 metros y fructificando después del quinto año de haber sido sembrado. Sus raíces son fibrosas aunque profundas, es una planta costera que exige que el suelo este bien drenado (Granados, 2002).

Por su capacidad para crecer en suelos arenosos sujetos a inundación, ha desarrollado importantes mecanismos de adaptación, tal es el caso de su extenso sistema de raíces que le proporciona un excelente sistema de anclaje eficiente para soportar fuertes vientos y su resistencia fisiológica que le permite tolerar la salinidad del suelo, condiciones alcalinas e incluso una que otra helada (Granados, 2002).

1.2.3 Variedades del cocotero

Se reconocen dos variedades de cocotero dentro de la especie *Cocos nucifera*. Estas son los cocoterios Gigantes en que se encuentran las palmas altas conocida como variedad típica, y son ampliamente cultivadas para su uso comercial y domestico, alcanzan una altura de 20 a 30 metros. Maduran lentamente y florecen de los 6 a 7 años después de haber sido plantadas. Presentan una larga vida siendo de 60 a 70 años, normalmente son de polinización cruzada por lo que se les conoce como heterocigóticas (Granados 2002)

Y los cocoterios enanos, tienen una altura de 8 a 10 metros a los 20 años de edad. Comienza a producir alrededor del tercer año, con una altura menor a un metro. Tiene una corta vida productiva (de 30 a 40 años) y como se autofecundan se consideran homocigóticas.

Variedades altas

Se ha planteado que tanto la selección natural, como la efectuada por el hombre originó dos tipos de cocoteros altos: el cocotero alto del pacífico, que surgió de la selección de frutos con alto contenido de agua. La selección para alto contenido de endospermo líquido, condujo a la selección de alto contenido de endospermo sólido, aumentando el tamaño del fruto. Requiere menos de 75 días para alcanzar un 25 por ciento de germinación y entre 90 y 100 días para alcanzar el 75 por ciento de la misma (Domínguez *et al.* 1999).

Y el cocotero alto del Atlántico, por su distribución geográfica corresponde a un tipo de cocotero que se dispersó en forma natural con gran capacidad de floración dada por un alto contenido de mesocarpio, con una reducción de cavidad interna de la nuez que lo hizo poco denso. El alto contenido de mesocarpio y la poca cantidad de endospermo líquido, retrasan la germinación lo que está relacionado con lo tardío para entrar a producción. Su contenido de endospermo sólido fluctúa entre 300 y 400 gramos por nuez, equivalente a 150 y 200 gramos de copra, por lo que su capacidad de copra es mediana ya que se necesitan 6000 o más nueces para obtener una tonelada de copra, se ha observado que esta población es altamente susceptible al amarillamiento letal (Musalem 2001).

Variedades enanas

Los cocoteros enanos se seleccionaron y diseminaron por el hombre cuyo posible centro de origen es Malasia y las costas de India, de donde deriva el nombre de cocoteros Enanos Malayos o Enanos de la India con una autopolinización del 100 por ciento, que ocasiona un alto grado de endogamia. Dos de las características resultantes de esta homocigosis, son el reducido vigor y los colores amarillo o rojo considerados como perjudiciales. Además son más susceptibles a sequías, inundaciones y al ataque de plagas y enfermedades, sin embargo la endogamia ha favorecido el aumento de la resistencia de esta variedad al amarillamiento letal (Musalem 2001).

La variedad intermedia está dada por la cruce de un cocotero Enano por uno Alto siendo muy resistente al amarillamiento letal, teniendo alto número de nueces por racimo, con un inicio de producción a los cuatro años y medio, con alto contenido de copra por nuez y es adaptable a condiciones adversas como la sequía y el exceso de humedad (Musalem 2001).

En las plantaciones de palma de coco prosperan en forma abundante las malezas, las cuales compiten por humedad y nutrientes además de intervenir con las operaciones de cosecha y de riego, haciéndolas lentas y costosas, por lo que esta maleza deberá retirarse de 3 a 6 veces por año (Domínguez *et al.* 1999).

1.3 Manejo agronómico del coco.

La propagación del cocotero se realiza únicamente por semilla, de las palmas seleccionadas se colectan cocos grandes y bien maduros. El establecimiento de los semilleros debe ser en un lugar de fácil acceso, cercano a una fuente de agua y del lugar donde se plantarán definitivamente; el suelo del semillero debe ser de textura franco, para facilitar el desarrollo de las raíces y tenga buen drenaje con objeto de que no almacene humedad en exceso y así evitar la presencia de enfermedades (Ochse, 1982).

Las semillas se enterrarán hasta la mitad o dos terceras partes de su tamaño situándolas horizontalmente; el semillero se debe cubrir de tal forma que se permita un 50% de luz durante los primeros meses. La germinación inicia de 1-2 meses después de la siembra, las nueces que no germinen al cuarto mes se deben descartar. El cuidado principal del almácigo consiste en mantenerlo húmedo y libre de malezas. Cuando las palmas jóvenes tienen unos 6 meses de edad, pueden trasplantarse directamente al campo o llevarse a un vivero en donde se les puede dejar crecer durante 3 o 4 años antes de trasplantarse. Algunas veces se siembran los cocos en el lugar definitivo, pero esto no es recomendable para siembras en gran escala (Ochse, 1982).

1.3.1 Germinación

Cuando el fruto del cocotero alcanza su madurez fisiológica, el embrión comienza a desarrollarse, en este momento se inicia la germinación mediante la digestión de los tejidos del endospermo que lo rodean formando una cavidad en la que se aloja. La germinación inicia con el alargamiento del cotiledón que penetra por el micrópilo y más tarde se desarrolla la plúmula (tallo) y la radícula (raíz). El periodo desde el inicio de la germinación hasta la emergencia de la plántula es de 60 a 120 días. Durante la germinación la parte media del embrión se alarga, llevando fuera del fruto a la plántula, mientras que en el interior se desarrolla una masa bulbosa llamada “manzana”, el cual digiere progresivamente el albumen de la nuez y nutre a la planta joven. La manzana engruesa rápidamente ocupando en menos de cinco semanas la cavidad interna de la semilla anteriormente ocupada por agua. Diez meses después, el albumen o endospermo está completamente digerido y la manzana ha invadido toda la cavidad de la semilla (Domínguez *et al.* 1999).

Entre los factores que limitan la producción agrícola y la calidad de las cosechas están las enfermedades y las plagas, las cuales pueden atacar a los cultivos desde que las plantas inician su crecimiento, hasta la cosecha y aún en el almacenamiento. Los plaguicidas permiten controlar la proliferación de plagas y enfermedades, así como reducir ó evitar las

pérdidas en la producción y contribuir al control de los vectores de diversas enfermedades. Además de la importancia económica de los plaguicidas, es necesario destacar que su aplicación indiscriminada y sin control puede ocasionar daños al ambiente; por ejemplo, el deterioro de la flora y la fauna silvestres, la contaminación del suelo, de los mantos freáticos y aguas continentales y costeras, así como la generación de plagas resistentes a los plaguicidas (Domínguez *et al.* 1999).

1.3.2 Fitosanidad

Dentro de este aspecto destaca el daño causado por el acaro *Eriophyes guerreronis* y el del Mayate o Picudo *Rynchophonus palmanum*. A estos daños existe el riesgo de agregarse el ataque de una peligrosa enfermedad: el Amarillamiento Letal del cocotero (Granados, 2002).

El amarillamiento letal es una enfermedad devastadora que ataca las plantaciones de palma de coco. Su poder destructivo se debe no solo a su virulencia, sino a que no puede ser controlado químicamente. La dispersión se puede dar partir de una o dos plantas infectadas, extendiéndose local y aleatoriamente a palmas contiguas o por la dispersión favorecida por vientos fuertes como los huracanes, abarcando decenas de kilómetros (Granados 2002).

La enfermedad se produce por un micoplasmoide y es transmitida por el insecto chupador denominado *Myndus crudus*. Entre la adquisición del patógeno y la aparición de los primeros síntomas transcurren de 7 a 15 meses, y entre el primer síntoma y la muerte de la palma de tres a seis meses (Granados 2002).

1.3.3 Cosecha

La cosecha es la actividad final del proceso de producción del cultivo de cocotero. Los intervalos de cosecha dependerán del destino que se les dé a los cocos: para consumo en fresco o para producción de copra. La cosecha del coco se efectúa durante todo el año cada tres o cuatro meses y varía según el tipo de producción pero va generalmente de enero a julio. Si se comercializa como fruta fresca o se destina a la industria con fines de envasar agua, la cosecha se efectúa cuando el coco tiene entre 6 y 8 meses en forma natural subiendo a la palma y bajándolo con sogas para que no se rompan. En esta época el contenido de azúcar y agua es el máximo y el sabor es más intenso (Granados, 2002).

Si se destina a la producción de coco rallado, deshidratado o copra para la extracción de aceite, la cosecha se realiza cuando los cocos alcanzan la madurez, lo cual ocurre a los doce meses, se cosecha con gancho metálico de media luna y varas de otate o bambú, cuando no se cosechan manualmente, los cocos caen al suelo por si solos y si no se les

recolecta inician el proceso de germinación produciendo lo que se conoce como coco amanzanado (Granados, 2002).

El cocotero esta en todo su vigor y dará sus mejores cosechas de los 20 a los 60 años, siendo su vida de 100 años o más. La cosecha es escalonada a lo largo de todo el año y varía de acuerdo a una serie de factores, entre los cuales se puede citar: la utilización del fruto, la variedad, condiciones de clima y suelo de la zona y estado de plantación. Cuando se desee cosechar frutos completamente maduros, se espera que se desprendan de la planta (en variedades altas), para recolectar del suelo y ser transportados diario a las bodegas, este trabajo se debe realizar diario, para evitar la germinación (Granados, 2002).

1.4 Composición del coco en estado natural

Los valores nutricionales del coco varían de acuerdo a las diferentes etapas de desarrollo, un coco maduro se considera que es una buena fuente de hierro y potasio. El contenido nutrimental del coco en estado natural se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Composición Nutrimental del coco (en 100 g de porción comestible)

Agua.....44.80 g	Fibra.....9.0 g
Carbohidratos.....4.80 g	Grasa.....36.5 g
Proteína.....0.39 g	Minerales.....2.0 g
Vitaminas	Aminoácidos
Tocoferol.....730ng	Arginina..... 490 mg
Tiamina.....60ng	Isoleucina.....200 mg
Riboflavina..... 8ng	Histidina.....70 mg
Nicotinamida.....380ng	Leucina.....310 mg
Ácido pantoténico.....200ng	Lisina.....150 mg
Piridoxina.....60 ng	Metionina.....70 mg
Ácido fólico.....30 ng	Fenilalanina.....180 mg
Acido Ascórbico.....2 ng	Treonina.....130 mg
Minerales	Triptofano.....40 mg
Sodio.....35mg	Tirosina.....120 mg
Potasio.....380 mg	Valina.....220 mg
Magnesio.....39 mg	
Calcio.....20 mg	Composición de lípidos
Manganeso.....310 ng	Ácido laúrico.....16.2 g
Hierro.....2.250 ng	Ácido palmítico..... 3.100 mg
Cobre..... 300-7.000 ng	Ácido esteárico.....1.100 mg
Zinc.....500 ng	Ácido oleico.....2.100 mg
Fósforo.....95 mg	Ácido linoleico......680 mg
Cloro.....120 mg	
Yodo.....1 ng	
Selenio.....810 ng	

Fuente: Friedrich, 1999

1.4.1 Agua de coco

Es el líquido que se encuentra en el interior de la pulpa. El contenido del agua de coco depende de varios factores, entre los que se deben tener en cuenta la variedad del coco y el estado de madurez; cuanto menos maduro este el fruto más abundante será y también más rico en nutrientes (Satín, 2001).

Cuando el coco esta tierno, de cuatro a cinco meses de edad, su agua es un suero rehidratante natural con el mismo equilibrio electrolítico que la sangre, ya que esta esterilizado, siendo similar al que se produce químicamente para inyectarlo en las venas de los enfermos humanos. Es una bebida muy apreciada en los países tropicales donde se toma extrayéndola directamente del fruto. La calidad depende del cuidado que se ponga en la cosecha de los cocos, los racimos se deben bajar de la palma con una cuerda y no se deben cortar y dejar caer para evitar que se agriete la cáscara interna. El agua de coco debe ser translúcida e incolora con un pH de 5 a 5.4 y un nivel Brix de 5 a 6.5 (Satín, 2001).

El agua de coco sola no contiene colesterol y es 99% libre de grasa. El agua de coco, además de aminoácidos libres, contiene minerales de elevado interés biológico en virtud de que se encuentran en forma de sales solubles fácilmente asimilables por el organismo. El agua de cocos tiernos contiene minerales como calcio, potasio, cobre, hierro, fósforo y cloruros, entre los minerales que proporcionan más de la mitad de la concentración del agua de coco está el potasio. También contiene ácido ascórbico y su concentración alcanza entre 2.2 y 3.7 miligramos por mililitro. Este contenido de ácido ascórbico disminuye a medida que la médula alrededor del agua comienza a endurecer. Cuando el agua de coco entra en contacto con el aire comienza a fermentarse y pierde rápidamente casi todas sus propiedades organolépticas y nutritivas (Ovalles *et al.* 2002). El contenido nutricional del agua de coco se muestra en la tabla 2.

Los azúcares naturales en forma de fructosa y glucosa son un elemento importante en el agua de cocos jóvenes. La concentración de los azúcares naturales en el agua de coco aumenta consistentemente de 1.5 hasta cerca de 5.0 a 5.5% en los primeros meses de crecimiento. Este proceso empieza a decaer lentamente hasta 2% en la etapa de madurez del coco. Es en la etapa de madurez temprana que los azúcares están en forma de fructosa, glucosa y sucrosa. La sucrosa solo aparece en las últimas etapas y aumenta con la madurez del coco (Ovalles *et al.* 2002).

Tabla 2. Información nutricional de 100 ml. de agua de coco tierno.

Componente	Cantidad
Grasas (mg)	50
Carbohidratos (g)	5.5
Calorías	20
Minerales (mg)	
Sodio	25
Potasio	160
Magnesio	5
Calcio	20
Fósforo	11
Hierro	0.04
Cloruro	118
Vitaminas (mg)	
Riboflavina	0.01
Niacina	0.1
Ácido ascórbico	2.0
Aminoácidos (mg)	
Ácido glutámico	0.2
Ácido aspártico	0.2
Alanina	0.6
Treonina	0.8
Serina	1.2
Tirosina	1.4
Isoleucina	1.4
Leucina	2.25
Glicina	2.0
Fenilalanina	3.6
Histidina	4.0

Fuente: adaptado de Ovalles *et al.* 2002

Pérez *et al.* (2010), reportaron un estudio en el que realizaron pruebas de esterilidad al agua de coco, en las que comprobaron que un coco intacto con madurez intermedia o maduro contenía agua que era estéril y que podía ser utilizada para transfundirla a terneros. Mencionan que el valor medio del hematocrito de muestras de sangre de 3 terneros antes y 1 hora después de ser transfundidos con 50 ml de agua de coco fue idéntico, no observándose hemólisis en el plasma, demostrando que el agua de coco no produce la

ruptura de los eritrocitos al ser aplicada por vía intravenosa. Reportaron que por lo tanto, el agua de coco poseía características de esterilidad, isotonicidad y balance electrolítico necesarias para ser administrada por vía intravenosa, siendo eficaz como terapia rápida o de urgencia en casos de deshidratación, adicionalmente contribuye con electrolitos y glucosa, así mismo aporta al organismo animal aminoácidos incluyendo todos los aminoácidos esenciales y vitaminas, pudiéndose usar como reconstituyente en el organismo animal.

1.5 Producción de coco en México

En el ámbito mundial, México es el séptimo productor de coco y el primero a nivel continente americano. En México las regiones de clima tropical húmedo y subhúmedo se localizan en las costas del Pacífico y del Golfo de México abarcando una superficie de 313 mil kilómetros cuadrados, equivalente al 15% del territorio nacional. El cocotero es una palmera típicamente tropical que prospera en tierra bajas dentro de la zona de los trópicos, hasta los 20° de latitud con una temperatura media superior de 22 °C en México, las costas del Pacífico presentan una zona con condiciones más propicias para este cultivo (a excepción de Tapachula, Chiapas) que las del Golfo (Granados, 2002).

La producción del cocotero en México se ha desarrollado en las zonas tropicales y Subtropicales de la costa localizándose en 12 estados, los cuales pueden dividirse en dos zonas: la zona 1 que agrupa 5 estados en el Golfo: comprende los estados de Tabasco, Veracruz, Campeche, Yucatán y Quintana Roo; y la zona 2 que comprende 7 estados en el Pacífico: Guerrero, Colima, Oaxaca, Michoacán, Sinaloa, Jalisco y Chiapas (Granados, 2005).

En lo referente a la costa del Golfo de México y costa del Caribe, las plantaciones comerciales van desde el centro del estado de Veracruz hasta los límites de Quintana Roo con Belice, siendo Tabasco el productor más importante de esta región (Granados, 2005).

En el año 2004 se observó una tendencia casi estacionaria en la superficie sembrada con cocotero, como resultado de un menor dinamismo en la actividad cocotera, al pasar de 10.57 millones de hectáreas en el año 2000 a 10.70 millones de hectáreas en el 2004 (Granados, 2005).

En México se producen cerca de un millón de toneladas de coco que rinden alrededor de 166 000 toneladas de copra que procesadas dan aproximadamente 100 000 toneladas de aceite, el 10% de la producción se emplea como fruta y en la fabricación de dulces, mientras que el 90% se dedica a la copra de la que se extrae entre un 60 y un 70% de aceite, del cual

el 90% se destina a la fabricación de jabón y sólo el 10% para fines alimenticios. El cultivo es importante no sólo por el alto valor de la copra, estimado en más de 150 mil millones de pesos anuales, sino también por el atractivo turístico que ejerce como símbolo del trópico húmedo, por el sostén económico que representa para más de 70 000 trabajadores y por las numerosas actividades que se realizan en su industrialización, consumo fresco y fabricación de artesanías entre otros (Granados, 2005).

En la figura 2 se muestran las entidades federativas con mayor participación en la superficie cosechada para la producción de copra, en la que Guerrero contribuye con la mayor participación con el 65.75% de hectáreas, Colima con el 12.81% y Tabasco con el 9.66% del total de las áreas cultivadas en el año 2011, con un rendimiento nacional de 1.66 ton/ha.

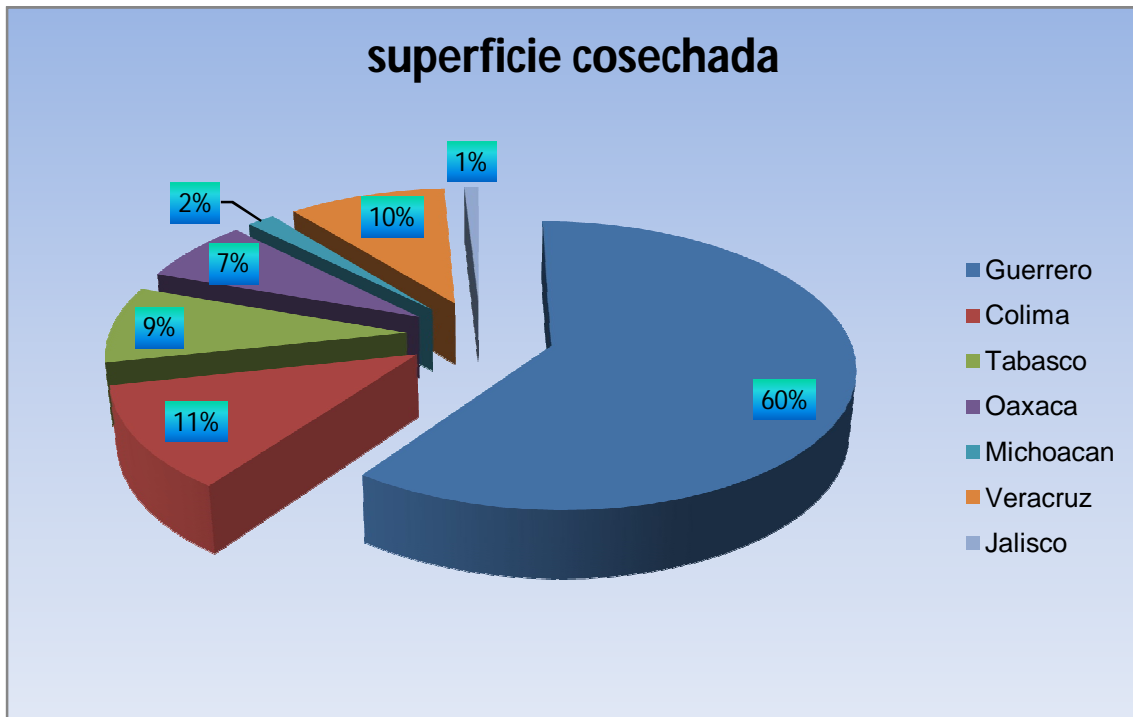


Figura 3. Superficie cosechada para la producción de copra nivel nacional
Fuente: Elaboración propia con base en datos obtenidos de SAGARPA, SIAP, 2011

En la República Mexicana se cuentan con dos tipos de variedades de acuerdo a su inflorescencia: las alogamas, también denominado grupo “de los grandes cocoteros” y hace referencia a aquella especie que no se autofecunda y una de las principales características es la producción de gran cantidad de copra, entre las que destacan las especies Alto del Atlántico, Alto del Caribe y Alto del Pacífico. El otro tipo corresponde a las autogamas, que son aquellas que se autofecundan, correspondiendo a las variedades enanas, entre las que destaca la denominada enano malayo, enano verde entre otros (Granados, 2002).

1.6. Usos de las diferentes partes del cocotero

El cocotero, se dice que es la planta a la que se le conocen más aplicaciones y es una de las más aprovechadas por el hombre. El coco tiene muchas posibilidades para ser utilizado a nivel industrial. De hecho se pueden obtener productos benéficos para el hombre desde las raíces hasta las hojas. Sin embargo el aprovechamiento principal que se da es en el fruto (agua, carne, cáscara y concha). Por medio de procesos industriales se pueden obtener diversos productos y subproductos, los cuales se pueden clasificar en tres grupos principales:

1. Productos con contenido importante de grasa saturada principalmente, utilizados en la alimentación humana.
2. Productos fibrosos, utilizados en la industria textil.
3. Productos diversos como carbón, madera, materiales para revestimientos, entre otros (Purseglove, 1992).

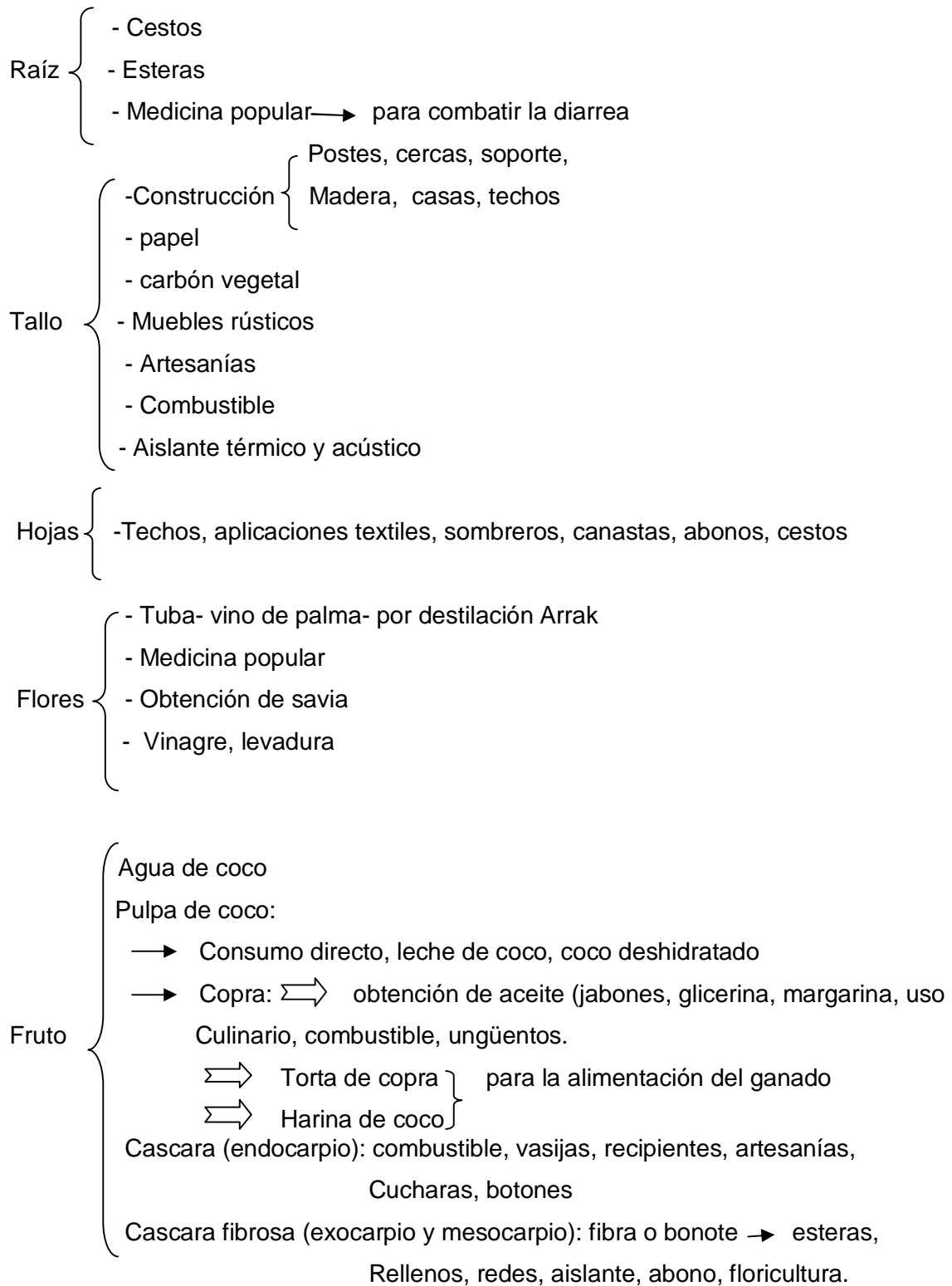
Los productos derivados del coco normalmente encontrados a nivel mundial son:

- Coco entero sin procesar
- Endospermo entero deshidratado, utilizado para la extracción de aceite y ralladura
- Aceite, extraído a partir de la copra.
- Torta de coco, conocido como los residuos de la extracción del aceite de la copra
- Fibra de coco.
- Carbón activado.
- Coco rallado.

Estos usos que se le dan a las diferentes partes del cocotero se muestran en la figura 3.

Algunos de estos son destinados para el consumo humano como aceite de coco, copra y coco deshidratado; y otros para el consumo animal como la torta y harina de coco.

Figura 3. Diagrama con las aplicaciones del cocotero.



RAIZ

La raíz produce un tinte de color rojo, sirve para hacer cestas, esteras, la raíz se emplea como astringente y en medicina popular para combatir la disentería y eliminar la fiebre

TALLO

El tallo puede ser utilizado como madera, pero la explotación de la madera en nuestro país es mínima. Este material tiene un alto contenido de humedad, pero mediante un proceso natural o técnico adecuado, puede secarse sin ningún problema. Presenta buenas propiedades de peso y resistencia. Los usos recomendados están en función de la calidad de la parte del tronco, podemos encontrar densidad alta en la parte externa, media en la parte de en medio y baja en el centro del tronco. La parte más densa sirve para los postes de tendido telefónico, cercas y como soporte estructural en la construcción de edificios y casas. La parte de densidad media permite labrado y torneado de figuras. Por su color y textura atractiva es ideal para el diseño de muebles rústicos así como para la elaboración de artesanías y objetos diversos, porque resulta fácil de atornillar, perforar y pegar. La de más baja densidad es la más blanda y limitada en su uso y su resistencia y durabilidad la hacen un material adecuado para usarlo en el revestimiento de paredes y pisos, o bien como aislante térmico y acústico. La corteza exterior es dura y se emplea en el montaje de muebles (Flores, 2001)

HOJAS

Las hojas de la palma de coco se emplean en la construcción de techos de casas rústicas o sombras, también se obtienen fibras que tienen aplicaciones textiles e incineradas dan gran cantidad de carbonato de potasio, eliminando los folíolos se obtienen varas para elaborar petates, escobas, sombreros, canastas (Flores, 2001).

FLORES

Las flores se emplean en medicina popular para combatir enfermedades del aparato respiratorio y el líquido que fluye al cortar las inflorescencias es la savia. El método para la extracción de la savia varía en las diferentes palmeras. En el caso del cocotero se obtiene de la inflorescencia cerrada, lo primero que se hace es doblar el péndulo de la inflorescencia hacia abajo para que la savia que escurra del corte caiga libremente, cuando se ha hecho la mitad de esta operación se corta el extremo de la espata con un cuchillo filoso. La savia fresca (no fermentada) es dulce debido a su contenido en azúcar y puede ser consumida como una bebida refrescante. Una de las aplicaciones de la savia es para la producción de bebidas alcohólicas, para la producción de azúcar, producción de vinagre, como levadura para hacer pan. Fermentado, constituye la bebida llamada "tuba" (Granados, 2002).

La producción de bebida alcohólica se obtiene por fermentación de la savia, cuando los azúcares se fermentan, obteniendo como producto principal alcohol por medio de levaduras. El fermento alcohólico tiene en el azúcar su principal sustrato, pero requiere de sales de potasio entre otros. La savia de inflorescencia es conducida por tuberías de bambú a un depósito central colocado en un lugar fresco, que cuando se destila, se obtiene un licor fuerte llamado arrak. La savia no fermentada, cuando se hierve moderadamente, ofrece un jarabe, melado o miel, del cual se obtiene azúcar (Granados, 2002).

FRUTO

Los frutos maduros del coco son utilizados para la extracción de aceite, que se utiliza como materia prima principalmente para la industria de jabones. Los subproductos resultantes: pericarpio, carozo, torta o expeler de pulpa, tienen diferentes destinos (Flores, 2001).

Las cáscaras y conchas de coco se pueden comercializar, sin separarse, a empresas separadoras de fibra, que como subproducto obtendrán de las conchas de coco, las fibras cortas y polvos que a su vez son empleados por empresas productoras de carbón activado (conchas) y sustratos como fibras cortas y polvo (Flores, 2001).

Con la corteza del fruto se rellenan cojines y se hacen colchonetas rústicas muy útiles para el campesino. La industria textil utiliza fibra de coco para elaborar hilos, redes de pesca, así como relleno para colchonetas y sillones. La concha se emplea para fabricar botones, cucharas, adornos (Granados, 2002; Flores, 2001).

La fibra de coco está compuesta principalmente por celulosa y lignina, lo que le provee la resistencia y rigidez a la fibra. Se encuentra en la categoría de las fibras fuertes igual que el henequén o agave. Posee baja conductividad al calor, resistencia al impacto, a las bacterias y al agua. Estas características hacen que sea un material versátil, que puede ser utilizado en colchones, alfombras, cepillos, entre otros. También se usa como fertilizante, ya que compensa la pérdida de elementos mayores, particularmente potasio y materia orgánica. También se utiliza como sustrato para la siembra, por su capacidad de retención de agua (Taffin, 1998).

La fibra de coco es resistente al agua de mar y se utiliza para los cables y aparejo en las naves, por ser resistentes al agua salada. Las fibras pueden ser empleadas en la fabricación de cepillos, pinceles, cuerdas, escobas y esteras, alfombrillas, mantas. Para la elaboración de artesanías, los cascos se pueden pulir y resultan utilitarias vasijas, cucharas, tazas. Las cáscaras y cascos son usados para formar adornos y figuras (Granados, 2002).

Leche de coco

Es el producto obtenido a partir de la pulpa fresca molida y prensada. La composición depende del método de obtención utilizada. Este producto se ha utilizado en la cocina y para hornear alimentos tradicionales, jugo de coco azucarado, concentrado deshidratado, licor de coco. A partir de la leche de coco, por separación del aceite por medio de centrifugación, se obtiene lo que se conoce como leche desgrasada y a este aceite se le llama aceite virgen (Flores, 2001; Ohler, 1999)

Agua de coco

La utilización depende del estado de madurez del fruto.

- se consume como bebida refrescante cuando el coco es tierno debido a que tiene mayor contenido de agua
- se ha utilizado como medio de cultivo de hongos y levaduras
- para obtener vinagre a partir de agua de coco enriquecida con sacarosa (Flores, 2001).

Combustible.

En México, las cáscaras y conchas de coco se emplean como combustible en los hornos de tabique. En Asia, las conchas de coco se emplean como combustible en la producción de copra, aunque su uso en calderas no goza de gran aceptación, debido al efecto corrosivo de los gases de combustión (Granados, 2002).

Obtención de carbón vegetal.

El carbón vegetal obtenido de las conchas del coco, se emplea principalmente en la fabricación del carbón activado. Un carbón vegetal de conchas de coco de buena calidad tiene un color negro uniforme y está libre de suciedad procedente de la cascara (Flores, 2001).

Carbón activado

La activación con vapor y la activación química son los procesos comúnmente usados para la fabricación del carbón activado.

Los carbones activados desempeñan un papel muy importante en los procesos de recuperación de solventes, en el tratamiento de aguas y efluentes y en el tratamiento de gases de chimeneas antes de descargar a la atmósfera. La activación puede realizarse con diversos gases, entre los que pueden citarse el óxido de carbono, el cloro y las mezclas de vapor de agua y aire. Después de retirado de los hornos, el material se enfría y se hace

pasar a través de una serie de cribas y tamices para obtener el carbón, del que se dispone en diversos tamaños para adaptarse a la mayoría de las aplicaciones (Flores, 2001).

El carbón activado, es un carbón amorfo, caracterizado por su gran capacidad de absorción de gases, vapores y sólidos. Es un producto universalmente aceptado como el mejor y más completo agente de retención y/o eliminación de compuestos químicos y orgánicos contenidos en el agua, como desechos industriales, productos vegetales en descomposición y algas, que son los principales causantes del mal olor, color y sabor del agua. Es usado en la fabricación y blanqueo de aceites vegetales y soluciones químicas, purificación de agua, recuperación de solventes y otros vapores, recuperación de oro, en filtros de mascararas de protección contra agentes tóxicos. Se usa como absorbente de muchas drogas, por vía oral se usa para eliminar drogas del tracto intestinal o por hemoperfusión para eliminar drogas de sangre, también se emplea en intoxicaciones por insecticidas, carbamatos y herbicidas (Flores, 2001).

El principal producto desde el punto de vista comercial, es la copra y el aceite que se obtiene de este, su alto contenido en ácido laúrico y mirístico lo hace altamente saponificable para la fabricación de jabón (Granados 2002)

Esa parte comestible una vez desecada, es la copra, de la cual se extrae el aceite de coco, el cual es empleado en la industria y la alimentación así como en la fabricación de jabones, margarinas, velas. El aceite de coco tiene un sabor suave y permite cocinar alimentos reteniendo su sabor natural. Es muy resistente al enranciamiento y tiene larga vida de anaquel. A su vez el aceite es usado en la preparación de productos de panadería como pan, pasteles. El aceite de coco se usa en combinación con otros aceites para la fabricación de margarina, debido a que tiene el más bajo nivel de ácidos grasos insaturados de todos los aceites vegetales comestibles, se usa como sustituto de muchas grasas lácteas en formulas de leche y queso, también se usa en la producción de helado, a partir de aceite vegetal, sustitutos de crema para postres con crema batida así como en confitería y repostería (Granados 2002)

CAPÍTULO DOS

PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DEL COCO

2.1 COPRA

Es el principal subproducto que se obtiene del coco, la copra, contiene aproximadamente 63% de aceite, el cual se utiliza para la alimentación humana y fabricación de jabones principalmente. Se designa con el nombre de copra a la almendra hueca de la nuez de coco, desprovista de las diversas envolturas, dividida y seca (Musalen, 2001).

Manejo del coco

La cosecha de los cocos para extraerles el albumen de la semilla y producir copra, debe realizarse a los 11 o 12 meses después de fecundadas las flores. La cosecha de los cocos para la producción de copra de buena calidad, consta de las siguientes actividades: tumba de coco de la palma, colecta y acarreo de cocos al partidero, partido de coco y extracción del albumen del fruto y secado de la copra verde. La tumba de los cocos de la palma se recomienda cada tres meses, con esta práctica la germinación de cocos es nula y la palma se mantiene en buen estado de sanidad y aumenta su rendimiento hasta en un 10 por ciento (Domínguez *et al.* 1999)

Partido y extracción del albumen.

Los cocos, se parten longitudinalmente con una hacha, cada mitad, se apoya en una base de madera en forma de cono que se clava en el suelo cerca del montón de cocos y con una cuchilla o espátula especial se extrae el albumen y se va depositando en costales de yute (Domínguez *et al.* 1999).

Secado.

El secado se puede realizar al sol, en patios con piso de concreto, o bien en secadoras de aire caliente. Durante el secado, el albumen, pierde entre el 40 y 45% de humedad. El porcentaje de humedad aceptable en la copra obtenida, es de 7 a 10%. El secado al sol es el más utilizado ya que los costos son mínimos. Se recomienda para plantaciones de cocotero que no exceden de 10 hectáreas. Consiste en extender la copra verde en los pisos de cemento y exponerla al sol durante tres días, para tener el albumen transformado en copra. La desventaja de este método de secado es que lo afectan los cambios de las condiciones ambientales, ello ocasiona que en temporada de lluvias se prolongue el secado hasta por 8 días; por lo anterior, cada secadero debe poseer un cobertizo móvil, construido de madera y lamina de zinc (Domínguez *et al.* 1999).

En promedio se requieren cinco cocos para producir un kilo de copra. Para la producción de copra es necesario reducir el contenido de humedad de la parte carnosa del fruto de un 50 a un 5%, para prevenir el deterioro microbiológico y permitir la concentración del aceite (Granados, 2002).

El método tradicional para obtener estos productos consiste en secar el endospermo al sol, y por calentamiento se queman las cáscaras de nuez. El procesamiento posterior implica limpiarla de cuerpos extraños, reducirla a pequeños pedazos y molerla finamente para después extraer el aceite con una prensa mecánica o con solvente o mediante ambos procedimientos en pasos sucesivos (Ly *et al.* 2005).

La extracción del aceite con solventes es el método más eficaz, ya que las tortas de coco prensadas mecánicamente todavía contienen del 4 al 6% o hasta el 10% de aceite, mientras que el residuo de aceite en harina, después de la extracción con solventes, pasa del 10 al 1% (Taffin, 1998).

La extracción del aceite a presión es el método más sencillo para extraer el aceite. La presión debe ser alta para obtener un rendimiento satisfactorio de aceite, mediante dispositivos mecánicos accionados por palancas, cuñas, tornillos o bien hidráulicamente. Dentro de las formas de extracción de aceite por medio de presión, se encuentra la que se hace con ayuda del expeller, que es una prensa continua (Taffin, 1998).

En este método la materia seca y reducida en trozos se pone en contacto con un solvente, lo cual solubiliza el aceite, separándolo de la llamada micela, de la que una vez separado el residuo extraído, se obtiene el aceite puro por evaporación del solvente. El solvente evaporado se condensa y se vuelve a utilizar (Jacquot, 1959).

Los sistemas generales de preparación o de extracción de las grasas contenidas en las plantas oleaginosas tiene lugar por dos sistemas fundamentales, bien por presión o por la extracción mediante disolventes (Jacquot, 1959).

Por lo tanto los sistemas de obtención de aceite, se pueden llevar a cabo de maneras diferentes:

Método con presión total

En este método de extracción de aceite, la presión máxima es aplicada al material entre dos tornillos.

Método del solvente con presión previa

En este método, el aceite es parcialmente extraído por extractores mecánicos de baja presión y luego es sometido a la extracción del solvente para quitar el aceite que queda

Método del solvente completo

En la extracción del solvente, el aceite en el material es colado con un solvente (donde el aceite se disuelve en el solvente) por lo tanto, la pulpa insoluble es retenida sin ser afectada. La extensión de la extracción depende del tipo de solvente, la temperatura del mismo, la proporción del solvente a la pulpa, el número del mismo, la proporción del solvente a la pulpa, el número de capas de extracción, la configuración de las partículas, la porosidad del material y la duración del contacto. El solvente más común usado es el hexano debido a su precio, y su disponibilidad principalmente (Flores, 2001).

La copra más uniforme y de mejor calidad es la que se obtiene al secar con aire caliente. La copra es bastante resistente a los hongos, la rancidez y la putrefacción, y se protege del ataque de roedores e insectos cuando se empaqueta por su contenido de lignina, por lo que puede almacenarse por muchos meses o embarcarse a otras regiones. Bajo condiciones de baja humedad y con ventilación, la copra bien seca, puede almacenarse hasta un año, cuando el secado no es adecuado y se obtiene copra de 8 a 12 % de humedad no tolera almacenamiento (Pond, 2005). La tabla 3 muestra la composición del albumen de coco antes y después del secado.

Tabla 3. Composición de la copra

Componente	Antes del secado	Después del secado
Humedad	48.0	6.8 a 7.0
Grasa	35.5	63.7
Proteínas	4.3	7.6
Carbohidratos	9.0	16.1
Fibra	2.1	3.1
Cenizas	1.1	2.0

Fuente: Domínguez *et al.* 1999.

2.1.2 Propiedades de la copra

Su contenido en humedad se encuentra alrededor del 6% y se clasifica en dos tipos, comestible y para molido. La primera corresponde a una calidad superior y es utilizada para diversas preparaciones comestibles, así como, para el consumo directo. La segunda es utilizada para la extracción de aceite. La copra contiene aproximadamente 63% de aceite, 31% de materia seca y 6% de agua.

El endospermo sin desgrasar, es considerablemente rico en grasa, más del 50% en base seca constituido por extracto etéreo del producto. El alto contenido de aceite de la copra, hace atractivo a este producto para ser utilizado en la alimentación debido a su alto contenido energético (Camacho *et al.* 2006). La composición química de la copra tierna y madura se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Contenido nutricional de la copra tierna y madura para 100 gramos de producto (base húmeda)

Composición	Tierna	Madura
Agua (g)	80.60	51.90
Lípidos (g)	5.50	26.10
Carbohidratos(g)	11.00	15.10
Cenizas(g)	0.60	0.90
Fibra(g)	0.90	2.10
Calcio(mg)	10.32	32.00
Fósforo (mg)	54.00	96.00
Hierro(mg)	0.70	1.50
Tiamina(mg)	0.70	0.04
Rivoflavina(mg)	0.04	0.03
Niacina(mg)	0.90	0.40
Vitamina C(mg)	4.00	3.00
Energía(Kcal)	96.00	293.0

Fuente: Camacho *et al.* 2006

VENTAJAS DE UTILIZAR COPRA EN EL GANADO:

- La copra se cosecha cada 3 meses por lo que existe disponibilidad todo el año.
- La disponibilidad de la copra a nivel regional, representa un recurso potencial que, por sus características nutricionales (65-70% de grasa), pudiera ser aprovechado en la alimentación del ganado (Cervantes, 1994).
- Su contenido de energía es de 2.5 veces mayor comparado con el maíz, debido a su alto contenido de ácidos grasos saturado.

- Por las características de sus ácidos grasos y aceites, influye en la producción de colesterol.
- Es alto en potasio
- El contenido en aceite lo convierte en una fuente de energía valioso, especialmente en zonas donde esas fuentes son escasas (Daghir, 2008).
- Su alto contenido de ácidos grasos saturados de cadena corta no provocan problemas en la fermentación ruminal, ya que la hidrólisis de triglicéridos es más lenta en ácidos grasos saturados (Palmquist, 1991).

CONSIDERACIONES SOBRE SU USO

- No se han definido cantidades idóneas para las diferentes etapas fisiológicas del animal
- No se sabe en qué etapa productiva del animal tiene mayor efecto.
- No se ha evaluado la digestibilidad de la grasa. (Camacho *et al.* 2006).
- Algunos subproductos con alto contenido de grasa como la copra, requieren de un manejo adecuado en el almacén (uso de antioxidantes) o de su uso por cortos periodos de almacenamiento, sobre todo en ambientes cálidos.
- La copra se destina principalmente a la obtención de aceite, por lo que su uso para alimentar al ganado resulta muy costoso.
- Durante el proceso de secado al sol, los cocos partidos son susceptibles al moho y la contaminación posterior por aflatoxinas, esto ocurre cuando el proceso de secado es muy corto o cuando el clima es muy húmedo (FAO,2013)

2.2 ACEITE DE COCO

El aceite de coco puede ser extraído directamente del endospermo o de la copra. Si es extraído del endospermo, no tiene prácticamente color y presenta un bajo nivel de acidez (0.1-0.2%) y contiene entre 1% y 6% de ácidos grasos libres. Cuando se extrae de la copra, adquiere un color marrón-amarillo, y la calidad del aceite estará directamente relacionada con la calidad de la copra (Taffin, 1998).

Diversos autores han evaluado la composición de ácidos grasos contenidos en el aceite de coco, Ly *et al.* (2005) no detectaron la presencia de ácido esteárico, pero si una pequeña proporción de ácidos grasos insaturados entre los que predominó el ácido linoleico, sus resultados se muestran en la tabla 5.

El aceite de coco es un aceite que no seca rápidamente, con peso específico de 0.91 a 0.92 y que solidifica entre 18° y 20°C. El grado de saponificación es el más alto de todas las grasas comerciales. (Ochse, 1982).

Tabla 5. Composición de ácidos grasos del aceite de coco

Acido graso	Cantidad
Caprilico	10.4
Caprico	7.9
Laúrico	38.4
Mirístico	19
Palmítico	9.7
Oleico	3.5
Linoleico	7.7
Linolenico	1.9
otros	1.5

Fuente: Ly *et al.* 2005

Está constituido de 86 a 91% de ácidos grasos saturados, consistiendo alrededor de 48% de ácido laúrico, seguido de mirístico, caprilico y palmítico (Granados, 2002). La proporción de ácidos grasos que contiene el aceite de coco reportada por Friedrich (1999) se muestra en la tabla 6.

La cantidad total de ácidos grasos de cada clase del aceite de coco es la siguiente:

Ácidos grasos Saturados (AGS). 86.5g

Ácidos grasos Monoinsaturados (AGM). 5.8g

Ácidos grasos Poliinsaturados (AGP). 1.8g

Tabla 6. Proporción de ácidos grasos que se encuentran en el aceite de coco en 100g

Tipo de ácido graso	Cantidad
Monoinsaturado oleico	5.8g
Monoinsaturado palmitoleico	0g
Saturado laúrico	44.6g
Saturado caprilico	7.5g
Saturado caprico	6.0g
Saturado mirístico	16.8g
Saturado palmítico	8.2g
Saturado esteárico	2.8g
Poliinsaturado linoleico	1.8g
Poliinsaturado linolénico	0g

Fuente: Friedrich, 1999

Este aceite tiene un sabor y olor agradable y fácil digestibilidad, estas características lo hacen idóneo como sustituto de grasas en formulas de leche y queso y en los países que lo producen, se considera comestible aun sin refinar. El aceite de coco se caracteriza por tener una cantidad importante de ácidos grasos con un número menor de 16 átomos de carbono, entre los que predomina el ácido laúrico (C12), cuyo porcentaje está entre 44 y 51% (Ly *et al.* 2005).

El aceite de coco es muy resistente a la rancidez por la vía de oxidación. Sin embargo, en presencia de humedad, el aceite sufre una rápida lipolisis. Esta se debe a la presencia de hongos. Después de ella puede volverse rancio por formación de cuerpos cetónicos (Ly, *et al.* 2005).

Son múltiples los usos que se le dan al aceite de coco, entre los que se pueden citar los siguientes:

- Aumenta el colesterol bueno (HDL), disminuyendo el colesterol total del organismo
- uso cosmético: El jabón de coco es muy utilizado para remediar problemas cutáneos.
- En la india se utiliza con fines terapéuticos desde la antigüedad
- El aceite de coco se utiliza en la alimentación animal en general, independientemente de su uso industrial y en la alimentación humana.

- Usos culinarios. Como aceite para freír es agente efectivo en la transferencia de calor, confiere una apariencia brillante a los alimentos cocinados. Su fino sabor y olor permiten que la comida procesada acentúe su sabor natural, contribuyendo en general a la palatabilidad de los mismos. Del estado sólido la grasa de coco pasa al líquido, por lo que puede emplearse como aceite para ensaladas y aderezos a temperaturas mayores de 27°C (Granados, 2002).
- Por su capacidad de retención de espuma se utiliza en la elaboración de merengues, decoración de nieve, batidos de crema y alimentos congelados; todo ello de gran aplicación en repostería.
- Margarina. El aceite de coco se usa en combinación con otros aceites, para la fabricación de margarina. Debido a que el aceite de coco tiene el más bajo nivel (9%) de ácidos grasos insaturados de todos los aceites vegetales comestibles el aceite de coco es de color blanco y de consistencia sólida hasta una temperatura de 22 a 25°C, teniendo por esto aplicación en la fabricación de manteca vegetal, margarina y mantequilla artificial, productos empleados en la confitería y preparación de alimentos horneados como pasteles y bizcochos (Granados, 2002)
- Sustituto de productos lácteos. Se usa como sustituto de grasas lácteas en formulas de leche y queso.
- A partir de aceite de coco se fabrica detergente de ropa, jabón de tocador, shampoo y cosméticos. En la plastificación de vidrios inastillables, como materia prima en la fabricación de resinas sintéticas y sucedáneas de caucho, en la industria del papel, en la elaboración de tintes para tejidos, como suavizador de combustibles y sustituto de aceite diesel. Además, por su excelente resistencia a la ranciedad, los productos elaborados a partir del aceite de coco, pueden ser almacenados por largo tiempo (Granados, 2002).
- Tiene usos industriales, ya que se usa como materia prima en la producción de biodiesel para plantas generadoras de energía eléctrica y motores de vehículos. Sin embargo este uso no es económico (Granados, 2002).

Las grasas y aceites se caracterizan por poseer una alta densidad energética (6.16 Mcal EM). Y producen bajo incremento calórico en rumiantes. Esta característica las convierte en un suplemento ideal para bovinos con el objeto de aumentar el consumo de energía y aumentar la producción láctea (Palmquist, 1984).

El aceite de coco es rico en ácidos grasos de cadena corta y media, este tipo de ácidos grasos se digiere fácilmente en animales monogástricos, dando lugar a una grasa corporal

blanca, firme y poco enranciabile. Donalson (1991), señala que la suplementación con aceite de coco, aumenta el desarrollo de la glándula mamaria de borregas pre-púberes.

Como recurso energético, las grasas contienen 2,25 veces más energía que la fécula de los cereales, y son altamente digestibles. Este alto valor calórico, además de aumentar la densidad energética de las raciones mejora la absorción de compuestos liposolubles como algunas vitaminas que se disuelven en grasa. La grasa añadida mejora frecuentemente el alimento, reduciendo la presencia de polvo y aumentando la palatabilidad y el consumo. Antes de mezclarse con los otros ingredientes, la grasa debe calentarse para pasarla al estado líquido, mezclándose así uniformemente (Acuero, 1999).

2.3 TORTA O PASTA DE COCO

Las tortas son los residuos obtenidos tras el tratamiento de los granos o de los frutos oleaginosos naturales o decorticados para la extracción, bien por presión o gracias a los disolventes, de los aceites comestibles, industriales y farmacéuticos (Jacquot, 1959).

Las tortas son utilizadas para la alimentación de los animales, contienen entre 20 a 30% de proteínas y el contenido de aceite varia de 6 a 12% dependiendo del procedimiento usado para la extracción del aceite. El contenido de humedad se encuentra alrededor del 10% (Taffin, 1998). Los datos de la FAO para la composición de la torta de coco se presentan en la tabla 7

Tabla 7. Composición química de la pasta de coco

COMPONENTE	PORCENTAJE
Humedad	7.01 %
Grasa	8.05 %
Proteína	20.00 %
Carbohidratos	16.50 %
Fibra	4.10 %
Cenizas	9.63 %

Fuente: FAO, 2013

Flores (1986), menciona que la pasta de coco de tipo usual contiene algo menos de proteínas que el pienso de gluten de maíz y más que el salvado de trigo, con un promedio de 21.3 %. Las proteínas son de mejor calidad que las del pienso de gluten de maíz, pero son inferiores a las de la harina de torta de soya.

Forma física: el residuo expelido tiene una variedad de formas incluyendo pellets, tortas y copos, siendo ligeramente pegajosos al tacto, gracias al aceite residual. No es polvoso (Pond, 2005).

La densidad a granel: 400-600 kg/m³, dependiendo de si es granulado o no (Pond, 2005).

Se ha reportado que la Influencia del prensado en vistas de mayor obtención de aceite influye en el contenido de nutrientes del endospermo de coco o copra (porcentaje en base seca), la cual se muestra en la tabla 8. Después de un segundo prensado el contenido de aceite disminuye considerablemente, concentrándose una mayor cantidad de proteína.

Tabla 8. Influencia del prensado sobre el contenido de nutrientes del endospermo

Prensado	MS	CENIZA	FC	EE	ELN	PC (1)
Ninguno	50.0	2.0	3.0	68.0	19.6	7.4
Primero	88.7	5.4	8.5	18.4	48.2	19.5
Segundo	88.2	5.9	8.3	11.7	54.1	20.0

MS: materia seca, FC: fibra cruda, EE: extracto etéreo, PC: proteína cruda

(1) N x 6.25

Fuente de los datos: Ly *et al.* 2005

VENTAJAS DE UTILIZAR PASTA DE COCO EN EL GANADO

- Su inclusión en dietas para vacas incrementa el contenido de grasa en leche
- En ganado para carne, no existe efecto negativo en la calidad de la canal, su digestibilidad aproximada es de 65% (FAO, 2013).
- Se considera un alimento muy apetecible
- Mejora la aceptabilidad de las mezclas en las que entra.
- Es fuente de proteína, fibra y grasa.
- Por su palatabilidad ayuda al consumo de materia seca, lo que repercute en posibles incrementos en la producción de leche.

CONSIDERACIONES SOBRE SU USO

- Se puede ver limitado por el costo y por el efecto purgante que puede causar en el ganado.
- Su uso depende del tiempo y condiciones de almacenamiento. Puede enranciarse con facilidad provocando trastornos digestivos. El contenido de aceite hace a la torta de coco susceptible a la ranciedad y el producto no debe ser utilizado después de un almacenamiento prolongado, haciendo a la torta de coco poco palatable y puede provocar diarreas.

- Cantidades elevadas pueden producir mantequillas ricas en grasas saturadas.
- El bajo contenido de lisina convierte a este aminoácido esencial en el primer limitante en este tipo de proteína, lo cual puede agravarse por su posible destrucción durante el proceso de obtención del aceite de coco.

2.4 HARINA DE COCO

El aceite de coco se produce mediante la extracción del aceite de la pulpa de coco seca denominada copra. El residuo de la extracción del aceite por presión mecánica se denomina torta de copra y al producto obtenido de la extracción de la torta de copra con disolventes para aumentar el rendimiento del aceite se le llama harina de copra

Por lo que la harina de coco es el residuo que queda después de la extracción del aceite de la copra. Después del prensado, los sólidos residuales que se obtienen se someten a un proceso de calentamiento para deshidratarlos y disminuir su contenido de humedad, posteriormente se muele y se envasa, la composición de esta harina va a depender de la influencia del prensado. La composición también depende de la madurez y del tiempo que transcurra después de ser cosechado el coco.

La harina de coco puede ser usada como suministro de proteína complementaria para cerdos y aves, pero resultados en estas especies han indicado una caída en el rendimiento, cuando ha sido usada como una de las principales fuentes de proteína, en la tabla 9 se muestra la composición y digestibilidad de los componentes de la harina de coco reportada por Creswell (1971), y la reportada por la FAO.

Tabla 9. Composición y digestibilidad de componentes de la harina de coco

Componente	Composición (1)	Coefficiente de digestibilidad	Composición (2)
Materia seca %	89.9	83.7	93.4
Proteína (Nx6.25), %	20.9	50.7	20.5
Extracto libre de nitrógeno %	46.2	94.1	46.0
Fibra cruda%	10.5	26.1
Extracto etéreo%	5.8	100	0.4
Cenizas	6.5	7.0
Energía bruta (Kcal/g)	4.2	85.4
Energía digestible, (Kcal/g)	3.6

Fuente: (1) Creswell, 1971; (2) FAO, 2013

Estos subproductos de la copra constituyen valiosas fuentes de proteínas en los piensos, especialmente destinados a ganado vacuno para leche (FAO, 2013).

La harina de pasta de coco contiene por término medio 6.7% de grasas y proporciona una cantidad de principios nutritivos digeribles totales, ligeramente mayor que el pienso de gluten de maíz (Flores, 1986).

De acuerdo con los datos de Creswell (1971), la proteína de la harina de coco tiene bajos niveles de lisina, isoleucina, leucina e histidina, señalo que los niveles de lisina son más bajos comparados con otras fuentes de proteína. La composición de aminoácidos que señala en la proteína de la harina de coco se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Composición de aminoácidos en la harina de coco

% de proteína			
Aminoácidos esenciales		Aminoácidos no esenciales	
Arginina	9.37	Alanina	3.87
Fenilalanina	3.87	Glicina	4.25
Cistina	1.14	Leucina	5.78
Histidina	1.96	Prolina	3.39
Isoleucina	2.87	Serina	4.59
Lisina	2.29	Hidroxipolina	0.23
Metionina	1.77	Ácido aspartico	17.41
Treonina	3.15	Tirosina	2.20
Valina	4.25		

Fuente: Creswell, 1971

Los niveles de aminoácidos de la harina de coco defieren entre los autores, la FAO reporta un contenido mayor de arginina del reportado por Creswell, así como un mayor contenido de lisina. El contenido de aminoácidos de la harina de coco reportado por la FAO se presenta en la tabla 11

Tabla 11. Conteo de aminoácidos de la harina de coco

Aminoácido	%	Aminoácido	%
Arginina	17.9	Lisina	6.4
Cistina	5.8	Metionina	1.6
Glicina	5.3	Fenilalanina	4.8
Histidina	3.5	Treonina	3.8
Isoleucina	4.0	Triptofano	0
Valina	5.8		

Fuente: FAO, 2013

Estudios que se han realizado, han demostrado que la forma de procesamiento del endospermo con vistas a la extracción de su aceite, es determinante para la calidad de la harina de coco, estos datos se han registrado en diversos experimentos realizados en los que se ha demostrado que el valor biológico de la harina de coco disminuía desde 52.4% hasta 30.5%, entre 90 y 150 °C de temperatura en el tratamiento térmico. En ese mismo rango de temperatura, la utilización neta de proteína descendió desde 41.0% hasta 17.0% (Butterworth, 1963). Un estudio realizado para medir la calidad de los aminoácidos en la harina de coco después de diferentes tratamientos térmicos, es la reportada por Samsom (1971). En el cual a diferentes temperaturas se encuentran niveles inferiores a mayor temperatura. Los resultados se muestran en la tabla 12

Tabla 12. Composición de aminoácidos de harina de coco tratada a diferentes temperaturas. En porcentaje de proteína.

Aminoácidos Esenciales	Harina sin tratar	30 min		60 min
		120 °C	150 °C	150 °C
Arginina	12.6	14.7	13.5	9.7
Fenilalanina	4.3	4.8	4.2	4.1
Histidina	1.7	1.8	1.7	1.4
Isoleucina	3.3	3.3	3.2	3.2
Leucina	6.2	6.3	6.2	6.1
Lisina	3.3	3.5	2.0	1.9
Metionina	1.8	1.6	1.6	1.6
Valina	5.4	4.9	5.1	4.8
Aminoácidos No esenciales				
Ácido aspártico	8.9	8.0	8.0	7.6
Ácido glutámico	20.2	19.3	19.5	18.6
Alanina	4.5	4.0	3.9	3.6
Glicina	4.2	4.2	4.3	4.0
Prolina	3.6	3.5	2.5	3.1
Serina	4.5	4.2	4.2	3.9
Tirosina	3.0	4.2	4.2	3.9

Fuente: Samson, 1971

En este estudio, se observa el elevado contenido de arginina, aun después del tratamiento a una elevada temperatura, así como la baja cantidad de histidina y metionina; y la menor disponibilidad de lisina queda destruida a mayores temperaturas.

El contenido de proteína puede ser variable en digestibilidad y calidad porque varían los métodos de procesado. Aspectos importantes en este perfil, son el bajo contenido de lisina, que convierte a este aminoácido esencial en el primer limitante en este tipo de proteína, lo cual se puede agravar por su posible destrucción durante el proceso de obtención del aceite de coco, y el segundo corresponde al alto contenido de arginina, lo cual puede ser causa de

un desbalance serio de la proteína, cuando la harina o torta de coco constituye una parte importante de la dieta (Ly *et al.* 2005).

La metionina es un aminoácido azufrado y está indicado como un aminoácido limitante para la síntesis de leche. También es considerado aminoácido limitante para el crecimiento microbiano y la fermentación ruminal, está indicado que la inclusión de metionina protegida de la actividad ruminal sola o con lisina en dietas de vacas lecheras produce un incremento de la producción de leche y del porcentaje de proteína y grasa. La metionina es importante para las bacterias ruminales ya que estas lo necesitan para formar su propia proteína. Todos los compuestos que contienen azufre, pueden ser sintetizados desde la metionina. La metionina limita el crecimiento y desarrollo corporal de los rumiantes jóvenes, el rendimiento y calidad de la leche en vacas de alta producción así como la producción de lana en borregos (Lara *et. al*, 2003)

En aves la metionina es el principal aminoácido limitante y el principal componente para cubrir el requerimiento de aminoácidos azufrados. Los aminoácidos azufrados son esenciales para la síntesis de proteína, las reacciones de metilación, formación de plumas, capacidad de respuesta inmunológica e importantes precursores de algunas enzimas. Dietas deficientes en aminoácidos azufrados limitan el potencial de producción tanto del pollo de engorde como de las aves de postura (Pond, 2005).

En cuanto a la lisina, es el primer aminoácido limitante en la mayoría de las dietas para cerdos y aves, después de la metionina+cistina, en dietas para aves. Así como la Treonina, es un aminoácido estrictamente esencial no existiendo una vía para la síntesis endógena, y su metabolismo es orientado principalmente para la deposición de proteína corporal. Las investigaciones sobre la Treonina, han mostrado que niveles adecuados de este aminoácido son adecuados para mejorar la ganancia de peso y la conversión alimenticia en cerdos. La Treonina además de ser importante para la mejor utilización de lisina, está directamente relacionada al mantenimiento de sistemas corporales vitales. Su deficiencia puede comprometer el funcionamiento del sistema digestivo e inmune reduciendo su disponibilidad para la síntesis de proteína muscular (Reyes, 2001).

En cuanto al contenido de minerales de la harina de coco Creswell (1971) reporta que en general es relativamente más elevado en potasio, y elevado en fosforo en comparación con el calcio. La composición mineral de la harina de coco se presenta en la tabla 13.

Tabla 13. Composición mineral de la harina de coco

Mineral	Composición
Macroelementos %	
Calcio	0.16
Fosforo	0.55
Magnesio	0.23
Potasio	1.75
Microelementos ppm	
Zinc	53.0
Cobre	40.0
Manganeso	75.0

Fuente: Creswell, 1971

ppm: partes por millón

VENTAJAS DE SU USO EN EL GANADO

- Es un alimento valioso para rumiantes y puede ser utilizado como suplemento para los animales alimentados con hierba, ya sea solo o en combinación con otras fuentes de proteína.
- Aunque la calidad de su proteína puede ser inferior a otras fuentes oleaginosas, puede ser una mejor fuente de alimento que otros productos locales.
- Puede absorber hasta la mitad de su propio peso de melaza, propiedad que puede ser útil en la fabricación de piensos compuestos (Donald *et al.* 2002).
- Puede ser un alimento económico que puede reemplazar parcialmente algún alimento costoso, como la harina de soya (Haponik *et al.*, 2009).

CONSIDERACIONES DE SU USO EN EL GANADO

- El contenido de fibra de este alimento es elevado, lo restringe su uso en la alimentación de los cerdos y aves. La menor digestibilidad de la fibra disminuye el consumo de alimento y la disponibilidad de materia orgánica, proteína y energía en la dieta, disminuyendo el crecimiento (Thorne *et al.* 1989).
- El consumo del alimento se reduce por la baja densidad de la harina y la alta capacidad de retención de agua en aves.

- El perfil de aminoácidos no es óptimo para las aves de corral y cerdos. Su bajo contenido en aminoácidos esenciales hace necesaria la suplementación con aminoácidos (principalmente lisina, metionina + cistina y Treonina)
- Es un alimento deficitario en minerales, principalmente calcio y fosforo.
- En aves, la alta capacidad de absorción de agua provoca heces acuosas y reduce el consumo.
- El valor energético de la harina es bajo, debido al nivel de fibra.
- Algunos autores recomiendan la inclusión de un 10% y otros no más de un 3% (Daghir, 2008).
- Su contenido en ácidos grasos esenciales es muy reducido, lo que puede representar un problema en ponedoras.

CAPÍTULO TRES

USO DE LOS SUBPRODUCTOS DEL COCO EN EL GANADO

3.1 USO DE SUBPRODUCTOS DEL COCO EN EL CERDO

El inventario de nuevos materiales que pueden ser utilizados en la alimentación porcina crece día a día. Esto se hace particularmente perentorio desde el punto de vista de fuentes proteicas tropicales, ya que ninguna puede hasta ahora reemplazar con éxito a los granos oleaginosos, salvo tal vez la copra o la harina desgrasada de coco debido a su condición de proceder de un cultivo perenne abundante en ciertas regiones tropicales. Por otra parte, el establecimiento de una base alimentaria autóctona, debe tener en cuenta el uso de las fuentes energéticas tropicales de rendimientos anuales insuperables en términos de biomasa, pero también que éstos son al mismo tiempo, pobres en proteína (Ly, 2005).

Woll (1922), reportó que la harina de coco podía ser utilizada como un sustituto para la cebada en la finalización de cerdos, cuando se oferta en una proporción de 1:3-4 harina de coco:cebada, en una proporción más grande se le atribuyo actuar como laxante en conjunto con pastura de alfalfa o alfalfa en corte verde (Woll, 1922).

Creswell y Brooks (1971) observaron la disminución del consumo voluntario de los animales en crecimiento – finalización (18-77kg) a medida que aumentaba la harina de coco hasta constituir un 40% de inclusión en la dieta de maíz y soya. Así el consumo voluntario pareció sufrir restricciones debido al exceso de arginina que aporta la copra (Creswell, 1971)

También hay reportes en los que se observa el efecto de usar harina de coco desgrasada o no, en los que se observo que la harina de coco desgrasada en comparación con el producto sin desgrasar, hacia disminuir la digestibilidad total de fibra cruda, el extracto etéreo, Extracto libre de nitrógeno, atribuible a la tecnología del procesamiento, dentro del cual la elevación del calor, al extraer el aceite da esta variación (Creswell, 1971).

Thorne *et al.* (1989), observaron que con el 30% de harina de coco en la dieta en la fase de crecimiento, el consumo voluntario disminuía al ser el 91% del determinado con una dieta control. Con el 50% incluido en la dieta, el consumo en la dieta el consumo disminuyo a un 95% de la dieta control en la etapa de acabado y a 82% para la etapa de crecimiento. Los resultados que obtuvieron se señalan en la tabla 13.

Tabla 13. Consumo voluntario en cerdos en crecimiento y acabado con harina de coco

	% de harina de coco			
	0	10	30	50
Crecimiento (22-55 kg) Consumo, kg/día	2.01	1.94	1.83	1.65
Ganancia, kg/día	0.769	0.696	0.598	0.462
Conversión	2.62	2.79	3.09	3.61

Fuente: Thorne *et al.* 1989

Desde los años sesenta, la harina de coco ha sido estudiada en las dietas del cerdo como fuente proteica. Sin embargo, debido a su desbalance de aminoácidos, esta debe incluirse en mezclas con otras fuentes proteicas o con aminoácidos sintéticos. Es así que el consumo de los productos del coco parece tener restricciones, debido al exceso de arginina. Por otra parte es conocido el antagonismo arginina-lisina el cual tiende a agravar más el déficit de lisina en el coco sobre todo cuando este se incluye en cantidades altas en la dieta (Kanazawa *et al.* 2007).

Lekule *et al.*, (1986), hallaron que con un 20 a 30% de harina de coco en la dieta, el consumo voluntario se reducía a un 91 y 96% de la dieta control señalo que la reducción en el consumo de alimento pudo ser por la digestibilidad de la proteína y la disponibilidad de lisina cuando se incorpora por encima del 10%. Señalo que el consumo voluntario podría elevarse si se aumentara la palatabilidad de la dieta tal vez incorporando mieles de caña de azúcar a la misma.

La alimentación representa el mayor costo de la producción porcina, hasta un 80% de la inversión total, por ello encontrar alternativas más económicas es muy importante (Kanazawa *et al.* 2007).

El cocotero puede dar lugar a dos productos que pueden usarse en la alimentación del cerdo: la torta o harina de copra, que es el endospermo desgrasado del fruto, y el aceite del mismo. El endospermo desgrasado tiene un contenido medio de proteína, pero esta puede perder valor nutritivo por el tipo de tratamiento térmico al que es sometido el endospermo para extraer el aceite. A este inconveniente se le une el bajo contenido de lisina y el alto contenido de arginina, lo que sugiere que, cuando la harina de copra constituye más de la tercera parte de la ración, es recomendable incluir en ella aminoácidos sintéticos o una proteína de alto valor biológico, como la del pescado. Por otra parte, el valor energético de la harina de copra dependerá de su contenido de grasa cruda o aceite, que al parecer es muy digestible (Ly *et al.* 2005).

La utilización de torta de coco en la nutrición porcina como reemplazo del maíz tiene efectos similares en la ganancia de peso y conversión alimentaria pero puede significar una importante ventaja en costo, principalmente en la fase de finalización según los resultados que obtuvo un estudio realizado por la Universidad de Asunción en Paraguay. En dietas con 0, 15 y 30% de torta de coco ofertadas a cerdos en crecimiento (20 a 50 kg) y en la etapa de finalización (51 a 100 kg), reportaron ganancias de peso muy similares entre ellos: 624 gramos por día para la dieta sin pasta de coco, 617 gramos para la dieta con 15% de torta de coco y 663 gramos por día para la dieta con 30% de torta de coco; y para finalización entre 753, 806 y 827 gramos por día para las mismas concentraciones de torta de coco (Kanazawa *et al.* 2007).

Kanazawa *et al.* (2007) señala que con una inclusión de 15 a 30 % de pasta de coco la ganancia diaria de peso no se vio afectada en la dieta diaria. Tampoco se vio afectada la conversión alimentaria por lo que se puede reemplazar en un 30 % al maíz en la ración por torta de coco teniendo eficiencia productiva. Señala que se puede ver una ventaja en el costo, en cual el mayor margen de ahorro se tiene en la terminación en donde se requiere un 80% de energía.

El aceite de coco además de ser incluido en dietas de cerdos en crecimiento y acabado, donde más se ha usado es en sustitutos lecheros o en dietas para cerditos recién destetados. En la formulación de reemplazantes lácteos se ha utilizado el aceite de coco, se recomienda la adición de grasa a las dietas postdestete para aumentar la cantidad de energía ingerida por el animal recién destetado que consume poco alimento. El efecto de la incorporación de las grasas en las dietas para lechones, varía con la edad de los animales, con el nivel y la fuente utilizada, no encontrándose diferencias entre la utilización de diferentes tipos de grasa. Los resultados de Cera *et al.* (1990) indican un efecto benéfico en el desarrollo de lechones alimentados con dietas complementadas con aceite de coco, particularmente cuando este fue comparado con grasas de origen vegetal y animal ricas en ácidos grasos de cadena larga. En lechones alimentados con dietas complementadas con aceite de coco se observó mayor digestibilidad de la grasa, cuando se comparó con dietas adicionadas con aceite de maíz o sebo de res (Reis *et al.* 2001).

Algunos trabajos han mostrado que la grasa dietética afecta las propiedades físicas del alimento y puede cambiar la gustocidad de la dieta; los lechones prefieren dietas complementadas con grasa, lo que puede estar relacionado con sus aspectos físicos o con su sabor. Sobre esto Cera *et al.* (1990) reportó un estudio sobre digestibilidad que se realizó con cerdos destetados y alimentados con aceite de coco, en el que se hizo un estudio del valor nutritivo de triglicéridos de ácidos grasos de cadena media, además de

aceite de coco, entre otras fuentes de grasa ricas en ácidos grasos de cadena larga. Tanto los triglicéridos estudiados como el aceite de coco determinaron una digestibilidad total más alta del extracto etéreo, durante las dos primeras semanas postdestete. Igualmente, estas dos fuentes de grasa hicieron que los cerdos tuvieran una concentración sérica más alta de triglicéridos y más baja de urea (Cera *et al.* 1990).

Y aunque los cerdos crecieron algo más con aceite de coco, la inclusión de grasa en la dieta no incrementó sostenidamente el crecimiento ni cambió el consumo de alimento durante las fases iniciales del destete. En la parte final de la etapa de inicio, la adición de grasa aumentó el ritmo de crecimiento, pero el consumo voluntario no mostró alteraciones (Ly *et al.* 2005).

En otro estudio relacionado donde se estudió la influencia de distintas fuentes de grasa y lecitina, incluido el aceite de coco, en diversos rasgos de comportamiento e índices de digestibilidad total de distintos nutrimentos cuando los cerditos fueron destetados a los 21 días de edad, encontraron que el aceite de coco fue el más efectivo para promover el crecimiento de los animales en las primeras dos semanas postdestete (Ly *et al.* 2005).

La tendencia de diversos datos acumulados sobre el uso del aceite de coco en dietas para cerdos destetados, es que su aprovechamiento digestivo es muy favorable para el animal, y los rasgos de comportamiento podrían mejorar más si se cuenta con una relación adecuada de energía: proteína en la dieta (Ly *et al.* 2005).

Diversos investigadores han concluido al respecto del uso del aceite de coco con respecto al aceite de soya o de otras grasas probadas, en el sentido de que los ácidos grasos de cadena media son relativamente más eficientes en el cerdo joven haciendo hincapié de que la digestibilidad del aceite de coco debe ser más alta, debido a que los triglicéridos de este aceite tienen un peso molecular inferior al de la grasa de la leche de la cerda, grasa que es muy digestible (Ly *et al.* 2005).

Woll (1922) señaló que los valores de una alta digestibilidad total del extracto etéreo en cerdos destetados con aceite de coco podría estar influenciada por la naturaleza de los triglicéridos de este aceite, muy ricos en ácidos grasos de cadena media, reportó que como alimento para cerdos, esta harina producía un cerdo firme de buena calidad; siendo de gran importancia para contrarrestar los efectos de alimentos que producen un cerdo con carne suave como almendras o cacahuates.

Al respecto con datos más actuales Reis *et al.* (2001) también señala que la mayor digestibilidad total del aceite de coco sobre el sebo de res, se relaciona con su alto contenido de ácidos grasos de cadena media, los cuales son más digestibles que los de

cadena larga como los del sebo de res. Señalo que el aceite de coco mostro ser digestible desde la primera semana postdestete.

Hamilton *et al.* (1969), reportaron que el aceite de coco mostro mejores rasgos de comportamiento en los cerdos que lo consumieron. Comparado con otras fuentes de grasas, hallaron una inclinación hacia una mayor digestibilidad de nutrimentos en machos castrados que en hembras, y las grasas vegetales como el coco, fueron más digestibles que las animales (manteca y sebo).

Freeman *et al.* (1968), realizó un estudio para determinar la digestibilidad de ácidos grasos que iban desde el acido laurico con una absorción intestinal de un 31.2 %, la absorción intestinal de ácidos grasos saturados en el cerdo reportados, se muestran en la tabla 13. De acuerdo a sus resultados concluyeron que la cantidad de absorción de ácidos grasos era inversamente proporcional a la longitud de la cadena carbonada, lo que indicaría que el aceite de coco debe ser absorbido con facilidad en comparación con otras grasas pobres en ácidos grasos de cadena media.

Tabla 13. Absorción intestinal de ácidos grasos saturados en el cerdo.

Ácido graso	% de absorción
Láurico	31.2
Mirístico	27.0
Palmítico	27.6
Esteárico	23.3

Fuente: Freeman, (1968).

3.2 USO DE SUBPRODUCTOS DEL COCO EN RUMIANTES

La alimentación de los rumiantes está basada principalmente en el empleo de forrajes frescos henificados y ensilados, raíces y tubérculos, esquilmos agrícolas, residuos agroindustriales, concentrados energéticos y proteicos. El costo de los alimentos en los sistemas de producción animal ocupa hasta el 70% de los gastos totales de una unidad productiva, por lo que es necesario su utilización en forma eficiente: para abaratar las raciones que se emplean (Shimada, 2003).

Los bovinos por sus características anatómicas y fisiológicas, pueden degradar los alimentos fibrosos para convertirlos en ácidos grasos volátiles y utilizarlos como metabolitos para obtener su energía, además convierten el Nitrógeno no Proteico en proteína microbiana, y sintetizan la mayoría de sus vitaminas del complejo B. Debido a esto no compiten con el hombre para su nutrición y reproducción siendo esto una de las principales ventajas para su explotación, para producir carne y leche (Pond, 1977).

Ni la calidad proteica ni el contenido en fibra son limitantes en el caso de los rumiantes. Se ha indicado que la inclusión en las raciones de las vacas lecheras, aumenta el contenido de grasa en la leche. Se ha comprobado el aumento en el contenido de grasa en la leche de las vacas que recibieron suplementación de harina de coco, si bien, el contenido de grasa en las raciones era solo de 10 g/kg. La grasa láctea producida al consumir raciones que incluyen cantidades abundantes de harina de coco es consistente y excelente para la fabricación de mantequilla (Donald *et al.* 2002).

La torta de coco es un alimento excelente para vacas pues resulta muy apetecible (mejora la aceptabilidad de las mezclas en las que se incluye). La alimentación con harina de coco a vacas lecheras tiende a producir grasa de excelente calidad, por lo que tiene la ventaja de ser combinada con alimentos que contienen una influencia contra la grasa, como la harina de semillas de lino, alimentos de arroz, harina de gluten, entre otros. Si el alimento de coco es muy pesado se producirá una manteca dura de textura algo pobre (Woll, 1972).

El sabor juega un papel fundamental, los rumiantes parecen encontrar el residuo de copra muy palatable, el contenido de azúcar que contiene, imparte un buen sabor que lo hace aceptable. La introducción en las raciones debe hacerse de manera gradual. Una cantidad significativa de energía es de fibra digestible, aunque el aceite, que es principalmente saturado, también hace una contribución significativa. El residuo del residuo de copra tiende a resultar en mantequilla firme y en grasa dura y blanca en el ganado vacuno. La degradabilidad de la proteína parece ser muy bajo, pero es una proteína con una cantidad moderada de aminoácidos que comúnmente limita la producción. El residuo de copra es

generalmente libre de sustancias indeseables, pero si su frescura no es comprobable, se enrancia y provoca diarrea (Woll, 1972).

Woll (1972) reportó que en un experimento en el que se comparó una dieta con harina de coco y una con granos de cereales, no encontró una marcada diferencia económica, para la producción de mantequilla, mientras que para producir leche la ración de granos que contenía harina de coco resultó un tanto menos eficiente que la ración estándar con cereales.

De acuerdo con Woll (1972), la influencia de la harina de coco en las raciones pueden considerarse tanto benéficas en el flujo de la leche como en su calidad. Donde la alimentación con coco es más barata que una alimentación con granos mixta, como en el caso de la costa del pacífico. Señala que la harina de coco se ha introducido como parte de las raciones y en comparación con el grano común por los productores lecheros, que se componen de cebada, salvado de trigo, harina de semilla de algodón y pulpa de remolacha deshidratada. Las raciones con harina de coco y granos mixtos demostraron no ser iguales pero si algo superiores a la mezcla estándar para la producción de leche. En vistas del hecho que la harina de coco era más barata en el mercado y más barato que cualquiera de la mezclas, excepto la harina de algodón.

Scheffer (2009), reportó en un estudio en Paraguay, con el propósito de conocer el valor digestible de los frutos molidos del coco comparado con los residuos de la extracción de aceite del mismo (torta de coco y harina), así como la harina de soya, utilizados como suplementos de caña de azúcar picada, un estudio de digestibilidad "*in vivo*", utilizándose para el mismo ocho corderos, considerándose los resultados extrapolables al ganado bovino por su condición compartida de rumiante.

Los resultados obtenidos indicaron que el coco integral molido a 2 milímetros puede ser utilizado en la suplementación del ganado hasta en un 30% de la ración durante el periodo invernal, sin presentar lesiones producidas por el carozo durante el tránsito intestinal, siendo eliminado todo el residuo del mismo, transcurridas 48 horas de suspendida su administración. La comparación realizada no mostró diferencias significativas en términos de palatabilidad, eficiencia de conversión ni ganancia de peso entre torta de coco y harina, con el coco integral molido, siendo todos ellos inferiores a la harina de soya utilizada como patrón (Scheffer, 2009).

El menor nivel de digestibilidad de la fibra del coco integral molido se considero debido a la presencia del carozo, ya que en su composición destaca la alta proporción de lignina presente, lo que le confiere gran dureza tegumentaria y una resistencia extraordinaria a la

descomposición, lo que sin embargo no afectó el valor nutricional, lo que puede comprobarse observando los valores de aumento de peso corporal (Scheffer, 2009).

Los resultados obtenidos indicaron que el suplemento en base a coco integral molido no era estadísticamente diferente a los elaborados en base a torta de coco y harina, comparados al elaborado en base a harina de soya, en términos de Total de Nutrientes Digestibles (TND), pudiendo ser utilizado como alimento energético en la dieta de los rumiantes (Scheffer, 2009).

Scheffer (2009) señala que al proporcionar coco integral molido como alimento para rumiantes, aparentemente no existieron lesiones mecánicas en el tracto digestivo debido al grosor y consistencia dura de la partícula, siempre que la molienda del coco fuera realizada a zaranda media (1 a 2 mm). No fue observada la persistencia de residuos de carozo en el tracto digestivo luego de 48 horas de suspendido el suplemento con coco.

Buscando nuevas fuentes alternativas de alimentos energéticos para rumiantes y basado en los resultados obtenidos por Scheffer (2009), reporta otro estudio con el fin de determinar los efectos del reemplazo parcial o total de los granos de cereales por coco integral molido como fuente de energía en la dieta de terneros bovinos.

Este estudio se realizó en terneros machos de 9 meses de edad, donde los animales recibieron diariamente la dieta base constituida por caña dulce picada, bloques de urea, melaza y minerales a voluntad acompañado de 1 kg de harina de girasol por animal/día a 1 a 2 mm (Scheffer, 2009).

Los resultados indicaron mayor consumo de materia seca y mayor ganancia de peso en los animales alimentados en base de maíz. Sin embargo, aunque con menor ganancia de peso, los animales alimentados con coco integral molido sobrevivieron igualmente al invierno sin perder peso, lo que determinó mayor economía en términos de costo por kilogramo de ganancia de peso corporal (Scheffer, 2009).

Los resultados obtenidos les permitieron concluir que el consumo voluntario del coco integral molido se vería limitado debido a su apreciable cantidad de fibra y de materia grasa, lo que determinaría la sensación de saciedad en los animales (Scheffer, 2009).

Por lo tanto la conversión de alimentos se tornó más elevada para el grupo que recibía coco integral molido, pero aun así este suplemento resultó más conveniente en términos económicos. Por esto, concluyeron que el coco integral molido podía ser utilizado con éxito como alimento suplementario energético del ganado bovino a razón de 1 kg por cada 100 kg de peso corporal por día durante el periodo invernal (Scheffer, 2009).

Camacho *et al.* (2005), reporta en una investigación, donde suplementaron copra en dietas para vacas, que las que recibieron un suplemento con un 22.5% de copra, tardaron más tiempo en consumirlo sobre todo en las últimas dos semanas, lo que se podía atribuirse a la oxidación o enranciamiento de la grasa contenida en la copra, ellos encontraron que dietas con 0% y 15% de copra, fueron consumidos sin dificultad durante todo el experimento.

Erhlich *et al.* (1990), demostraron que proporcionando copra como suplemento a vacas al inicio o a media lactación en pastoreo, reducía las pérdidas de peso corporal. Sin embargo Jesús y Cervantes (1994), no encontraron diferencias significativas ($p > 0.05$) sobre la ganancia diaria de peso, al incluir 15% de copra en el suplemento de vacas de doble propósito (cebú-suizo) en pastoreo que tenían de 80 a 200 días en lactación.

La materia seca de suplementos hasta con 22.5% de copra son consumidos sin dificultad por vacas de doble propósito en pastoreo cuando se ofrecen hasta 2 kg/día con periodos de acostumbramiento cortos. Señalando que la suplementación con copra aumento el porcentaje de grasa en leche. En cuanto a la concentración de colesterol en plasma de vacas de doble propósito en pastoreo, tendió a elevarse a las 7 y 8 semanas de la suplementación con copra (Camacho *et al.*, 2005).

Jordán *et al.* (2006) señalan que el aumento en el rendimiento mejora la reducción de CH₄ (metano) debido a un menor tiempo de acabado. Este tiempo más corto de acabado y un rendimiento mejorado puede equilibrar el costo de la inclusión de aceite de coco refinado en la dieta, dependiendo de los precios de mercado en constante cambio.

También señalan que la harina de copra ocasiona disminuciones de metano por el aceite de coco refinado, sin embargo la disminución del rendimiento con la harina de copra se traduciría en un periodo prolongado de acabado que tiene implicaciones para emisiones de metano y la economía de producción durante toda la producción de los animales. Señalo que se necesita investigación adicional para determinar los efectos del aceite de coco en la población bacteriana ruminal y el potencial de otros aceites para reducir las emisiones de metano y también a considerar el efecto sobre el perfil de ácidos grasos de la carne resultante (Jordán *et al.*, 2006).

Jordán *et al.* (2006) señalaron que el cambio resultante en el perfil de ácidos grasos de la carne de vacas a las que se les proporciono aceite de coco o harina de coco, eran de una magnitud poco probable que tuviera implicaciones para la salud de los seres humanos, ya que la carne es vista como una de las principales fuentes de grasa, especialmente saturada, aunque la literatura sugiere que la inclusión de aceite de coco en la dieta puede ser perjudicial para la salud humana.

OVINOS

Con relación a la digestibilidad de la materia orgánica, se observó en otro estudio que fue mayor en el tratamiento con copra, en virtud de su elevado contenido de ácidos grasos saturados de cadena media como el mirístico (C14) que no afecta la población bacteriana del rumen, permitiendo que estos microorganismos actúen más eficientemente sobre la materia orgánica del alimento lo que no sucede cuando se proporcionan suplementos grasos insaturados como el oleico (C18:1) y el linoleico (C18:2) provocan efectos tóxicos sobre la microflora ruminal, esto fue corroborado por Machmuller (2000), quien encontró valores de 70, 66.5, 65.2 y 67.7% de digestibilidad de la materia orgánica en borregos suplementados con aceite de coco, semilla de cártamo, semilla de girasol y semilla de linaza respectivamente. En este estudio concluyeron que la inclusión de copra en dietas para ovinos en crecimiento en niveles de 7.5%, no tiene efectos determinantes en la digestibilidad de la materia seca, materia orgánica y fibra cruda. Reporta que en ovinos en crecimiento disminuyó el consumo voluntario posiblemente a su baja palatabilidad u otros efectos desconocidos. Se ha reportado mayor peso al nacimiento en corderos, cuando fue administrado a ovejas preñadas y aumento la producción de leche de oveja (Camacho *et al.* 2006).

González *et al.* (2011) mencionan que proporcionando pasta de coco en corderos, tuvieron un menor consumo de materia seca y mayor ganancia de peso que aquellos animales que tuvieron una dieta mixta con pasto Taiwán y suplemento del mismo alimento comercial. Al inicio del experimento, las ganancias de peso fueron inferiores en el grupo alimentado solo con el alimento comercial, al grado que a los 30 días llegaron a tener un promedio de peso vivo similar. Sin embargo al hacer el ajuste de consumo de alimento y proporcionar mayor alimento, se incrementaron nuevamente las ganancias. Para este tipo de alimentos se debe permitir un rechazo superior al 10% para no afectar el consumo, ya que el desecho está constituido de la cascarilla dura de la pasta de coco que no es aprovechada por el animal.

Los efectos benéficos de la suplementación con pasta de coco se han indicado en un estudio en corderos Santa Cruz, en el cual se registró un incremento de peso superior de 133 gramos respecto a los corderos alimentados con pasto guinea que fueron menores con -56 gramos respecto a la pasta de coco. También en cabras alimentadas con pasto Taiwán y un concentrado basado en pasta de coco, señaló que se lograron buenas ganancias de peso (109 gramos) al proporcionar 75% de concentrado y 25% de forraje de Taiwán en comparación con una dieta sin la pasta de coco. Conforme los corderos recibieron mayores aportes de proteína y energía de una fuente como la pasta de coco, el consumo de materia seca se redujo y se incrementaron las ganancias de peso. Sin embargo, también existieron

algunos problemas de consumo cuando los animales se alimentaron con pasta de coco, ya que en algunas ocasiones el rechazo de la pasta de coco alcanzó hasta el 50%, sobre todo cuando tenía más de 15 días de comprada, ya que adquirió un olor ligeramente rancio y ya no era bien aceptada por los corderos (González *et al.* 2011).

3.3 USO DE SUBPRODUCTOS DEL COCO EN AVES

La pasta de coco se ha utilizado en forma limitada en avicultura debido a que es difícil formular una ración que sea equilibrada respecto a los aminoácidos, especialmente la lisina crea un problema, ya que gran parte de este aminoácido aparentemente queda destruido en el proceso de cocción de la harina. Ha sido indicado que esta harina no es tan agradable o físicamente beneficiosa como la harina de soya o la harina de linaza, pero es razonablemente buena por ser un alimento alto en proteína y valioso en proporción al contenido en proteína de otras harinas (Woll,1972).

La proteína de la copra, se ve limitada en su empleo en las raciones para aves, al contener poca cantidad de lisina y aminoácidos azufrados, aunado a su elevado contenido en fibra de aproximadamente 120 g/kg. Suele recomendarse no incluir más de 50 kg/tonelada en raciones de las aves. Si se dispone de harinas de coco de bajo contenido en fibra, adecuadas para los animales monogástricos, deben suplementarse con proteínas de origen animal, para compensar las deficiencias en aminoácidos (Donald *et al.* 2002; Sundu *et al.* 2009).

El valor energético es bajo debido al alto contenido de fibra. De acuerdo a estudios realizados en pollitos, cuando se ha utilizado pasta de coco, se ha obtenido un crecimiento muy pobre con una eficiencia alimentaria muy baja y algunas veces con alta mortalidad. En lo que respecta a gallinas de postura, éstas han sufrido pérdida de peso y baja en la producción de huevo. En pollos y gallinas de postura, cuando la pasta de coco es suplementada en términos de nutrimentos, las dietas de iniciación con un contenido de 40% de pasta de coco pueden dar un buen crecimiento en aves, similar a los alimentados con una dieta a base de soya. En dietas para gallinas de postura, la harina de pescado y la harina de sangre pueden balancear adecuadamente las dietas con un contenido de hasta 30% de harina de copra para obtener una producción adecuada, buen peso en las aves y tamaño del huevo, todos estos ricos en lisina (Cuca,1978).

La lisina tiene importantes funciones biológicas, ya que durante la digestión, la lisina ligada a las proteínas de los alimentos se libera en forma de lisina libre, siendo su principal función metabólica su utilización como aminoácido indispensable para la síntesis de proteína. La lisina es uno de los aminoácidos más abundantes en las proteínas musculares y es a la vez un importante constituyente de numerosas hormonas peptídicas. La lisina es uno de los pocos aminoácidos que son a la vez glucogénicos y cetogénicos por lo que puede ser metabolizada para producir glucosa o bien cuerpos cetónicos cuando existe deficiencia de

carbohidratos disponibles. Es una importante fuente de energía durante periodos de inanición. La lisina es precursora de la carnitina que es un compuesto de gran importancia para el metabolismo de los ácidos grasos (Reyes, 2001).

En aves, resultan importantes los ácidos grasos linoleico y linolenico. La cantidad y la relación de estos ácidos grasos tienen efectos positivos en la producción de carne y huevo ya que intervienen en favorecer los procesos digestivos e incrementar la inmunidad del organismo. En el caso del aceite del coco, este carece prácticamente de estos ácidos grasos, lo cual no resulta favorable en ponedoras (Cuca, 1978).

Los primeros trabajos con harina de coco indicaron que su inclusión en raciones para pollos y gallinas podría afectar la eficiencia alimenticia y el crecimiento. Posteriormente recomendaron su uso en niveles de un 20 a 30%. Thomas y Scott (1962) señalaron que harinas de coco, provenientes de la extracción por el método de solvente, producen un mejor crecimiento y sugirieron que durante el proceso de extracción por prensado podía destruirse la lisina y de esta forma disminuir la eficiencia de estas harinas. Thomas y Scott aumentaron los niveles de inclusión a 40% utilizando proteínas de alta calidad como suplemento, con resultados satisfactorios.

Armas y Chicco (1977), utilizaron una inclusión del 50% de harina de coco en raciones para pollos en crecimiento con tres muestras de harinas de coco diferente, siendo una procesada por el método de solvente y las otras dos por el método de prensado. Señalaron que no se apreciaron diferencias significativas para el peso corporal de las tres raciones (702, 697 y 721 gramos) entre sí y con el testigo (695 gramos) mostrando resultados diferentes a los de Thomas y Scott que señalan menor eficiencia de las harinas por el método de prensado. Señalaron que obtuvieron un buen rendimiento con las raciones de harina de coco al incluirlas en un 50%.

Sin embargo Panigrahi (1989), señala que el valor de la harina de coco como alimento para aves se ve reducido en parte por sus propiedades físicas, ya que el consumo del reducido del alimento puede ser por la baja densidad y la capacidad de retención de agua de la harina de copra y por el mayor consumo de agua. Señala que las altas cantidades de harina de coco podrían traducirse en una caída de 30 a 50% en la ganancia de peso, y que el efecto sería menor en animales más viejos, indica que una inclusión de harina de coco en un 20% no afecta el consumo del alimento.

3.4 USO DEL COCO EN LA ALIMENTACIÓN DE EQUINOS

El uso de harina de coco como sustituto de avena en alimentación de caballos de trabajo y del ejército se ha reportado en Europa continental y Australia.

La energía es el nutriente de mayor importancia que permite al caballo mantener su condición corporal y desarrollar trabajos ligeros, moderados o intensos. La dieta promedio de un equino es normalmente muy baja en grasa y alta en carbohidratos no estructurales y fibra detergente neutro, la mayoría de las dietas de equino usualmente contienen solo de 2 a 3 % de grasa. Los carbohidratos no estructurales consisten principalmente de azúcares simples y almidón pudiendo llegar hasta el 40 a 50 % de las dietas altas en energía (Church, 1977).

Las mayores fuentes de grasa disponible para la suplementación de las dietas de equino son las grasas animales (sebo y manteca) y las grasas vegetales incluyendo aceites vegetales y pulido de arroz, el aceite vegetal es altamente insaturado, altamente digestible (85-90%) y muy denso en energía. Los aceites que pueden ser usados para la suplementación incluyen al de maíz, soya, cacahuate, coco, cártamo, linaza y canola (Woll, 1922).

3.5 USO DE LA HARINA DE COCO EN CONEJOS

La harina de coco se puede utilizar en la alimentación de conejos, este alimento proporciona un elevado nivel de fibra, que es valioso para los conejos, Haponik *et al.* (2009) señala que la calidad de la proteína es de menor calidad a la de la harina de soya, sin embargo cuando esta fuente es cara, la harina de copra puede resultar un alimento valioso.

La harina de coco puede tener un efecto positivo en la calidad de la carne de conejo la harina de coco con una inclusión del 25% puede tener un efecto positivo en la calidad de la carne de conejo.

Souza (2009) reporta que empleo harina de coco en 60 conejos, con dos dietas experimentales y 1 control, dando un 25% de inclusión de harina de coco al tratamiento 2 y un 35% de inclusión al tratamiento 3, el peso vivo final y la ganancia de peso a los 75 días mostraron diferencia entre los tratamientos, siendo el mejor el tratamiento control, seguido del tratamiento 3 con una inclusión del 35%, señalando que era factible el uso de la harina de coco en la alimentación del conejos.

La suplementación en las dietas de conejos con una inclusión de un 25%, no vieron afectados los niveles bajos de la grasa que se encuentra en la carne de conejo, manteniendo así su calidad nutricional. La inclusión de la harina de coco modifica el perfil de ácidos graso de la carne. Sin embargo la proporción de ácidos grasos poliinsaturados/saturados no se altera, lo que permite el uso de este ingrediente en la dieta de los conejos (Souza, 2009)

DISCUSIÓN

El cocotero (*Cocos nucífera*) es una palmera ampliamente distribuida en los trópicos, que puede dar lugar a dos productos que pueden usarse en la alimentación de los animales: la torta o harina de copra, y el aceite del coco. La amplia distribución de esta palmera ha permitido considerar su uso para la alimentación animal, siendo los subproductos de la extracción de aceite alternativas de alimentación que no compiten con la de los humanos.

Diferentes autores han realizado estudios evaluando el consumo del aceite y la torta o harina de coco en los animales encontrando variaciones en el consumo en rumiantes y en animales de estomago simple.

La torta o harina de copra son importantes suministradores de proteína (21% aproximadamente de proteína cruda), pero de valor biológico no muy elevado, en este sentido, varios han sido los autores que señalan su bajo contenido de lisina, lo que convierte a este aminoácido en el primer limitante lo cual puede agravarse por su posible destrucción durante el proceso de obtención del aceite, y el alto contenido en arginina, lo cual constituye un desbalance en proteína cuando la torta o harina de coco constituye una parte importante en la dieta, así lo señala Thorne *et al.*(1990), siendo necesaria la suplementación con otras fuentes proteicas o con aminoácidos sintéticos.

En este sentido, Samson (1971), señaló que no halló ninguna influencia del calor sobre la disponibilidad de lisina con temperaturas menores a 120° C, sin embargo a temperaturas superiores encontró una pérdida marcada de lisina disponible y cuando el tratamiento duro 60 minutos a 150° C, la pérdida fue tanto en lisina total como en la disponible.

Lo anterior se hace particularmente más importante en animales de estomago simple (aves y cerdos), ya que la harina o torta de coco no podrá ser ofertada como fuente única de proteína. Diversos autores han señalado que inclusiones de torta o harina de coco entre el 30 y 40% disminuyeron el consumo voluntario en cerdos (Creswell y Brooks, 1971; Thorne *et al.*, 1989; Kanazawa *et al.* 2007). La digestibilidad de los aminoácidos del coco está limitada por la elevada porción de proteína ligada a la pared celular (70%) y de las condiciones de presión y temperatura del proceso de extracción que reducen la disponibilidad de los aminoácidos.

En cuanto su uso en rumiantes, las necesidades de mantenimiento en referencia a aminoácidos son cubiertas parcialmente a través de la proteína microbiana sintetizada en rumen ya que la flora ruminal es capaz de sintetizar sus propios aminoácidos. Los microorganismos del rumen se caracterizan por su gran capacidad para sintetizar todos los

aminoácidos, incluyendo los esenciales. Siendo los rumiantes menos dependientes de la calidad de la proteína ingerida. Por otra parte, una parte del nitrógeno de los alimentos para los rumiantes puede administrarse, en reemplazo de las proteínas, en forma de compuestos nitrogenados como la urea (Martínez, 2002).

Martínez (2002) señalaron que si bien los microorganismos ruminales tienen la capacidad de sintetizar sus propios aminoácidos, a partir de compuestos nitrogenados sencillos, el aporte de proteína se puede conseguir maximizando el crecimiento microbiano aun insuficiente para cubrir las necesidades de aminoácidos de animales sometidos a elevadas producciones. Por ello habrá que proveer proteína con un perfil adecuado que permita completar el aporte microbiano y cubrir las necesidades totales de los animales.

En el caso del aceite que contiene el coco, su principal característica es su riqueza en ácidos grasos de cadena corta y media. Este tipo de ácidos grasos son fácilmente digeribles en animales de estómago simple, sin embargo las grasas saturadas son consideradas perjudiciales desde el punto de vista de la alimentación humana (Jordán *et al.*, 2006).

El valor energético de una grasa es muy variable y varía en función de diversos factores como el tipo de grasa o la edad del animal. En animales de estómago simple los factores que determinan el valor energético son: el contenido en energía bruta, el porcentaje de triglicéridos contra ácidos grasos libres, el grado de insaturación de los ácidos grasos, a si como la longitud de cadena de los mismos.

En rumiantes, las grasas de la dieta pueden afectar el funcionamiento de los microorganismos del rumen, las grasas afectan la fermentación ruminal mediante un efecto inhibitorio directo sobre los microorganismos, al adherirse a las partículas del alimento, disminuyendo la tasa de exposición del forraje al ataque enzimático microbial. Chalupa *et al.* (1994) y Palquimst (1984) señalan que aceite de coco no provoca problemas en la fermentación ruminal, ya que la hidrólisis de ácidos grasos de cadena corta es más lenta en ácidos grasos saturados. Se ha señalado que las grasas insaturadas inhiben la fermentación en mayor grado que las grasas saturadas.

Camacho *et al.* (2006) señala que el valor de la energía del 68% del aceite contenido en la copra es de 6.9% Mcal/kg de materia seca, proporcionando aproximadamente 4.7 Mcal de energía Neta proveniente del aceite por cada kilo de copra. Considerando que el maíz tiene 2.9 Mcal/kg, señala que un kilo de copra puede tener un valor energético equivalente a 2.5 kg de maíz y sorgo, haciendo a la copra atractiva para la alimentación de bovinos debido a su alto valor energético, 4.7 Mcal de energía por kilogramo de materia seca. Los lípidos son constituyentes esenciales de las células del organismos.

Thorne *et al.* (1989), hicieron hincapié en que la copra cambia su composición de nutrimentos, de acuerdo con su contenido de aceite, debiéndose al método de extracción de este. Diversos estudios han mostrado que la edad de los animales influye en la digestibilidad del extracto etéreo de la dieta, siendo más eficientes los cerdos de siete semanas de edad con respecto a otros más jóvenes (Creswell y Brooks, 1971; Thorne, 1989; Kanazawa, 2007).

Cera *et al.* (1990) señalaron que los valores de una alta digestibilidad total del extracto etéreo en cerdos destetados con aceite de coco están influidos por la naturaleza de los triglicéridos de este aceite, muy rico en ácidos grasos de cadena media, siendo más rápidamente liberados para entrar en la fase micelar lípido-bilis.

CONCLUSIONES

- La palma de coco puede ser aprovechada principalmente en las regiones tropicales, en México, tanto en el Golfo como en el Pacífico donde es un cultivo perenne y altamente productivo.
- La copra, la torta y harina de coco son los subproductos que por sus características pueden ser empleados en la alimentación animal por su alta productividad y su palatabilidad.
- La copra es un subproducto abundante, que por su contenido en aceite constituye un alimento densamente energético proporcionando 6.1 Mcal de energía total. Pero su uso en la alimentación animal se puede ver limitado por el costo ya que la copra se destina para la obtención de aceite con usos industriales y con fines alimenticios para el humano.
- La torta y la harina de copra aportan un nivel promedio de proteína del 20%, siendo una fuente proteica para los animales, pero de valor biológico pobre ya que se ve reducido por ser deficiente en algunos aminoácidos esenciales como lisina, metionina y triptófano, además de ser elevado en arginina
- Siendo necesaria su complementación con una fuente proteica rica en aminoácidos esenciales (como lo sería la harina de pescado) o la adición de aminoácidos sintéticos.
- La temperatura del proceso de extracción del aceite disminuye la disponibilidad de aminoácidos ya que a temperaturas superiores de 150 °C la disponibilidad de los aminoácidos es menor, por lo tanto habrá que considerar que la torta de coco que se sometió a una mayor extracción de aceite, tendrá menor disponibilidad de aminoácidos para los animales.
- Los subproductos del coco son ricos en potasio, el tercer mineral más importante del organismo animal, pero son deficientes en otros minerales esenciales como el calcio y el fósforo.
- En cerdos y aves su uso se ve limitado por su alto contenido de fibra y su contenido de aminoácidos siendo altos en arginina y bajos en lisina.
- En cuanto a factores tóxicos y anti nutricionales del coco, únicamente se mencionan la presencia de aflatoxinas que podría presentarse por la presencia de humedad y un mal manejo del producto, provocando diarreas.

- La grasa de la copra o la torta de coco, puede llegar a enranciarse si se almacena por un tiempo prolongado por lo que el consumo se puede ver limitado.

Glosario

AMINOÁCIDOS. Denominación que reciben ciertos ácidos orgánicos, algunos de los cuales son los componentes básicos de las proteínas.

AMINOANIDO ESENCIAL. Cada uno de los aminoácidos que el organismo no puede sintetizar y que deben estar incluidos en la dieta.

CAMBIUM. Tejido secundario de crecimiento, de plantas leñosas.

CAROZO. Hace referencia a la parte dura que envuelve al endospermo

CELULOSA. Es un polisacárido estructural que forma las membranas de las células vegetales y constituye componente de las células vegetales.

DRUPA. Fruto de mesocarpio carnoso, coriáceo o fibroso cuyo endocarpio forma una semilla en su interior cuyo endocarpio forma un hueso en su interior.

ESTUARIOS. Desembocadura de un río de gran anchura y caudal por donde el agua del mar penetra al subir la marea.

HELIOFITA. Especies que requieren altos niveles de luz, por lo tanto no admite sombreamientos.

LIGNINA. Es un constituyente intercelular de los tejidos de los vegetales, que proporciona resistencia y sostén a los tejidos vegetales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuero de M. M. 1999. Uso de la grasa en la alimentación animal. Revista de difusión de tecnología agrícola y pesquera. No. 64
- Armas, A.E., Chico, C.F. 1977. Nota sobre el uso de la harina de coco (*Cocos nucifera* L.) en raciones para pollos en crecimiento. Agronomía Tropical. Vol.27 3.351-355
- Butterworth, M.H. and Fox, H.C. 1963. The effect of heat treatment on the nutritive value of coconut oil meal and the prediction of nutritive value by chemical methods. Vol 17:445-452
- Camacho D.L.M., Cervantes N. A., Pescador S.N., Cipriano S.M., Sotelo C.J.J. 2006. Efectos de la inclusión de copra sobre la digestibilidad aparente de la materia seca en la dieta de borregos pelibuey en crecimiento. Revista electrónica de veterinaria REDVET, Vol.VII, nº10, octubre
Enlace: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101006.html>
- Camacho, D. L. M., Cervantes, N.A., Pescador, S. N., Cipriano, S. M. Sotelo C. J. 2005. Efectos de la suplementación con copra sobre la producción de leche, su composición y la Concentración de metabolitos en plasma de ganado bovino doble propósito en Pastoreo. Revista electrónica de veterinaria. Vol. VI, No. 8, 1-20
- Cera K. R., Mahan D.C., Reinhart G. A. 1989. Apparent fat digestibility and performance response of post weaning swine fed diets supplemented with coconut oil, corn oil or tallow. Journal Animal Science. 67: 2040-2047
- Cervantes N. A., De Jesús, M.C., 1994. Efectos de la suplementación de copra en la Producción y composición de la leche de vacas en pastoreo. Memorias. XIV Congreso Panamericano de Ciencias Veterinarias Acapulco, Gro. México. pp. 1-20
- Chalupa, W. B., Rickabaugh D. S., Kronfield D. S., Skalan D. 1994. Rumen fermentation in vitro as influenced by long-chain fatty acids. Journal Dairy Science. 67:1439.

- Creswell, D.C., Brooks, C. C. 1971. Composition, Apparent Digestibility and Energy Evaluation of Coconut oil and Coconut Meal. Journal Animal Science, agosto 33:366-369.
Enlace: <http://jas.fass.org/content/33/2/366.full.pdf+html?sid=ea50f921-eb82-402a-847f-92912664344c>
- Creswell, D.C. y Brooks, C. C. 1971. Effect of coconut meal on coturnix quail and of coconut meal and coconut oil on performance, carcasses measurements and fat composition in swine. Journal Animal Science. Vol 33 nº 2 370-375. Enlace: <http://jas.fass.org/content/33/2/370.full.pdf+html>
- Cuca G.M., Ávila G.E. 1978. Fuentes de energía y proteína para la alimentación de las aves. Ciencia veterinaria. Vol. 2:325-358
Enlace: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/cienciavet/revistas/CVvol2/CVv2c12.pdf>
- Church, D. Y.; y Pond. W. G. 1977. Bases científicas para la nutrición de los animales domésticos. Edit. Acribia. Zaragoza. España. 462 p.
- Dagher N.J. 2008. Poultry production in hot climates. 2ª Ed. Edit. CABI. London. 387p.
- Del Cañizo J. A. 1991. Palmeras: 55 especies con sus características, clima, suelo, cuidados y viveros donde encontrarlos. España, ed. Mundi-prensa. 298 p.
- Donalson, K.A., Mc Fadden T.B. 1991. Effects of saturated or polyunsaturated dietary oil on mammary development in prepubertal lambs. Journal. Dairy Science. 74 :142
- Domínguez C. E., López A. J., Castillo G. R., Ruiz B.P. 1999. El Cocotero Cocus nucífera L. Manual para la producción en México. INIFAP. Libro técnico numero 6. Tabasco, México. 132 p.
- Ehrlich, W. K., Upton P. C., Cowan R. T., Moss R. J. 1990. Copra meal as a Supplement for grazing dairy cows. Proceeding of the Australian Society of Animal Production. Vol. 18

- FAO. 2013. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación.
Enlace: <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/afris7es/Data/498.HTM>
- Flores M. J.A. 1986. Bromatología Animal. 3ª ed. ed. Limusa, México. 1096 p.
- Flores del V. W. 2001. Taller de asistencia técnica y capacitación, para el aprovechamiento agroindustrial del coco. Panamá, 26 pp.
- Freeman C. P., Holme D. W., Anniston E. F. 1968. The determination of the true digestibilities of interesterified fats in young pigs. *British Journal Nutrition*. 22:651-660
- Friedrich S., Heimo S. 1999. El Pequeño Souci-Fachmann-Kraut: tablas de composición de alimentos. ed. Acribia, Zaragoza España.
- González G., R., Torres H. G., Arece G.J. 2011. Ganancia de peso de ovinos alimentados con pasto Taiwán (*Penisetum purpureum*) suplementados con diversas fuentes de proteína. *Avances en investigación pecuaria*, Vol.15, núm. 3: 3-20. Universidad de Colima, Colima, México.
- Granados G. S. 2005. Reporte técnico: Caracterización de la cadena agroalimentaria y agroindustrial del cocotero (*Cocos nucifera* L.) en Colima. Universidad de Colima, Consejo estatal del coco, A.C. Enlace: http://www.colimaproduce.net/documentos/diagnostico_coco.pdf
- Granados S. D., López R. G. 2002. Manejo de la palma de coco (*Cocos nucifera*). *Revista Chapingo*, serie ciencias forestales y del ambiente. Enero-junio, /vol.8,1: 39-48. Enlace <http://www.redalyc.org/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=83720034002>
- Hamilton R.M.G., Mc Donald B.E. 1969. Effect of dietary fat source on the apparent digestibility of fat and the composition of fecal lipids of the young pigs. *Journal Nutrition*. 97:33-41

- Haponik, C. A. V., Espindola, G. B., Freitas, E. R., Raquel, D. L. Ramos, L. de O. Chaves, C. de S., 2009. Nutritional evaluation of diets containing coconut bran supplied to slaughter rabbits. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*, 31 (4): 357-364
- Jaqquot R., Ferrando R. 1959. *Las tortas alimenticias*. Ed. Acribia. España. 139 p
- Jordán E. Lovett D.K. Monahan F.J. Callan J. Flynn B., O'Mara F.P. 2006. Efecto del aceite de coco refinado o harina de copra en la producción de metano y sobre el consumo y rendimiento de carne de vacuno vaquillas. *Journal Animal Science*. Vol. 84 1:162-170.
- Kanazawa, J., Valiente, O., Mendoza, M., Acosta, C. 2007. Expeller de pulpa coco, uso en nutrición porcina y sus ventajas. *Revista Pecuaria y negocios*, N° 39, agosto, Paraguay. Enlace:
http://www.acrocomiasolutions.com/uploads/pdf/engorde_porcino_con_expeller_de_coco.pdf
- Lara B. A. Mendoza M. G.D. 2003. Degradabilidad ruminal in situ e in vitro de la metionina protegida. *Técnica Pecuaria México*. Vol. 41. 1: 91-103.
- Lekule F.P., Homb L. Kategile J.A. 1986. Digestibility and effect of copra cake on rate of gain, feed efficiency and protein retention of fattening pigs. *Tropical animal health and production*, Vol. 18:243-247.
- Ly Carmenatti, Franco L.S., Ronald S.R. 2005. Las palmas como fuente de alimento para cerdos en el trópico. Serie manuales/Universidad Autónoma de Yucatán-no.9. enlace: www.uady.mx/sitios/editoria/catalogo/cientificas.html
- Martínez M. A. 2002 Necesidades proteicas y aportes de proteína en el ganado vacuno y lechero. *Mundo Ganadero*. 145-148 pp.
Enlace:<http://www.producción-animal.com.ar>
- Mc Donald P., Edwards R. A., Greenhalgh JFD. 2002. *Nutrición Animal*. 6.ª ed., Ed. Acribia, España. 518 p.

- Musalem L. O. 2001. La copra, su importancia y comercialización en México. Revista Claridades agropecuarias. No 95, julio, 1-32
- Ochse, J. J. Soule, M. J., Dijkman, Jr, M. J., Welhburg, C. 1982. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Ed. Limusa. México. 322 p.
- Ohler J.G. Manejo Moderno del Cocotero; cultivo y productos. 1999. FAO. Enlace: <http://ecoport.org/ep?SearchType=earticleView&earticleId=143&page=0>
- Ovalles J. F., León L.A. Vielma R.A., Medina A. 2002. Determinación del contenido de aminoácidos libres del agua de coco tierno por HPLC y revisión electrónica sobre la nueva tecnología para el envasado del agua de coco. Revista de la facultad de Farmacia. Vol. 44. Venezuela.
Enlace: http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/23800/1/articulo44_13.pdf
- Palmquist, D.L. 1984. Use of fats in diets for lactating dairy cows. In: fats in Animal Nutrition. Ed. Butterworths. London 357-381p.
- Panigrahi, S. 1989. Effects on egg production of including high residual lipid copra meal in laying hen diets. Poultry Science, Vol. 30 (2): 305-312.
- Pérez G. G.C., Benítez M., Ovalles J. F. Ramona Y., Cuesta M. M. Silveira P. Enrique A. 2010. Utilización del agua de coco por vía intravenosa como terapia alternativa en la deshidratación de terneros. Revista electrónica de veterinaria, Vol. II, Núm.3:1-10.
Enlace: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=63613140064>
- Pond G. A. 2005. Introducción a la ciencia animal. Ed. Acribia. España. 650 p.
- Purselove J. W. 1992. Tropical Crops. Monocotyledons. Londres: Ed. Longman Scientific & Technical
- Reis S.T.C., Mariscal L.G., Uribe L.L. 2001. Efecto de la fuente de grasa en el comportamiento zootécnico y la digestibilidad total e ileal de los nutrimentos en lechones destetados. Técnica Pecuaria México. Vol. 39, Núm.3 193-206.

- Reyes S. E. 2001. Diferentes niveles de lisina en dietas para pollos de engorda con dos programas de alimentación, su efecto sobre la uniformidad y rendimientos de la canal, con análisis econométrico para estimar los niveles óptimos biológicos y económicos. Tesis. Colima, México
- Samson, A.S. 1971. Heat treatment of coconut meats and coconut meal. Journal of the Science of Food and Agriculture. Vol 22, num 6: 312-316
- Satín M. 2001. Nueva bebida para el deporte; agua de coco. Enfoques del departamento de agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (FAO).
Enlace: [http://www.fao.org/ag/esp/revista/9810/spot3\(actualizadonov2000\)](http://www.fao.org/ag/esp/revista/9810/spot3(actualizadonov2000))
- Scheffer S. R. 2009. Efectos del coco mbokaja en la alimentación animal. Universidad Nacional de Asunción, Paraguay.
Enlace:
http://www.acrocomiasolutions.com/uploads/pdf/experiencias_con_coco_integral_piensos_2.pdf
- Shimada M. A. 2003. Nutrición Animal. Trillas. México. 388p
- Souza, de DV, Zapata, JFF; Freitas, ER; Souza Neto, MA; Pereira, ALF; Vidal, TF; Abreu, VKG; Silva, 2009. Fatty acid profile and proximal composition of meat from rabbits fed diets containing coconut meal. Science and technology of foods. Vol. 29 (4): 778-784
- Sundu B., Kumar A., Dingle J. 2009. Valor Nutritivo de la harina de copra para pollos de engorde. Poultry Science. Vol 65. 3:481-491.
- Taffin De, G. 1998. Coconut the Tropical Agriculturalist: Coconut. Mac Millán, London
- Thomas, O. A., Scott. M. L. 1962. Coconut Meal as Protein Supplement in Practical Poultry Science. Vol 41: 477-485

- Thorne P.J., Wiseman J., Cole D.J.A., Machin D.H. 1989. The digestible and metabolizable energy value of copra meals and their prediction from chemical composition. *Animal Production* Vol 49. 3: 459-466
- Woll F.W. 1972. The Value of Coconut Meal as a Feed for Dairy Cows. *Journal Animal Science*: 85-92.