



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
POSGRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL ACEITE DE TRES VARIEDADES DE
PALMA AFRICANA (*Elaeis Guineensis* Jacq.) DE LA COMUNIDAD DE
TZELTAL MUKUL JA, MUNICIPIO DE PALENQUE, CHIAPAS

TESIS

Que como requisito parcial
para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

Presenta:

ANA MARIA SANDOVAL GARCÍA

Diciembre 2011
Chapingo, Estado de México



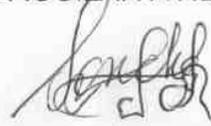
**CARACTERIZACION QUIMICA DEL ACEITE DE TRES VARIEDADES DE
PALMA AFRICANA (*Elaeis Guineensis* Jacq.) DE LA COMUNIDAD DE
TZELTAL MUKUL JA, MUNICIPIO DE PALENQUE CHIAPAS**

Tesis realizada por **ANA MARIA SANDOVAL GARCÍA** bajo la supervisión del
Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito
parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA**

DIRECTOR: 
DR. J. REYES ALTAMIRANO CÁRDENAS

ASESOR: 
DR. JORGE AGUILAR AVILA

ASESOR: 
MC. CARLOS SANCHEZ DEL REAL

ASESOR: 
DR. JOSE GUADALUPE GARCIA MUÑIZ

DEDICATORIAS

A mi mamá Victoria García Dávila por su fortaleza, por el enorme apoyo que ha representado para mí y para la culminación de este trabajo

A ti mi angelito, Jonathan Salas Romero que siempre estás conmigo, por fin el sueño se cumplió

A todos mis amigos y compañeros del Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, por todo lo que vivimos y que nunca olvidare

A un amigo muy especial, Noé Adán Estrada Arriaga que no alcanzó a compartir conmigo este logro pero yo sé que estará feliz, gracias amigo por todos los momentos que compartimos, por tus consejos y agradable compañía.

Con especial cariño Ana Sandoval García

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el financiamiento para poder realizar la maestría y culminar la presente investigación.

A la Universidad Autónoma Chapingo por haberme abierto sus puertas para realizar mis estudios de maestría.

Al Dr. J Reyes Altamirano Cárdenas por haber aceptado la dirección de este trabajo

Al Dr. Jorge Aguilar Ávila por las facilidades brindadas en la realización de la investigación

Al MC. Carlos Sánchez del Real por sus aportaciones y sugerencias en el desarrollo de la tesis

Al Dr. J. García Muñiz por la revisión y corrección de este trabajo

Al Dr. Manuel González Ronquillo y al personal de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UAEM por sus atenciones y facilidades brindadas a esta investigación en el análisis de vitaminas por (HPLC}

Al MC. Enrique Martínez por su asesoría en el análisis estadístico de esta tesis

Al Sr. Indalecio y a Fabián por su enorme apoyo en el laboratorio de nutrición de rumiantes del departamento de Zootecnia

A los productores de palma de la comunidad de Mukul Ja y en especial al Ing. Martin Jiménez por su enorme colaboración para la obtención del material de estudio

Al Sr. Jesús Carmona Montalvo por su apoyo en la edición de este trabajo

Al personal administrativo de la Universidad, en especial al CIESTAAM, Posgrado general y Posgrado de Agroindustrias, por sus atenciones durante mi estancia en la Universidad

DATOS BIOGRÁFICOS

Ana María Sandoval García realizó sus estudios de licenciatura en la Universidad Autónoma del Estado de México, en la Facultad de Ciencias Agrícolas, su desempeño laboral ha sido en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en el programa maíz y frijol.

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL ACEITE DE TRES VARIEDADES DE PALMA AFRICANA (*Elaeis Guineensis* Jacq.) DE LA COMUNIDAD DE TZELTAL MUKUL JA, MUNICIPIO DE PALENQUE, CHIAPAS

OIL CHEMICAL CHARACTERIZATION OF THREE VARIETIES OF AFRICAN PALM (*Elaeis Guineensis* Jacq.) OF THE COMMUNITY OF TZELTAL MUKUL JA, MUNICIPALITY OF PALENQUE, CHIAPAS

Ana Maria Sandoval García. Maestra en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria. Universidad Autónoma Chapingo

(Bajo la dirección del Dr. J. Reyes. Altamirano – Cárdenas)

RESUMEN

El cultivo de palma africana en el sureste mexicano tiene un gran potencial de desarrollo y la producción de aceite en la comunidad de Mukul Ja es una actividad que podría permitir a los productores disminuir el consumo de aceites envasados. El objetivo de este trabajo fue evaluar la composición química del aceite de tres variedades de palma (Deli x Ekona, Deli x Ghana y Deli x Nigeria), obtenido artesanalmente por los productores de cinco parcelas de la comunidad. Para dar certeza a los mismos de lo que están consumiendo, se evaluó el contenido de agua presente en el aceite por medio del método de la AOAC, así como el perfil de ácidos grasos fue evaluado por cromatografía de gases y el contenido de vitaminas liposolubles presentes en el aceite se determinó por cromatografía de líquidos (HPLC). Se identificaron cuatro ácidos grasos presentes en el aceite, mirístico con un promedio de 1.8 % para las tres variedades, palmítico con 32 %, Oleico con 41 % y linoleico con 18 %. Las vitaminas cuantificadas presentaron valores promedio de 15 mg/ml para la vitamina A, 41 mg/ml para la vitamina D y 32 mg/ml para la vitamina E. Las parcelas que presentaron valores más bajos en el contenido de agua del aceite, fueron la cuatro y cinco con valores de 0.50 a 0.10 por ciento. En general el aceite presentó buenas características para su consumo en crudo y no representa ningún peligro para la salud de sus consumidores.

Palabras clave: Aceite de palma, ácidos grasos, vitaminas liposolubles.

ABSTRACT

The cultivation of African palm in southeastern of Mexico has a great potential for development and production of oil in the community of Mukul Ja which is an activity that would allow producers to reduce the consumption of bottled oil, so the aim of this study was to characterize the three varieties of oil palm (Deli x Ekona, Deli x Ghana and Deli x Nigeria), obtained by the producers of handmade five plots of the community, to give certainty to them on what they are consuming, the content of water in the oil was evaluated by the method of the AOAC and the fatty acid profile was assessed by gas chromatography and fat-soluble vitamin content in the oil was determined by liquid chromatography (HPLC). Four fatty acids in the oil, myristic with an average of 1.8% for the three varieties, with 32% palmitic, oleic and linoleic acids with 41% to 18% were identified. Quantified vitamins showed average values of 15 mg / ml for vitamin A, 41 mg / ml for vitamin D and 32 mg / ml for vitamin E. Plots with lower values in the water content of oil, were the four and five with values of 0.50 to 0.10 percent. In general, the oil had good characteristics for raw consumption and poses no health hazard to consumers.

Keywords: palm oil, fatty acids, fat soluble vitamins.

CONTENIDO

| | |
|--|-----|
| DEDICATORIAS | iii |
| AGRADECIMIENTOS | iv |
| DATOS BIOGRÁFICOS..... | v |
| RESUMEN..... | vi |
| CONTENIDO | vii |
| LISTA DE CUADROS | x |
| LISTA DE FIGURAS | xi |
| LISTA DE ANEXOS | xii |
| 1. INTRODUCCIÓN GENERAL..... | 1 |
| 2. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 6 |
| 2.1 Origen y descripción taxonómica de la palma africana | 6 |
| 2.2 Importancia económica y distribución geográfica | 7 |
| 2.3 Principales países productores de palma de aceite..... | 8 |
| 2.4 Características de la comercialización del aceite de palma..... | 9 |
| 2.5 Producción de palma africana en México | 10 |
| 2.6 Potencial de producción de palma africana en Chiapas | 11 |
| 2.7 Definición de la red de valor | 11 |
| 2.8 Importancia de los aceites | 12 |
| 2.9 Características de los aceites vegetales | 12 |
| 2.9.1 Ácidos grasos | 12 |
| 2.9.2 Contenido de vitaminas..... | 13 |
| 2.9.3 Vitamina A (palmitato de retinol) | 14 |
| 2.9.4 Vitamina D (colecalciferol)..... | 15 |
| 2.9.5 Vitamina E (tocoferoles) | 16 |
| 2.10 Importancia de los subproductos agrícolas en la alimentación animal | 17 |
| 2.10.1 Esquilmos y subproductos agrícolas empleados como forrajes | 18 |
| 2.10.2 Características de los esquilmos agrícolas e industriales | 19 |
| 2.10.3 Uso de esquilmos agrícolas e industriales en la alimentación de ovinos .. | 20 |
| 2.10.4 Importancia de los minerales en las dietas de rumiantes | 20 |

| | |
|---|----|
| 2.10.5 Digestibilidad de los forrajes..... | 21 |
| 3. LITERATURA CITADA..... | 23 |
| CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE VALOR PALMA DE ACEITE DE LA COMUNIDAD DE TZELTAL MUKUL JA MUNICIPIO DE PALENQUE CHIAPAS, MÉXICO | |
| | 29 |
| RESUMEN..... | 29 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 30 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS | 32 |
| 2.1 Lugar de la investigación | 32 |
| 2.2 Metodología empleada | 32 |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 36 |
| 3.1 Características generales de la red de valor palma de aceite..... | 36 |
| 3.2 Red de valor palma de aceite en Palenque Chiapas | 36 |
| 3.2.1 Agroindustria..... | 37 |
| 3.2.2 Proveedores | 38 |
| 3.2.3 Clientes..... | 39 |
| 3.2.4 Competidores | 41 |
| 3.2.5 Complementadores..... | 42 |
| 4. CONCLUSIONES | 44 |
| 5. LITERATURA CITADA..... | 46 |
| CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL ACEITE DE TRES VARIETADES DE PALMA AFRICANA (<i>Elaeis Guineensis Jacq.</i>) DE LA COMUNIDAD DE TZELTAL MUKUL JA, MUNICIPIO DE PALENQUE, CHIAPAS | |
| | 47 |
| RESUMEN..... | 47 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 48 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS | 51 |
| 2.1 Lugar de la investigación | 51 |
| 2.2 Material vegetal..... | 51 |
| 2.2.3 Obtención del aceite..... | 52 |
| 2.2.4 Muestreo del aceite..... | 52 |
| 2.3 Análisis del aceite..... | 53 |
| 2.3.1 Determinación de materia seca y porcentaje de agua..... | 53 |
| 2.3.2 Perfil de ácidos grasos..... | 54 |
| 2.3.3 Análisis de vitaminas | 54 |
| 2.3.4 Identificación y cuantificación de vitamina A | 55 |
| 2.3.5 Identificación y cuantificación de vitamina D | 55 |

| | |
|---|----|
| 2.3.6 Identificación y cuantificación de α -tocoferol (vitamina E) | 56 |
| 2.4 Diseño experimental..... | 57 |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 58 |
| 3.1 Análisis realizados al aceite de la comunidad | 58 |
| 3.1.1 Materia seca y contenido de agua..... | 58 |
| 3.1.2 Perfil de ácidos grasos..... | 58 |
| 3.1.3 Cuantificación de vitaminas A y D | 60 |
| 3.1.4 Cuantificación de tocoferoles..... | 60 |
| 3.1.5 Eficiencia del proceso de extracción del aceite..... | 61 |
| 3.1.6 Usos del aceite crudo de palma | 61 |
| 3.2 Análisis del aceite obtenido de la agroindustria..... | 62 |
| 3.3 Comparación del aceite crudo de palma con aceites procesados y comerciales .. | 63 |
| 4. CONCLUSIONES | 66 |
| 5. LITERATURA CITADA..... | 68 |
| CAPÍTULO 3. COMPOSICIÓN DEL SUBPRODUCTO DE PALMA | |
| AFRICANA (<i>Elaeis Guineensis</i> Jacq.) PARA SER EMPLEADO | |
| COMO FORRAJE PARA RUMIANTES..... | |
| | 72 |
| RESUMEN..... | 72 |
| 1. INTRODUCCIÓN | 73 |
| 2. MATERIALES Y MÉTODOS | 76 |
| 2.1 Material vegetal..... | 76 |
| 2.2 Análisis realizados al subproducto | 76 |
| 2.2.1 Análisis químico proximal | 76 |
| 2.2.2 Contenido de minerales | 77 |
| 2.2.3 Análisis de la digestibilidad <i>in vitro</i> del subproducto de palma..... | 77 |
| gMSb = gramos de materia seca | 78 |
| 2.2.4 Análisis de energía metabolizable..... | 78 |
| 2.3 Análisis estadístico | 79 |
| 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 80 |
| 3.1 Análisis proximal del subproducto..... | 80 |
| 3.2 Análisis de minerales..... | 83 |
| 3.3 Determinación de la digestibilidad <i>in vitro</i> del subproducto | 84 |
| 3.4 Determinación de energía metabolizable | 85 |
| 3.5 Eficiencia del proceso de obtención del subproducto | 86 |
| 3.6 Potencial del subproducto de palma para el consumo animal..... | 86 |
| 4. CONCLUSIONES | 87 |
| 5. LITERATURA CITADA..... | 89 |
| ANEXOS | 93 |

LISTA DE CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1.1 Clasificación taxonómica de palma africana (<i>Elaeis Guineensis</i> Jacq.) | 7 |
| Cuadro 1.2 Ingesta diaria recomendada (IDR) para hombres y mujeres de vitaminas según el departamento de nutrición del IOM (Institute of Medicine - Instituto de Medicina) y la USDA (United States Department of Agriculture) | 14 |
| Cuadro 2.1 Ubicación de las extractoras y refinadoras de aceite en México..... | 40 |
| Cuadro 2.2 Subproductos del aceite de palma | 40 |
| Cuadro 2.3 Ubicación de las plantas Agroindustriales que procesan palma de aceite en el Sureste de México | 41 |
| Cuadro 3.1 Promedio de ácidos grasos y materia seca de las cinco parcelas muestreadas | 59 |
| Cuadro 3.2 Cuantificación de vitaminas liposolubles en el aceite de palma | 60 |
| Cuadro 3.3 Contenido de ácidos grasos y materia seca del aceite obtenido de la agroindustria | 63 |
| Cuadro 3.4 Contenido de ácidos grasos de cadena larga en algunos aceites vegetales (expresado en %) | 65 |
| Cuadro 4.1 Composición nutrimental de cada variedad del subproducto de palma (g/100 g en Base Seca) | 82 |
| Cuadro 4.2 Contenido de minerales por variedad del subproducto de palma..... | 82 |
| Cuadro 4.3 Composición nutrimental del subproducto obtenido por la agroindustria | 84 |
| Cuadro 4.4 Porcentaje de digestibilidad <i>in vitro</i> de las tres variedades del subproducto de palma de aceite..... | 85 |
| Cuadro 4.5 Energía metabolizable de las tres variedades del subproducto de palma..... | 85 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1.1 Producción en millones de toneladas de aceite de los principales países productores del mundo y producción de México. Fuente (FAO, 2010)..... | 9 |
| Figura 1.2 Consumo per cápita de aceites (kg*habitante/año) por país. Fuente (FAO, 2010)..... | 9 |
| Figura 1.3 Estructura química de la vitamina A | 15 |
| Figura 1.4 Estructura química de la vitamina D | 16 |
| Figura 1.5 Estructura química de la vitamina E..... | 17 |
| Figura 2.1 Representación de una red de valor Fuente: (Nalebuff y Brandenburger, 2005) | 32 |
| Figura 2.2 Red de valor palma de aceite en Palenque, Chiapas Fuente: Elaboración propia..... | 37 |
| Figura 3.1 Frutos de las variedades empleadas en el estudio..... | 52 |
| Figura 3.2 Extracción del aceite..... | 53 |

LISTA DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1. Principales municipios productores de palma en el estado de Chiapas..... | 93 |
| Anexo 2. Principales distritos productores de palma en el estado de Chiapas | 94 |
| Anexo 3. Cuadros por parcela para promedios de materia seca y ácidos grasos | 94 |
| Anexo 4. Comparación de los valores nutritivos del núcleo de la torta obtenida en la comunidad y en la agroindustria..... | 96 |

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

La producción mundial de aceites vegetales durante el periodo 2008/2009, según proyecciones de la USDA es de 133.71 millones de toneladas, destacándose: los aceites de palma y soya como los de mayor producción (UTEPI, 2008).

Lankmayr *et al.* (2004) mencionan también que los aceites vegetales son esenciales en la nutrición mundial, aunque dependiendo de las condiciones regionales, se pueden producir una variedad de aceites en diferentes calidades. Hoy en día la investigación así como la producción de semillas y frutas oleaginosas ha sido considerablemente creciente como una fuente de material crudo para la industria oleo química, representando el 70 % de todos los aceites obtenidos de fuentes naturales que son usados principalmente por la industria alimentaria (Vallilo *et al.*, 1999).

En los últimos años México ha profundizado su dependencia respecto al mercado internacional de productos oleaginosos. Para contribuir a disminuir el déficit, la industria aceitera mexicana está impulsando el cultivo de productos oleaginosos que a la vez apoye el desarrollo regional, entre los que se encuentra la palma de aceite.

De acuerdo con Solleiro y del valle (2003), de las oleaginosas cultivadas, la palma de aceite es una de las alternativas más eficientes para satisfacer la demanda de aceites vegetales, tanto por su alta productividad como por su gran versatilidad para elaborar cientos de productos comestibles y no comestibles; ventajas que favorecen a pocas regiones del mundo en donde su cultivo es competitivo

En México el cultivo y producción de la palma africana se ha incrementado de manera importante en los últimos 10 años. De acuerdo con los datos de la SAGARPA (2011), la superficie plantada aumentó del año 2000 al 2010 un 196%, pasando de 16,754 a 49,581 ha. Por su parte, la producción creció un 753 % en el mismo periodo, al pasar de 51,345 a 438,172 ton. Sin embargo, los rendimientos se redujeron un 26.8%, al pasar de 18.7 toneladas/ha en 2000 a 13.7 toneladas/ha en 2010; parte de la explicación de esta reducción se da por el incremento importante del cultivo en zonas con escaso potencial productivo y al manejo agronómico inadecuado.

El cultivo de palma de aceite en el sureste de México ha mostrado sus ventajas desde el punto de vista técnico, y económico, siendo la participación de la industria un punto crucial, ya que ésta puede garantizar la compra, establecer los parámetros de calidad y realizar los contratos correspondientes, lo cual da certidumbre a los agricultores y continuidad al cultivo (Aniame, 2007).

De la palma africana se obtiene el segundo aceite más importante, superado solamente por el de soya. De su industrialización se extraen dos tipos de aceite: el primero el aceite de palma, se utiliza extensamente para producir oleomargarina, manteca y grasas para la cocina, además de utilizarse como insumo para la fabricación de otros productos para el

consumo humano; el segundo, el aceite de almendra de palma (palmiste), contiene una gran cantidad de ácido láurico el cual es utilizado para producir jabones. Actualmente el aceite de palma tiene mayor importancia para ser transformado en biocombustible o en aceites biológicos. También, la palma de aceite es importante porque se le considera como un cultivo de alta rentabilidad y es una muy buena opción para las zonas tropicales y puede ser considerado para el desarrollo rural (Gobierno del Estado de Veracruz, 2009).

El aceite rojo de palma africana (*Elaeis Guineensis*), es una de las principales materias primas para la elaboración de aceites y grasas, el cual tiene un nicho de mercado muy definido que son las refinerías. Sin embargo en el proceso de refinación pierde características como su valor nutritivo, calidad de ácidos grasos y se reduce su vida útil (Manning, 2000).

De acuerdo con el INIFAP y el Oil World, “las proyecciones en el mundo hasta el 2020, indican que el consumo de aceite de palma aumentará en términos reales y por habitante”, lo cual le hace ser un cultivo muy atractivo para la región del trópico mexicano que cuenta con condiciones apropiadas para su desarrollo. Entre las ventajas de este cultivo se tiene que los principales productos obtenidos del fruto, el aceite y la oleína, tienen propiedades que por su funcionalidad son muy apreciadas para la elaboración de cientos de productos alimenticios. Con los subproductos obtenidos de la extracción y refinación se fabrican incluso productos no comestibles como jabones y plásticos biodegradables y los subproductos del cultivo se utilizan como combustibles para las calderas de las plantas; aunque todavía es necesario mejorar y perfeccionar el reciclaje y aprovechamiento de subproductos generados en el cultivo de esta planta, a fin

de aprovechar al máximo todos los recursos y generar un mínimo de desperdicios (Patzaris, 2000).

Los aceites y grasas pueden variar como resultado de condiciones ambientales y su composición genética; estos con frecuencia varían según la localidad en la cual se producen por su clima, el tiempo y las variedades favorecidas en regiones particulares (Hammond, 2000). Ruiz-Méndez *et al.* (1997) encontraron en todas sus pruebas que las cantidades de monómeros de triglicéridos y diglicéridos oxidados en los aceites refinados permanecen cerca de los encontrados de los aceites crudos al inicio; los dímeros de triglicéridos fue el único grupo que mostró un incremento significativo, el cual dependía de la composición de ácidos grasos y la calidad inicial del aceite crudo.

El cultivo de palma de aceite ha beneficiado a los pequeños productores y ejidatarios, generándoles un ingreso económico más estable que les permite mejorar su nivel de vida al acceder a satisfactores que antes eran imposibles; en especial, casas construidas con materiales de mejor calidad, enseres domésticos, ropa, equipo electrónico, y alimentación satisfactoria y más variada para toda la familia (ANIAME, 2007).

Para el caso del estado de Chiapas, el gobierno del estado ha impulsado el cultivo de manera importante al grado de que en el 2010 la superficie representó el 68 % del total nacional y el 78% en cuanto al volumen de producción (SAGARPA, 2011). Derivado del auge en la producción, diversos pequeños productores han incursionado en la extracción rudimentaria del aceite para consumo doméstico.

La literatura reporta que los aceites y grasas son producidos y valorados por sus propiedades particulares tales como su comportamiento durante la fusión, sabor,

estabilidad al sabor, ventajas nutricionales o uso industrial particular, y además que el sabor de algunos aceites es importante en los platillos originarios de sus regiones productoras (Hammond, 2000).

Bajo este contexto, los habitantes de la comunidad de Tzeltal Mukul Ja en el municipio de Palenque, Chiapas se dedican al cultivo de la palma africana y han visto como una alternativa de sustento la extracción artesanal del aceite para consumirlo y poder comercializarlo en otras comunidades; sin embargo no tienen la certeza de las características que éste tiene al consumirlo en crudo y no dan un uso al desecho que sale al final de la extracción. Al respecto, en México son pocas las investigaciones que refieren al aceite de palma africana y al subproducto que resulta después de la extracción.

Por tanto, el objetivo de este trabajo fue la caracterización química del aceite por medio de la determinación del porcentaje de agua, perfil de ácidos grasos y cuantificación de vitaminas A, D y E para dar certeza a los productores de lo que están consumiendo. Aunado a ello, también se planteó como objetivo analizar el subproducto para caracterizarlo por medio de un análisis químico proximal, determinación de minerales y porcentaje de digestibilidad *in vitro* para poder emplearlo como alimento para el ganado.

En el capítulo uno se describe la red de valor palma de aceite en el municipio de Palenque, Chiapas, mostrando un panorama de cómo está constituida la integración de sus actores, ya que de ella se desprenderán los capítulos dos y tres que muestran los resultados de la caracterización química del aceite y del subproducto obtenidos con productores en una comunidad.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen y descripción taxonómica de la palma africana

La palma africana (palma aceitera africana, Coroto de Guinea, *Palmera Aabora*, palmera de Guinea) es una planta tropical propia de climas cálidos cuyo origen se ubica en la región occidental y central del continente Africano, concretamente en el golfo de Guinea, de ahí su nombre científico (*Elaeis guineensis* Jacq.) ver cuadro 1.1, donde ya se obtenía desde hace 5 milenios. A pesar de ello, fue a partir del siglo XV cuando su cultivo se extendió a otras regiones de África. Su propagación a mínima escala se inició en el siglo XVI a través del tráfico de esclavos en navíos portugueses, siendo entonces cuando llegó a América, después de los viajes de Cristóbal Colón, concretamente a Brasil. En esta misma época pasa a Asia Oriental (Indonesia, Malasia, etc.) (INIFAP, 1999).

La palma aceitera es una planta perenne, cultivada por su alta productividad de aceite, la especie tiene tres variedades: *Dura*, *tenera* y *pisifera*; de ellas la variedad *tenera* es la que se utiliza comercialmente para la extracción del aceite y es un cruce entre las otras dos variedades. La palma africana es una especie monoica que produce inflorescencias masculinas y femeninas por separado (ciclos femeninos y masculinos alternos de manera que no ocurren autofecundaciones). Con el concurso de polen de otras plantas vecinas,

una inflorescencia femenina se convierte en un racimo con frutos maduros, de color rojo amarillentos, después de cinco meses a partir de la apertura de las flores. El número de racimos y de hojas producidas por palma por año es variable, de acuerdo a la edad y a los factores genéticos. A la edad de cinco años, se espera que una palma produzca catorce racimos por año, con un peso promedio de 7 kg por racimo; a los ocho años se estima que el número de racimos producidos es de ocho con un peso de 22 kg cada uno (De Candolle, 1986).

Cuadro 1.1 Clasificación taxonómica de palma africana (*Elaeis Guineensis* Jacq.)

| | |
|--------------------|------------------------|
| Reino | Plantae |
| Subreino | Tracheobionta |
| Subdivisión | Spermatophyta |
| División | Magnoliophyta |
| Clase | Liliopsida |
| Subclase | Arecidae |
| Orden | Commenlinidae |
| Familia | Arecaceae |
| Genero | Guineensis Jacq |
| Especie | Elaeis Guineensis Jacq |

Fuente: (Jones, 1999).

2.2 Importancia económica y distribución geográfica

La palma africana ha sido utilizada desde la antigüedad para la obtención de aceite. Produce dos tipos de aceite, el del fruto que ha sido empleado para consumo humano y el de la semilla empleado para la industria cosmética. El aceite alimentario se comercializa como aceite comestible, margarina, cremas, etc., y el aceite industrial es utilizado para la fabricación de cosméticos, jabones, detergentes, velas, lubricantes, etc. El aceite de palma africana representa casi el 25 % de la producción de aceites vegetales en el mundo. Es considerado como el segundo aceite más ampliamente producido, sólo superado por el aceite de soya. A pesar de ello, dentro de las plantas oleaginosas, la

palma africana es la de mayor rendimiento en toneladas métricas de aceite por hectárea. En comparación con otras especies oleaginosas, la palma africana tiene un rendimiento por hectárea varias veces superior. Es así que para producir lo mismo que una hectárea de palma, se necesitan sembrar 10 y 9 ha de soya y girasol, respectivamente. Debido a esto, el cultivo de la palma africana es de gran importancia económica ya que provee la mayor cantidad de aceite de palma y sus derivados a nivel mundial. África central fue el productor principal, concretamente el Congo antes de su independencia y posteriormente Nigeria. Desde los años 80, Malasia comienza el dominio del mercado, sin embargo, con la crisis asiática de 1997, la tendencia fue invertir en otras áreas del trópico. En América Latina, después de ensayos poco exitosos al principio del siglo XX, se retomó nuevamente el cultivo de forma extensiva a finales de los años 80. La mejor adaptación de la palma de aceite se encuentra en la franja ecuatorial, entre 15 grados de latitud norte y sur, donde las condiciones ambientales son más estables (Domínguez, 2002).

2.3 Principales países productores de palma de aceite

Los principales países productores de palma de aceite se encuentran mostrados en la Figura 1.1 México ocupa a nivel mundial el lugar 19 de producción. Según datos de la FAO (2010), en México se ha incrementado la producción de palma de aceite de 138,000 toneladas en el año 2000 a 292,499 toneladas en el 2008. La tendencia ha sido a incrementar el volumen de producción al paso de los años, esto se puede justificar por el impulso que ha dado el gobierno de Chiapas a los productores para el establecimiento de este tipo de cultivos.

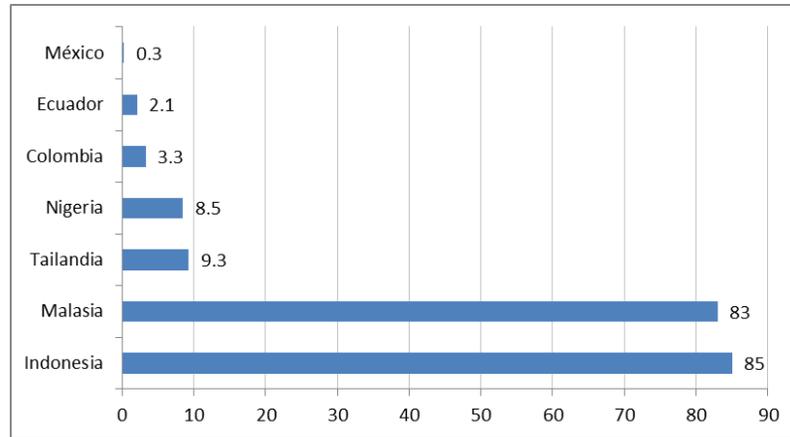


Figura 1.1 Producción en millones de toneladas de aceite de los principales países productores del mundo y producción de México.
Fuente (FAO, 2010).

2.4 Características de la comercialización del aceite de palma

El aceite de palma es consumido en todo el mundo por sus bajos costos y altos rendimientos, los principales productos de este aceite son empleados en la industria alimentaria y en la industria de los biocombustibles. Debido a que la demanda de aceites en el mundo es alta, ver Figura 1.2 y a que es el segundo aceite de mayor importancia en el mundo, el mercado del aceite de palma es amplio (Domínguez, 2002).

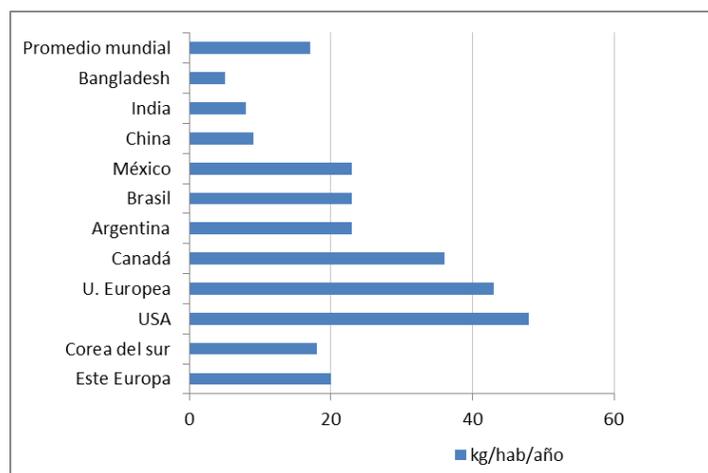


Figura 1.2 Consumo per cápita de aceites (kg*habitante/año) por país.
Fuente (FAO, 2010).

2.5 Producción de palma africana en México

Las primeras plantaciones de palma africana en México se establecieron en 1948, en la región del Soconusco, Chiapas. Entre 1990 y 2000, el gobierno federal impulsó estas plantaciones en el sureste de México (Chiapas, Campeche, Tabasco y Veracruz), alcanzando entonces unas 37 mil hectáreas de plantaciones (Bastida *et al.*, 1993).

La producción de palma de aceite en México, tiene como únicos representantes a los estados de Chiapas, Veracruz y Tabasco con un total de producción nacional de 219,269.54 toneladas en el 2005. Chiapas ha ocupado el primer lugar en producción, mientras que Veracruz y Tabasco se han disputado el segundo y tercer lugar en el 2003 y 2004. Sin embargo, los años anteriores el único estado productor ha sido Chiapas (SAGARPA, 2006).

La producción de palma en Chiapas, sólo en el soconusco, se extiende desde el municipio de Suchiate hasta Mapastepec, imponiéndose hasta casi alcanzar la frontera entre la entidad y la nación guatemalteca, en Tapachula y Pijijiapan de la región Istmo-Costa; las tierras son propiedad de casi cinco millares de productores, gran parte de ellos pertenecientes a los ejidos costeros y a la pequeña propiedad; todos agrupados en 34 sociedades de producción, que a su vez pertenecen a un consejo regional (Ver Anexo 1).

La producción también se puede cuantificar más específicamente por distrito, los cuales se distribuyen dentro de los municipios de Chiapas donde hay producción de palma (Ver anexo 2).

2.6 Potencial de producción de palma africana en Chiapas

Chiapas es el principal estado productor de palma de aceite en México, el de mayor rendimiento y con mayor subsidio gubernamental. El rendimiento por hectárea de fruta fresca oscila entre 18 y 20 toneladas al año. Existen 7 plantas extractoras en 4 municipios distintos de las cuales solo una es de capital social y las demás son privadas. Estas plantas tienen la capacidad de procesamiento de 881,280 toneladas de fruta fresca por día. Al inicio del plan rector del sistema producto palma de aceite de Chiapas 2004-2014, se cosecharon aproximadamente 131,611 toneladas de fruta fresca al año (Castro, 2009).

2.7 Definición de la red de valor

Nalebuff y Brandenburger (2005) en su libro *Coo-petencia*, introducen el concepto de red de valor en los negocios como una nueva forma de visualizar lo que ellos llaman “el juego de los negocios”. Basados en la teoría del juego propuesto por John Nash, John Harsanyi y Reinhard Selten, Nalebuff y Brandenburger proponen la visualización del sistema de negocios como una red en donde todos los actores son interdependientes. En esta red se encuentra a los clientes, proveedores, competidores y como parte central de la red encontramos a la compañía o empresa rural. En este esquema todos son parte de una red e influyen directamente en ella, cualquier movimiento de sus actores afectará a los demás.

2.8 Importancia de los aceites

Los aceites son una fuente importante de energía en la dieta de gran parte de la población mundial, ya que son los más concentrados de todas las fuentes alimenticias, proporcionando alrededor de 9 calorías/g de energía, comparado con alrededor de 4 calorías/g de las proteínas y carbohidratos, además que generalmente son más pequeños que estos. También proveen y actúan como transportadores de vitaminas liposolubles, tales como A, D, E, y K (Lawson, 1985, Wan, 2000).

2.9 Características de los aceites vegetales

Las grasas y aceites sufren muchos tipos de reacciones químicas durante los diversos pasos de manejo y procesamiento, estos son hidrólisis, saponificación, esterificación, interesterificación, hidrogenación, y oxidación. La hidrólisis de glicéridos con agua es catalizada por enzimas, ácidos, o metales para producir ácidos grasos libres (AGL) y glicerol (Wan, 2000).

2.9.1 Ácidos grasos

Los ácidos grasos inesterificados son con frecuencia llamados ácidos grasos libres, los cuales son generados por hidrólisis en los materiales productores de aceite durante la cosecha, manejo y proceso. Los AGL en aceites crudos extraídos son comúnmente removidos como jabones por refinación cáustica, aunque una alta concentración de AGL en aceite crudo significa enormes pérdidas en refinación (Wan, 2000).

Los ácidos grasos dietéticos que pueden funcionar como ácidos grasos esenciales deben tener una estructura química particular, es decir, dobles enlaces en la configuración cis y

en una posición específica (carbono 6 y 9 ó 3, 6 y 9 del metilo final de la molécula) en la cadena de carbonos (Lawson, 1985).

Los ácidos grasos insaturados son clasificados con frecuencia con base en la posición del primer doble enlace en relación al metil final (CH₃) que se conoce también como el extremo omega (ω). Esos ácidos grasos en los cuales el primer doble enlace está entre el tercer y cuarto átomo de carbono se conocen como ácidos grasos ω -3, mientras que aquellos ácidos grasos que tienen un doble enlace entre el sexto y séptimo átomo de carbono son llamados ácidos grasos ω -6 (Liepa *et al.*, 2000).

2.9.2 Contenido de vitaminas

Las vitaminas son compuestos de naturaleza orgánica requeridos por los seres vivos en pequeñas cantidades y contribuyen al completo desarrollo de las funciones fisiológicas en los organismos vivos. Su deficiencia puede generar una serie de reacciones adversas para los seres vivos (Momenbeik *et al.*, 2005).

Curtis y Barnes (1994) definen a las vitaminas como un compuesto químico cuya presencia en la dieta es esencial para mantener el crecimiento y la salud, y cuya ausencia o suministro inadecuado da como resultado el desarrollo de manifestaciones específicas de enfermedades. En el Cuadro 1.2 se muestra la ingesta diaria recomendada para hombres y mujeres de las diferentes vitaminas.

Las vitaminas A, D, E, K y los carotenoides activos de provitamina A están siendo determinados principalmente utilizando HPLC, Ball (1988) ha escrito una amplia revisión de los ensayos de vitaminas liposolubles en alimentos. Los métodos para vitamina A y E son relativamente fáciles de seguir por analistas experimentados, si se

observan cuidadosamente las etapas más críticas. La determinación de la vitamina D y vitamina K es más difícil básicamente debido al bajo contenido encontrado en los alimentos.

Las fuentes dietéticas más ricas de vitamina E son los aceites vegetales comestibles, especialmente los aceites de germen de trigo, soya, maíz, algodón, cártamo y palma. Por su parte, el aceite de semilla de calabaza también contiene altas cantidades de tocoferol (Murkovic *et al.*, 1999a).

Cuadro 1.2 Ingesta diaria recomendada (IDR) para hombres y mujeres de vitaminas según el departamento de nutrición del IOM (Institute of Medicine - Instituto de Medicina) y la USDA (United States Department of Agriculture)

| Requerimiento diario de vitamina | Hombres | Mujeres |
|----------------------------------|---------|---------|
| Vitamina A | 900 µg | 700 µg |
| Vitamina D | 5µg | 5µg |
| Vitamina E | 15mg | 15mg |
| Vitamina K | 120mg | 90mg |
| Vitamina B1 | 1.2mg | 1.1mg |
| Vitamina B2 | 1.3mg | 1.1mg |
| Vitamina B3 | 16mg | 14mg |
| Vitamina B6 | 1.3mg | 1.3mg |
| Vitamina B12 | 2.4µg | 2.4µg |
| Vitamina C | 90mg | 75mg |

Fuente: (Mason, 2007).

2.9.3 Vitamina A (palmitato de retinol)

Vitamina A es el nombre genérico utilizado para describir al retinol, sus ésteres y los correspondientes isómeros, ver Figura 1.3. Sólo está presente como tal, en los alimentos

de origen animal, aunque en los vegetales se encuentra como provitamina A en forma de carotenos. La principal función de la vitamina A es la protección de la piel y su intervención en el proceso de visión de la retina. También participa en la elaboración de enzimas en el hígado y de hormonas sexuales y suprarrenales. El déficit de vitamina A produce ceguera nocturna, sequedad en los ojos (membrana conjuntiva) y en la piel, y afecciones diversas de las mucosas; en cambio, el exceso de esta vitamina produce trastornos como alteraciones óseas, e incluso inflamaciones y hemorragias en diversos tejidos. La vitamina A se encuentra principalmente en productos animales tales como leche, crema, mantequilla, queso, huevos, carne, hígado, riñón y aceite de hígado de bacalao. Por lo general, se encuentra como ésteres de ácidos grasos de cadena larga pero también se encuentra como retinol. Se destruye muy fácilmente con la luz, con la temperatura elevada y con los utensilios de cocina de hierro o cobre (Cravzov *et al.*, 2006).

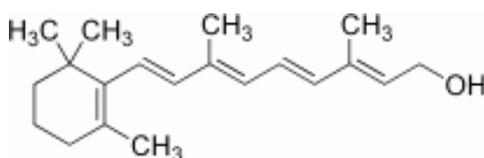


Figura 1.3 Estructura química de la vitamina A

2.9.4 Vitamina D (coleciferol)

La vitamina D o coleciferol pertenece al grupo de las vitaminas liposolubles. Las moléculas precursoras o provitaminas están presentes en alimentos que contienen la 7-deshidrocolesterol presente en los tejidos animales y el ergosterol constituyente de los vegetales, ver Figura 1.4. Estas pasan a ser vitaminas cuando la piel se expone a los rayos solares convirtiendo así el 7-deshidrocolesterol en coleciferol (vitamina D₃) y

el ergosterol a vitamina D₂. El metabolismo es el que se encarga de producir las formas metabólicamente activas (Jakobsen *et al.*, 2003).

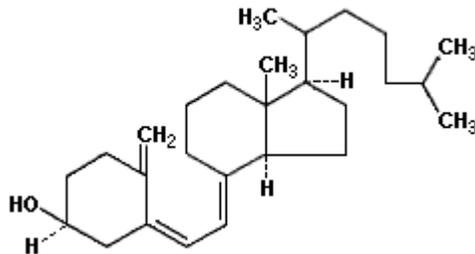


Figura 1.4 Estructura química de la vitamina D

2.9.5 Vitamina E (tocoferoles)

Los tocoferoles, con sus isómeros α , β , γ y δ , forman la familia de compuestos de la vitamina E, ver Figura 1.5. La vitamina E es un antioxidante alimentario ya que tiene efecto bloqueador de los radicales libres, por lo que se cree que evitan la aparición de enfermedades degenerativas, como el cáncer y las enfermedades cardiovasculares (Ahmida *et al.*, 2006).

Hasta ahora se conocen con precisión tres tipos de tocoferoles, que son: α - tocoferol; β - tocoferol; γ -tocoferol. Esquemáticamente la fórmula química está constituida por dos anillos bencénicos a los que está unida una cadena abierta de átomos de carbono, unidos a grupos metílicos, existiendo también un grupo fenólico que proporciona a estos compuestos un poder antioxidante (Bernardini, 1986).

El α -tocoferol, también conocido como vitamina E, es ampliamente usado como un suplemento nutricional; el β -tocoferol existe en concentraciones muy bajas para tener

alguna importancia práctica, mientras que el δ - y γ -tocoferol son conocidos por sus propiedades antioxidantes (O'Brien, 2000b).

Medina *et al.* (2000) indican que los tocoferoles son importantes inhibidores de la oxidación de lípidos en los sistemas biológicos y alimenticios. Estos antioxidantes naturales se encuentran en aceites de semilla en cuatro diferentes formas: α -tocoferol, β -tocoferol, γ -tocoferol, y δ -tocoferol. Estos se encuentran en más alta concentración en aceite crudo de soya (1,200 ppm) que en aceite de maíz (900 ppm) o aceite de algodón (790 ppm). Todas las formas de vitamina E son absorbidas pero no bien retenidos en el cuerpo, excepto el α -homólogo que es preferentemente absorbido (Murkovic *et al.*, 1999a).

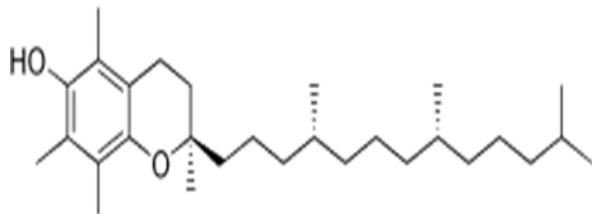


Figura 1.5 Estructura química de la vitamina E

2.10 Importancia de los subproductos agrícolas en la alimentación animal

La alimentación de los bovinos en México, destinados a la producción lechera o de carne en forma intensiva, está basada principalmente en granos de cereales como el sorgo y el maíz como ingredientes energéticos principales de las raciones; sin embargo, la producción nacional de estos granos no satisface la demanda de la población ni la del sector ganadero, como consecuencia hay una gran dependencia de la importación de granos de cereales de los Estados Unidos de América y otros países para la fabricación

de alimentos de consumo animal, con lo cual el costo de producción es alto y es poco o nada rentable para los productores (Osuna, 2004; Villamar, 2004).

Los forrajes son un componente necesario de las dietas para vacas lecheras, ya que proporcionan la fibra que es necesaria para optimizar la función ruminal. Sin embargo, los forrajes por si mismos proporcionan nutrientes insuficientes para lograr una alta producción de leche, por lo que debe complementarse con otros ingredientes energéticos como los granos o pastas de oleaginosas. Debido a que la calidad del forraje es muy variable, ésta debe ser evaluada antes de que las dietas sean formuladas. Los forrajes han sido tradicionalmente analizados por las concentraciones de proteína cruda y fibra debido a su efecto directo en la formulación de la dieta. Más recientemente, en la fibra detergente neutro, la digestibilidad *in vitro* (IVFD) ha sido identificada como un parámetro de calidad importante, ya que es muy variable en los forrajes y tiene efectos consistentes sobre la productividad de las vacas lecheras. Sin embargo, es importante para comprender las características y limitaciones de las mediciones *in vitro* de FDN del forraje para maximizar el beneficio de una mayor IVFD (Oba y Allen, 2005).

2.10.1 Esquilmos y subproductos agrícolas empleados como forrajes

Las actividades agropecuarias y agroindustriales dan origen a una serie muy amplia de esquilmos y subproductos que se pueden emplear de diversas maneras para formular alimentos para los animales. Los principales esquilmos derivan en su mayor parte de cereales. El cultivo del maíz es el que contribuye con mayor cantidad de material. Además, existe un volumen importante de pajas de sorgo, trigo, frijol, arroz, cebada, soya, cáscara de algodón y subproductos de la industria azucarera como melaza, puntas

de caña y bagazos. También se debe tener en cuenta que el manejo adecuado de las excretas de algunos animales permite proporcionar parte de la dieta que consume el ganado. En general, los esquilmos agrícolas abundan en diversas zonas del país, en especial en las áreas de temporal, y del total de nutrimentos energéticos aprovechables para las especies pecuarias, los esquilmos pueden llegar a aportar un máximo de 20 %. Sin embargo, se está lejos de alcanzar dicho potencial y de lograr un uso eficiente de los residuos de cosechas ya que el promedio de aprovechamiento de los esquilmos para el ganado oscila alrededor del 45 % del total disponible; además, casi la mitad de dichos residuos se pastorean directamente o se suministran “en greña”, que son los sistemas más ineficientes (González, 2000).

2.10.2 Características de los esquilmos agrícolas e industriales

Los esquilmos y residuos agrícolas se derivan de las partes de las plantas (cereales en su mayoría) que permanecen en el terreno después de cosechar el grano o la semilla. Se trata de productos secos, fibrosos, maduros que su componente principal son los carbohidratos estructurales y unión con la lignina, son de baja densidad, alta capacidad de absorción de líquidos, digestibilidad baja, bajo contenido de proteína, alto contenido de FDN, lignina y sílice siendo estos dos últimos los que reducen el aprovechamiento por el animal. Los tallos y las cascarillas constituyen la mayor proporción de los esquilmos agrícolas, son deficientes en minerales como el fósforo y azufre, y los secos en carotenos precursores de vitamina A. Los esquilmos son utilizados en áreas agrícolas de baja disponibilidad de otros forrajes, en épocas de escasez y como emergencia. También sus ventajas son que están disponibles para pequeños productores en época de escasez de forraje y en lluvias cuando se esté utilizando la tierra con otros cultivos;

además favorecen al funcionamiento del rumen en los animales, la rumia y el paso del bolo alimenticio al tracto digestivo; estimulan la producción de saliva, mantienen la acidez del rumen en niveles intermedios y evitan la acidosis típica. Para mejorar el manejo de esquilmos es necesario reducir su voluminosidad a través de su molienda o empacado. El empleo de altos niveles de este alimento se restringe a los animales de menores requerimientos nutricionales o a periodos de escasez y emergencia (Vargas y Zumbado, 2003).

2.10.3 Uso de esquilmos agrícolas e industriales en la alimentación de ovinos

Los rumiantes alimentados solamente a partir de residuos de cosecha generalmente no pueden mantener su peso corporal; ocurre un detrimento en la producción de carne, leche o lana y en la eficiencia reproductiva. El bajo contenido y escasa disponibilidad de los nutrimentos son las principales limitaciones de los esquilmos que afectan directamente la respuesta productiva de las especies pecuarias (González, 2000).

2.10.4 Importancia de los minerales en las dietas de rumiantes

Los macro y micro minerales son indispensables para asegurar la vida y productividad de todas las especies. El contenido de minerales en los forrajes está afectado por múltiples factores, uno de los más importantes es la localización geográfica. En clima templado se han encontrado contenidos de Ca, Mg, Fe, Zn y Cu en praderas de *Lolium perenne*, que eran insuficientes para cubrir los requerimientos del ganado lechero que las pastoreaba, mientras que las concentraciones de P, Na y K fueron mayores al nivel normal. En cambio, en una zona semidesértica, el Ca, Mg y Fe se encontraron en los forrajes en cantidades suficientes para satisfacer los requerimientos de bovinos de razas

cárnicas en pastoreo; sin embargo, los forrajes fueron marginalmente deficientes en P, Na, Zn y Cu. Finalmente, en zona tropical es frecuente encontrar deficiencias de P en praderas de Buffel común pastoreadas por bovinos de carne en crecimiento, por lo que los autores recomiendan complementarlo durante todo el año, en cambio el Cu y Mn sólo deben complementarse durante la época seca (Sánchez *et al.*, 1997).

2.10.5 Digestibilidad de los forrajes

La digestibilidad de un alimento indica la cantidad de un alimento completo o un nutriente en particular del alimento, que no se excreta en las heces y que, por consiguiente, se considera que es utilizable por el animal tras la absorción en el tracto digestivo (Bondi, 1988).

El conocimiento de la digestibilidad de los alimentos es básico para establecer su valor nutritivo y, por tanto, para la formulación de raciones para los animales rumiantes. Sin embargo, la determinación *in vivo* de la digestibilidad es un proceso laborioso y costoso, y que requiere el empleo de grandes cantidades de alimento, por lo que se han propuesto distintos métodos *in vitro* para su estimación. El procedimiento propuesto por Tilley y Terry (1963) es, con ligeras modificaciones, el más ampliamente utilizado en la mayoría de los laboratorios. Sin embargo, la técnica desarrollada por Van Soest *et al.* (1966) supone una alternativa al método de Tilley y Terry, ya que permite una valoración más rápida de los alimentos sin afectar negativamente a la precisión del valor obtenido (Van Soest, 1994). Este procedimiento consiste en una incubación de los alimentos con líquido ruminal durante 48 h a 39°C, seguida del tratamiento del residuo obtenido con una solución neutro-detergente durante 1h a 100°C, y los valores obtenidos se

consideran una estimación de la digestibilidad real de los alimentos (Van Soest *et al.*, 1966).

3. LITERATURA CITADA

- Ahmida H., S., M., P. Bertucci, L. Franzò, R. Massoud, C. Cortese, A. Lala, and G. Federici. 2006 *Chromatogr B*, 842:43.
- ANIAME. Asociación Nacional de Industriales de Aceites y Mantecas Comestibles A.C. 2007. Estadísticas. [En línea] <http://portal.aniname.com/aye.shtml>
- Ball G., F., M. 1988. *Fat-soluble vitamin assays in foods analysis*. London, Elsevier Applied Science
- Bastida P., S., V. Figueredo, P., y C. Reyes, R. 1993. “Obtención de materiales de palma de aceite (*Elaeis guineensis*) adaptados al trópico latinoamericano”, *Palmas* (No. Especial): 49-56.
- Bernardini E., 1986. *Tecnología de aceites y grasas*. ed. Alambra. Madrid, España. 499 pp
- Bondi A., A. 1988. *Nutrición animal, digestibilidad de alimentos*, ed. Acribia S.A. España. 299 pp.
- Castro S., G. 2009. *La palma africana en México, los monocultivos desastrosos* (primera parte). Otros mundos AC. Amigos de la tierra. San Cristóbal de las casas, publicación del mes de junio.

Cravzov A. L., C. M. Avallone., S. B. Montenegro., A. Tauguin., E. Gavilan, and G. Valenzuela. 2006. Determinación de Vitamina A en mieles enriquecidas, por Cromatografía líquida de Alto Rendimiento (HPLC) Comunicaciones científicas y tecnológicas. Universidad del nordeste. Choco. Argentina.

Curtis E. y S. Barnes. N. 1994. Invitación a la biología, Edit. Panamericana; Madrid, 280 pp.

De Candolle A. 1986; Origen of cultivated plants. New York. 468 pp.

Domínguez H., O. 2002. “El cultivo de la palma Africana en Chiapas”. Boletín Chiapas al día No. 293 CIEPAC, Chiapas México.

FAO 2010 Food and Agriculture Organization. Consulta de bases de datos de producción mundial y comercio internacional de Palma Aceitera y Aceite de Palma. Consulta de Indicadores de Producción Nacional de Palma Africana o Aceite. Disponible en: <http://apps.fao.org/faostat> [Consultado en 2010]

Gobierno del Estado de Veracruz 2009. Monografía de la Palma de Aceite [Pdf]. 15 p.
URL: <http://www.fedepalma.org/document/2009/monografia_palma_aceite.pdf>
[Consultado en 2011].

Gonzalez M., S. 2000. Aprovechamiento de esquilmos y subproductos en la alimentación del ganado. Ficha técnica. Especialidad de Ganadería. Colegio de Postgraduados.

Hammond E., G. 2000. Sources of Fats and Oils. Ch. 3 In: Introduction to Fats and Oils Technology. O'Brien, R. D., Farr, W. E., Wan, P. J. pp. 49 - 62. AOCS Press. Illinois, U. S. A.

- INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 1999. Tecnología para la producción de palma de aceite en México, Libro técnico núm. 4. División Agrícola: México: 1999, p. 135-140. Inifap, op cit., pp. 139
- Jakobsen J., I. Clausen., T. Leth., and L. Ovesen. 2003. A new method for the determination of vitamin D3 and 25-hydroxyvitamin D3 in meat. Institute of Food Safety and Nutrition, Danish Administration. J Food Composition and Analysis 17(6):777-778 pp.
- Jones D. 1999. Palmeras del mundo, spanish edition, editorial omega, 410 pp.
- Lankmayr E., J. Mocak, K. Serdt, B. Balla, T. Wenzl, D. Bandoniene, M. Gfrerer, and S. Wagner. 2004. Chemometrical classification of pumpkin seed oils using UV-Vis, NIR and FTIR spectra. J. Biochem Biophys. Methods. 61: 95–106 pp
- Lawson H., W. 1985. Standard for fats and oils. The L. J. Minor Foodservice Standards Series Vol. 5. AVI publishing company, Inc. Connecticut, U. S. A.
- Liepa G., U., L. Theresa., Han-Markey, and S. Martha. 2000. Nutritional and Health Aspects of Dietary Lipids. Ch 4 In: Introduction to Fats and Oils Technology. O'Brien, R. D., Farr, W. E., Wan, P. J. pp. 63 - 81. AOCS Press. Illinois, U. S. A.
- Manning R. 2000. Food's Frontier, North Point Press, New York. 147 pp.
- Mason J., B. 2007. Vitamins, trace minerals, and other micronutrients. In: Goldman L, Ausiello D, eds. Cecil Medicine. 23rd ed. Philadelphia, Pa: Saunders Elsevier; chap 237pp.

- Medina J., L. A., N. Gámez M., J. Ortega G., J.A. Noriega R, and O. Angulo G. 2000. Trans Fatty Acid Composition and Tocopherol Content in Vegetable Oils Produced in Mexico. *JAOCS*, 77(7): 721-724 pp.
- Momenbeik F., Momeni Z, and Khorasani, J.H. 2005. Separation and determination of Vitamins E and A in multivitamin syrup using micellar liquid chromatography and simplex optimization. *J. Pharm. Biomed. Appl.*, v. 37, 383-387 pp.
- Murkovic M., Hillebrand A., Draxl S., Pfahnhauser W, and Winkler J. 1999a. Distribution of fatty acids and vitamin E content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.) in breeding lines. *Acta Horticultural (ISHS)*. 492 : 47 – 56 pp
- Nalebuff B. J. and Brandenburger A. M. 2005. *Coopetencia*. Cardenas N. Jorge. Grupo Editorial Norma, Colombia. 414 p.
- Oba M, and M.S. Allen. 2005. Effects of brown midrib 3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent fiber: 1. feeding behavior and nutrient utilization. *J. Dairy Sci.* 83:1333-1341.
- O'Brien R., D. 2000b. Fats and Oils Processing. Ch. 6 In: *Introduction to Fats and Oils Technology*. O'Brien, R. D., Farr, W. E., Wan, P. J. (Ed), p. 90 – 107. AOCS Press. Illinois, U. S. A.
- Osuna S., O. 2004. La problemática de la ganadería en México. IX Encuentro nacional de legisladores del sector agropecuario. Congreso del Estado de Sinaloa. Revista No. 16. Culiacán, Sinaloa, México. [En línea]}
- http://www.congresosinaloa.gob.mx/ediciones/revista16/pdf/24_apuntes_othon.pdf

- Patzaris T., P. 2000. Pocketbook of Palm Oil Uses, Malaysian Palm Oil Board, Malaysia, p. 48. Revista ANIAME. México: XI:5:No. 24, dedicada por vez primera a la palma de aceite en México consulta electrónica:http://portal.aniname.com/uploads/palmadeaceiteenelsure_61a49_001.pdf [20 de febrero de 2010]
- Ruiz M. M. V., G. Márquez R. and M. Dobarganes C. 1997. Relationships between quality of crude and refined edible oils based on quantitation of minor glyceridic compounds. Food Chemistry. 60(4): 549–554 pp.
- SAGARPA Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 2006. Coordinación de la Unidad de Proyectos de Inversión para la explotación integral de la palma africana de aceite en Chiapas, México. pp. 17.
- SAGARPA Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 2011. Sistema de Información Agroalimentaria y de Consulta (SIACON). México, D. F. Consulta el 27 de noviembre de 2011.
- Sánchez R.C., R. Agustín G, y C. Raya M.A.1997 Contenido mineral en suelo, forraje y suero sanguíneo de vacas Holstein en pastoreo en Acatlán, Hidalgo, México. Arch Latinoam Prod Anim;5 Supl 1:108-111 pp.
- Solleiro J.,L. y Del Valle M. del C. 2003. Estrategias competitivas de la industria alimentaria. Plaza y Valdés / UNAM, México, pp. 15.
- Tilley J.M. and R.A. Terry. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grassl. Soc., 18: 104-111.

- UTEPI Unidad técnica de estudios para la industria. 2008. Industria de los aceites vegetales. Perfil sectorial, No. 3 Vol. 1 Diciembre.
- Vallilo M. I., M. Tavares S. A. Pimentel N., C. Campos and J. M. Moita N. 1999. *Lecythis pisonis* Camb. nuts: oil characterization, fatty acids and minerals. Food chemistry, 66: 197 – 200
- Van Soest P.J., R.H. Wine and L.A. Moore. 1966. Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls. Proc. 10th Int. Grasslands Congr., Helsinki. pp. 438-441.
- Van Soest P., J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminants. 2nd ed., Cornell University Press. New York.
- Vargas E. y Zumbado M. 2003. Composición de los subproductos de la industrialización de la palma africana utilizados en la alimentación animal en Costa Rica. Agronomía Costarricense, enero-junio, año/vol. 27, número 001, Universidad de Costa Rica. San José Costa Rica. pp 7-18.
- Villamar A., L. 2004. Situación actual y perspectiva de la carne de ganado bovino en México. Coordinación general de ganadería. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. México, DF. [En Línea] <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/estudio/sitbov04.pdf>
- Wan P., J. 2000. Properties of fats and oils. Ch. 2 In: Introduction to Fats and Oils Technology. O'Brien, R. D., Farr, W. E., Wan, P. J. (Ed), p. 20 - 48. AOCS Press. Illinois, U. S. A.

CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN DE LA RED DE VALOR PALMA DE ACEITE DE LA COMUNIDAD DE TZELTAL MUKUL JA MUNICIPIO DE PALENQUE CHIAPAS, MÉXICO

DESCRIPTION OF THE PALM OIL NETWORK OF VALUE AT THE TZELTAL MUKUL JA COMMUNITY IN THE MUNICIPALITY OF PALENQUE, CHIAPAS, MEXICO

Sandoval-García Ana Maria¹, J.R. Altamirano-Cárdenas¹, J. Aguilar-Ávila¹, C. Sánchez-del Real¹ y J.G. García-Muñiz¹

RESUMEN

La red de valor palma de aceite en la comunidad de Tzeltal Mukul Ja, está constituida por la agroindustria AGROIPSA, perteneciente al grupo Oleomex, como centro de la red. Los proveedores están representados por los productores de palma de aceite de la comunidad y algunos otros provenientes del estado de Tabasco. Los clientes de esta red, están definidos como uno solo ya que son las refinерías pertenecientes al mismo grupo, mismas que se encuentran ubicadas en el estado de Jalisco, debido a que la agroindustria sólo se enfoca a ese mercado definido. El único competidor ubicado en la red es la empresa PALMATICA, ubicada en el mismo municipio de Palenque y que en ocasiones representa una fuerte competencia por la producción y principalmente por el precio del fruto. Los complementadores están representados por instituciones de gobierno como SAGARPA, INIFAP, FIRCO, FIRA, las Agis y algunas instituciones educativas de la región; todas estas figuras de gobierno y educativas dan apoyo a los productores por medio de programas, asesoría técnica, investigación y algunos incentivos para el desarrollo y fortalecimiento de los cultivos de palma en el estado de Chiapas. La red de valor presenta algunos problemas en cuanto a la diversificación de clientes, competencia por los proveedores y aún falta mucho trabajo por parte de las instituciones para impulsar el crecimiento del cultivo de palma en la región, para que sea un cultivo rentable.

Palabras clave: Red de valor, palma de aceite, figuras de gobierno

ABSTRACT

The net value of oil palm in the Tzeltal community Mukul Ja, is made by agribusiness AGROIPSA, belonging to Oleomex as the center of the network, the providers are represented by the producers of palm oil and some other community from the state of Tabasco, the customers of this network are defined as one as they are the refineries belonging to the same group are located in the state of Jalisco, because it focuses only agribusiness that market defined, the only competitor located in the network, Palmatica company located in the same town of Palenque that sometimes represents a strong competition for the production and especially for the price of the fruit, the complementors are represented by government institutions as SAGARPA, INIFAP, FIRCO, FIRA, the Agis and some educational institutions in the region, all these forms of government and provide educational support to producers through programs, technical assistance, research, and some incentives for the development and strengthening of palm plantations in the state of Chiapas. The value network has some problems in terms of diversification of customers, suppliers and competition is still much work to be part of institutions to promote the growth of palm cultivation in the region, to be a profitable crop.

Keywords: Value Network, palm oil, government figures

1. INTRODUCCIÓN

La agroindustria es el eslabón central en el desarrollo de los agentes que participan en las redes de valor agroalimentarias, y debe fortalecerse para aprovechar el efecto multiplicador que provoca en la generación de valor agregado, creación de empleos, acceso a mercados, como vehículo de transferencia tecnológica y de cambios en las preferencias del consumidor. Los pequeños agricultores enfrentan dificultades para acceder a las redes de valor por falta de una oferta suficiente, de calidad y con la frecuencia requerida por el mercado. Además, la equidad en las redes es una limitante para su propio desarrollo; el productor recibe muy poco por lo que vende y el consumidor paga mucho por lo que compra. Derivado de costos en la organización de la oferta, volatilidad de los mercados y la disposición del consumidor para pagar; el modelo clásico ya no funciona para la mayoría de los productores y consumidores (Díaz, 2010).

La forma en que se han venido integrando los agronegocios en los últimos años, es a través de redes de valor, desplazando a las tradicionales cadenas productivas. En las redes de valor el eje de las decisiones es el consumidor. Las redes de valor identifican las características y circunstancias particulares de cada consumidor, integrándose y organizándose de acuerdo con sus demandas y necesidades. El consumidor no sólo define el tipo de producto que requiere, sino también el empaque, el lugar donde lo

compra, cuando lo compra, la marca que prefiere y las diferencias que percibe (Floriuk, 2010).

El éxito de las empresas en el largo plazo depende no sólo de su capacidad para competir en su entorno presente, sino también de su participación en el proceso de reformulación del futuro del sector en el que compite. Es a través de dicho proceso como la empresa puede generar nuevas oportunidades para su éxito futuro. Esto es, las mayores oportunidades comerciales y beneficios para la empresa no se derivan simplemente de jugar mejor que sus competidores, sino de su capacidad para identificar y generar nuevas oportunidades, de su habilidad para hacer mayor el juego del que forma parte, saltar a un juego de mayor valor o incluso crear un nuevo juego (Vegas, 2011).

En la comunidad de estudio, el cultivo de palma está destinado solo a dos empresas, por tal motivo, el objetivo de este trabajo fue describir como está constituida la red de valor palma de aceite en la comunidad de Tzeltal Mukul Ja.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Lugar de la investigación

Se eligió el estado de Chiapas por ser el principal estado productor de palma de aceite en el país y a la comunidad de Tzeltal Mukul Ja por pertenecer a la agencia para la innovación región selva con la que ya se tenía antecedentes de trabajo.

2.2 Metodología empleada

Se empleó el diagrama de la red de valor ideado por (Nalebuff y Brandenburger, 2005) y aplicado en México por (Muñoz y Santoyo, 2010). Se presenta en la Figura 2.1 el esquema que permite visualizar la totalidad de los participantes en la llamada red de valor.

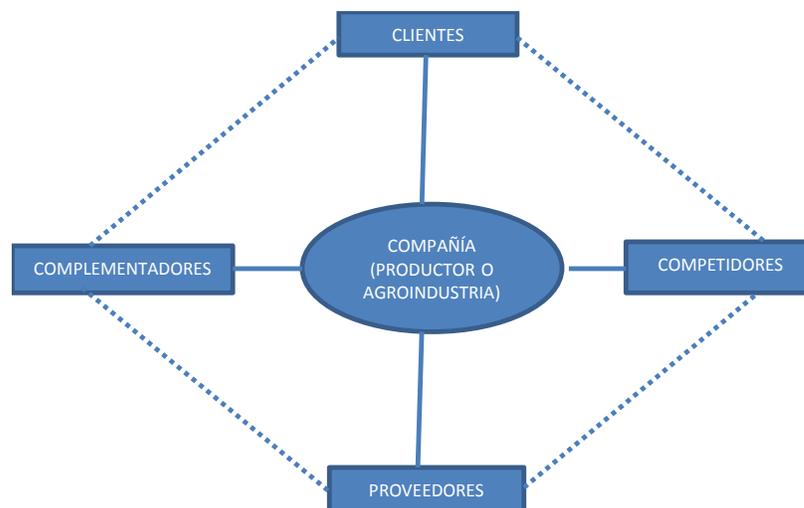


Figura 2.1 Representación de una red de valor.
Fuente: (Nalebuff y Brandenburger, 2005)

En este esquema en el eje vertical de la red de valor se encuentran los clientes y proveedores de la compañía. Recursos como materias primas y mano de obra pasan de los proveedores a la compañía y productos y servicios pasan de la compañía a sus clientes. A lo largo del eje horizontal se encuentran los competidores y complementadores de la compañía. Nalebuff y Brandenburger (2005) definen a un complementador como:

“Un jugador es su complementador si los clientes valoran más el producto de usted cuando tienen el producto de otro jugador que cuando solamente tienen el producto de usted.”

Y definen a los competidores de la siguiente manera:

“Un jugador es su competidor si los clientes valoran menos el producto de usted cuando tienen el producto de otro jugador que cuando tienen el producto de usted”

El concepto de red de valor resulta ser fácilmente adaptable al estudio de los sistemas agroindustriales al estudiarlos en forma de red de valor. Las instituciones de gobierno o de educación pueden ser consideradas como complementadores; a los productores similares se les puede considerar como competidores, aunque también pueden llegar a considerarse complementadores, ya que pueden generar ayuda mutua de la cual ambos pueden resultar beneficiados. Este tipo de estudio exige el completo entendimiento de las múltiples relaciones entre actores, esto comprende las relaciones obvias y las que no lo son tanto, de esta forma se puede llegar a comprender el juego completo del sistema agroindustrial (Nalebuff y Brandenburger, 2005).

Con fines de toma de decisiones orientadas a impulsar la creación de empresas rurales competitivas en los territorios, el concepto de red de valor permite incorporar la actuación conjunta de estos actores.

La red de valor es una forma de organización de un sistema productivo especializado en una actividad en común, caracterizada por la concentración territorial de sus actores económicos y de otras instituciones, con desarrollo de vínculos de naturaleza económica y no económica que contribuyen a la creación de valor o riqueza, tanto de sus miembros como de su territorio (Muñoz y Santoyo, 2010).

Por lo general, el actor que va al centro de la Red es aquél cuyo poder le permite configurar la dinámica de la Red de Valor. A este actor se le puede llamar Empresa Rural, Agroindustria, Empresa motora, Organización Foco o cualquier otra denominación que dé cuenta del poder del actor o interés del analista de la Red.

Sobre el eje vertical de la red de valor están los clientes y los proveedores de la agroindustria. Recursos tales como insumos, servicios y mano de obra pasan de los proveedores a las agroindustrias, y productos y servicios pasan de las empresas a sus clientes. El dinero fluye en la dirección contraria, de los clientes a las empresas y de éstas a los proveedores.

A lo largo del eje horizontal se encuentran los competidores y los complementadores de las empresas. Un jugador en la red de valor actúa como complementador de las empresas si permite que los clientes valoren más los bienes y servicios ofrecidos gracias a las acciones desarrolladas por este tipo de jugador. Un complemento de un producto o servicio es otro producto o servicio que hace que el primero sea más atractivo. Maizoro

y Alpura, por ejemplo, son complementadores porque el consumidor valora más las zucaritas cuando tienen leche que cuando no la tienen.

El concepto de red de valor permite definir y comprender los cuatro grandes tipos de jugadores o actores con los cuales las empresas rurales interactúan y subraya las simetrías existentes entre ellos. Así, en el eje vertical clientes y proveedores desempeñan papeles simétricos, son socios iguales en la creación de valor, aunque normalmente no se reconoce este hecho. Si bien el concepto de escuchar al cliente se ha vuelto un lugar común, no ocurre lo mismo cuando se trata de los proveedores de bienes y servicios, no obstante que también resulta crucial escucharlos y trabajar con ellos coordinadamente. Todos hemos oído que a éstos les dicen: “Ustedes ya tienen las especificaciones. No necesitan saber para qué es el producto. No tienen sino que entregármelo a tiempo y al precio más bajo”. ¡Qué tal que así les habláramos a los clientes! Sólo últimamente se ha empezado a reconocer que trabajar con los proveedores es tan valioso como escuchar a los clientes. Los complementadores, no son sino el reflejo de los competidores toda vez que mientras la acción de los primeros puede traducirse en que los clientes valoren más a las empresas rurales, la acción de los segundos se traduce en que los clientes puedan llegar a valorar menos a las empresas. Es decir, el papel de los complementadores resulta crucial para impulsar la competitividad de las empresas rurales, y dado que generalmente no se les considera (como suele ocurrir también con los proveedores), ello trae como resultado que las empresas rurales carezcan de capacidades para competir en condiciones ventajosas (Muñoz y Santoyo, 2010).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Características generales de la red de valor palma de aceite

La red de valor está constituida por el centro de acopio y extractora (AGROIPSA) como parte central de la red; la producción primaria se encuentra definida través de los proveedores. La producción de la agroindustria (extracción del aceite crudo) va dirigida a los clientes, en este caso a las refinerías del grupo Oleomex. La planta extractora más cercana a la comunidad de Tzeltal y a la planta AGROIPSA es la de la empresa PALMATICA, que pasa a ser el principal competidor; algunas otras plantas en el estado podrían considerarse como competidores. Las instituciones de gobierno, centros de investigación y universidades son considerados como los complementadores de esta red.

3.2 Red de valor palma de aceite en Palenque Chiapas

En la Figura 2.2 se muestra, de acuerdo con la metodología empleada, el esquema de la red de valor para el caso palma de aceite de la comunidad de Tzeltal Mukul Ja, con la descripción posterior de sus actores.

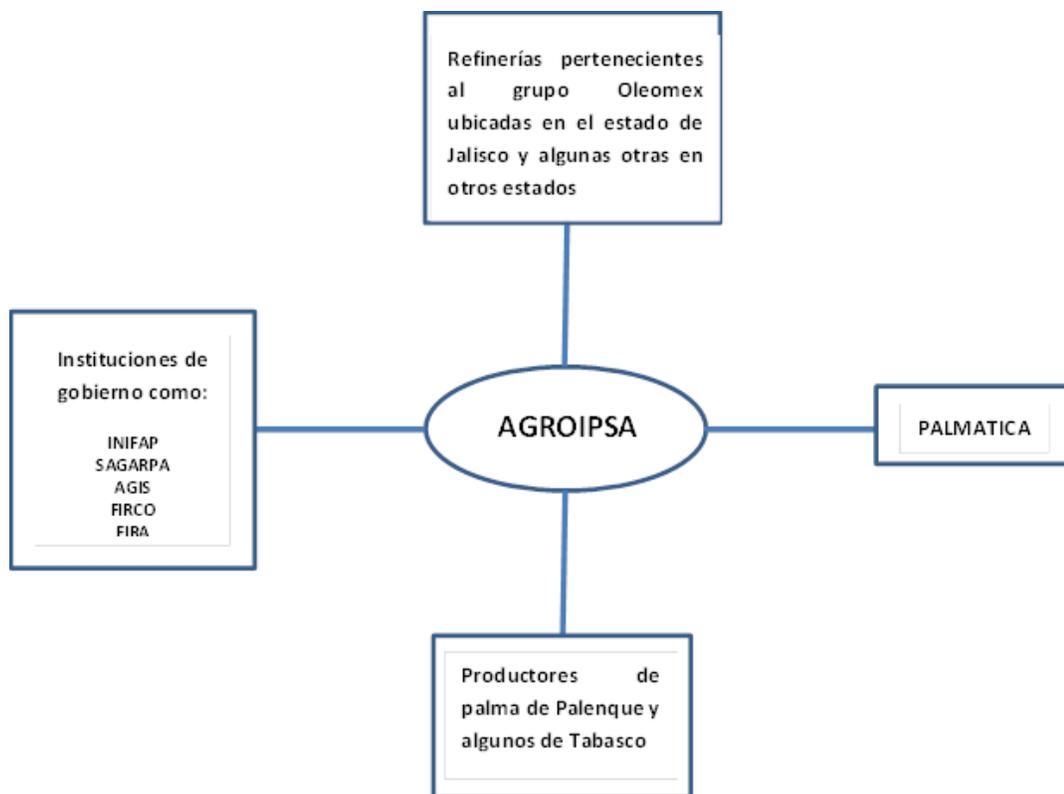


Figura 2.2 Red de valor palma de aceite en Palenque, Chiapas.
Fuente: Elaboración propia.

3.2.1 Agroindustria

La red de valor palma de aceite en la comunidad de Tzeltal Mukul Ja municipio de Palenque, Chiapas está encabezada por la agroindustria “AGROIPSA”, perteneciente al grupo Oleomex, que se encuentra ubicada en la carretera Palenque La libertad. Esta agroindustria funge como acopiadora para los productores de la región y algunos otros provenientes del estado de Tabasco; en ella se extrae el aceite en crudo de manera industrial para después ser enviado a las refinerías del mismo grupo Oleomex, ubicadas en el estado de Jalisco. La agroindustria no vende a otras empresas ni a particulares, toda su producción está destinada a su grupo. Dentro de la comunidad de Mukul Ja esta empresa juega un papel muy importante para el cultivo de palma, y principalmente para

los productores o proveedores de la materia prima, ya que si no fuera a través de esta empresa, no tendrían muchas opciones de venta de su producto. Dentro de la planta de procesamiento se realizan actividades que van desde la selección del producto cuando éste es llevado por los productores y donde en un primer paso el fruto es inspeccionado para que no venga fermentado o muy dañado, ya que de ser así el productor es penalizado y castigado con el precio del fruto; posterior a esto los frutos son sometidos a procesos de esterilización, enfriado, separación de la pulpa de la nuez, extracción del aceite y finalmente el bagazo que sale de la obtención del aceite es separado para después poder ser empleado en las calderas de la misma planta.

3.2.2 Proveedores

Los proveedores de esta agroindustria son los productores de palma de la región y algunos que llegan a trasladar sus frutos desde el estado de Tabasco. La agroindustria también cuenta con algunas hectáreas propias que también son fuente de abastecimiento para la misma, aunque es muy poco lo que obtienen de ellas de ahí la necesidad de abastecerse de los productores de la región.

El cultivo de la palma aceitera requiere de un eficiente sistema de transporte de la materia prima de las fincas a la planta procesadora, en un plazo máximo de 24 horas; de lo contrario, se presenta una disminución de la calidad, por efecto de la fermentación del fruto.

El transporte de los frutos de palma de las comunidades alejadas donde se ubican los cultivos a las plantas extractoras es realizado por medio de un acopio donde los

productores llevan su producto y desde donde éste es distribuido a las extractoras en camiones según la región de donde provengan los frutos.

El fruto está listo para ser cosechado cuando varios de los frutos se desprenden fácilmente del racimo, entonces éste es cortado de la palmera y transportado a la industria. En temporada de alta producción los cortes de racimos se realizan cada semana.

El fruto se entrega a la industria no más de 24 horas después de su corte. Para el pesaje se cuenta con una báscula de capacidad variable, siendo en algunos casos de hasta 80 toneladas.

Respecto a la calidad del fruto que se recibe en la industria, a la fecha no se están aplicando castigos por estar fuera de norma; es más, a los productores se les hacen observaciones y recomendaciones sobre el mejor momento de cosecha y manejo del fruto, para lo cual, la propia industria tiene sus técnicos que asesoran al productor para realizar esta labor en forma oportuna y eficiente.

La industria recibe la producción de las fincas de acuerdo con las normas establecidas por la misma; cabe mencionar que los productores venden su producto al mejor postor, ya que en ocasiones el precio del fruto es castigado en AGROIPSA y si PALMATICA les ofrece un mejor precio, los productores cambian de empresa.

3.2.3 Clientes

Al pertenecer la planta AGROIPSA al grupo Oleomex, el nicho de mercado se cierra a las empresas del mismo grupo, localizadas la mayoría de ellas en el estado de Jalisco,

ver Cuadro 2.1. El aceite es transportado de la planta extractora a las refin er as del mismo grupo donde se encargan de procesarlo y despu es de ah ı ya puede ser comercializado a otras industrias de los giros alimenticio y cosm etico, ver Cuadro 2.2. Pero en un primer nivel su único cliente son las refin er as del mismo grupo. El aceite es transportado de la agroindustria a las refin er as en pipas a una temperatura de 60  C para que éste se mande en estado líquido.

Cuadro 2.1 Ubicación de las extractoras y refinadoras de aceite en México

| Tipo/Ubicación de la Industria Aceitera en México | |
|---|---|
| Extractoras | |
| Chiapas | 6 |
| Campeche | 1 |
| Tabasco | 1 |
| Veracruz | 1 |
| Refinadoras | |
| Chiapas | 1 |
| D. F. | 3 |
| Hidalgo | 1 |
| Jalisco | 2 |
| Michoacán | 1 |
| Nuevo León | 1 |
| San Luis Potosí | 1 |
| Sonora | 3 |

Fuente: Sistema producto Palma de Aceite, Palenque y ANIAME, 2007.

Cuadro 2.2 Subproductos del aceite de palma

| | |
|-------------------------|----------------------------|
| Aceite comestible | Reconstituyente para leche |
| Mantequilla y manteca | Panificación |
| Helados | Sustituto de cacao |
| Suplementos vitamínicos | Detergentes líquidos |
| Shampoo | Alcoholes y grasas |
| Tinta-pinturas | Lubricantes |
| Plastificantes | Resinas |
| Crayolas | Sustituto de diesel |
| Esteres de metilo | Velas |

Fuente: Sistema producto Palma de Aceite, Palenque y ANIAME, 2007

3.2.4 Competidores

Cerca de la región la única planta competidora para AGROIPSA, es “PALMATICA”, una empresa costarricense que también acopia los frutos de palma producidos por los productores de la región; ésta se encuentra localizada en el mismo municipio de Palenque en la carretera Catazaja - Palenque y con la cual constantemente compiten por el precio de la fruta; sin embargo, dentro del estado de Chiapas se encuentran localizadas otras plantas acopiadoras y extractoras, ver Cuadro 2.3, que podrían considerarse como competidores aunque por su localización es más difícil que los productores trasladen su producto hacia esas plantas procesadoras.

Actualmente en el estado de Chiapas las plantas extractoras de aceite trabajan al 40 % de su capacidad instalada, esto debido a que aún la materia prima es insuficiente para que las plantas trabajen a un 100 % de su capacidad. Lo cual indica que la infraestructura que se encuentra disponible es suficiente e inclusive está subutilizada.

Cuadro 2.3 Ubicación de las plantas Agroindustriales que procesan palma de aceite en el Sureste de México

| Extractora | Municipio | Estado | Capacidad *TMRFF/h |
|-------------------------------------|----------------|----------|-----------------------|
| La lima | V. Comaltitlán | Chiapas | 2 |
| El desengaño | V. Comaltitlán | Chiapas | 6 |
| Bepasa | Acapetagua | Chiapas | 6 |
| Agroimsa | Mapastepec | Chiapas | 10 |
| Propalma | Acapetagua | Chiapas | 10 |
| Compañía aceitera campechana | Escárcega | Campeche | 6 |
| Aceites de palma | Acajucan | Veracruz | 10 |
| Sociedad de productores de palma | Jalapa | Tabasco | 6 |
| Agroipsa | Palenque | Chiapas | 8 |
| Palmatica | Palenque | Chiapas | 10 |

Fuente: Sistema producto palma de aceite, Palenque y ANIAME, 2007 *TMRFF/h:
Toneladas métricas de racimos de fruto fresco por hora

3.2.5 Complementadores

Las instituciones de gobierno son los principales complementadores de esta agroindustria; entran en acción desde el apoyo a productores con programas para el desarrollo de sus cultivos, implementación de tecnologías, créditos, asistencia técnica entre otros. Las principales instituciones son: INIFAP, SAGARPA, FIRA, FIRCO y las AGIS. Las instituciones educativas también juegan un papel importante dentro de los complementadores ya que aportan investigación para el desarrollo y fortalecimiento del cultivo en la región.

En el caso de SAGARPA, el programa trópico húmedo 2010 busca detonar cultivos emblemáticos del trópico húmedo en los nueve estados del sur-sureste de México; se trata de productos cuyo consumo interno depende del exterior en más de un 90 % y que tienen mercado potencial, pero que por su largo periodo productivo no han sido incorporados al financiamiento, tal es el caso del cultivo de palma africana. Los principales instrumentos del programa trópico húmedo 2010 son: focalizar acciones y recursos en la región y cultivos específicos, subsidiar hasta con un 30 % el costo total del cultivo para hacer viables financieramente los proyectos; una fuerte participación de la inversión privada y social y asistencia técnica especializada que favorezca un esquema de desarrollo de proveedores.

El objetivo de este programa es reforzar las acciones de la SAGARPA en esta región para coadyuvar a nivelar el Desarrollo Rural Sustentable del Sur-Sureste con el del resto del país, aprovechando su potencial productivo y sus ventajas competitivas. La estrategia es promover el aumento de la productividad y la producción Agropecuaria y Pesquera, detonando proyectos clave de inversión privada y social en cultivos y productos

tropicales con potencial y mercado, con poco o nulo acceso al financiamiento. El soporte para este programa es la innovación y transferencia de tecnología por parte del INIFAP, y las agencias para la Gestión de la Innovación y Desarrollo de Proveedores (AGI-DP).

Otra de las instituciones que apoya a los productores de palma es FIRA, que apoya actividades primarias, industrialización y comercio y servicios, en los siguientes tipos de crédito, Refaccionario: Hasta por 20 años en proyectos de larga maduración, Avío: Hasta por 36 meses y Prendarios: Hasta 180 días.

Dentro del Fondo de Riesgo Compartido para el Fomento de Agro negocios FOMAGRO, FIRCO puede hacer aportaciones directas en proyectos, hasta por 5 millones, con tasa cero y recuperable a 3 años

El Programa para Acceder al Sistema Financiero PASSFIR apoya la constitución de garantías líquidas a Fincas, hasta \$200,000 por finca, sin recuperación y aplicable como capital semilla.

4. CONCLUSIONES

La red de valor palma de aceite tiene algunas deficiencias, como en el caso de los proveedores quienes pueden cambiar de empresa si el pago por su producto es bajo, haciendo que la red funcione de manera ineficiente por falta de materia prima y dando lugar para que el único competidor PALMATICA tenga mayor abastecimiento.

En el caso de los clientes por el hecho de que la planta pertenece al grupo Oleomex tiene asegurada la comercialización de su producto en las refinerías pertenecientes al grupo, por lo que no representa un problema para la agroindustria y por tanto para la red, sin embargo la agroindustria no se preocupa por generar valor en su producto ya que no hay más clientes que satisfacer.

La planta PALMATICA representa una seria competencia ya que en muchas ocasiones se lleva a los proveedores dejando un hueco importante en la red.

Por su parte las instituciones de gobierno como complementadores de esta red han hecho su trabajo apoyando a los proveedores que son los facilitadores de la producción primaria como principales actores de esta red, pero aún hace falta más trabajo para hacer que el cultivo de palma sea competitivo en el trópico y que sea rentable para los productores. Hace falta que las instituciones como el INIFAP y universidades de la región se involucren más con los productores para poder mejorar las condiciones de las

plantaciones, y en el caso de la comunidad de Mukul Ja que pueden diseñar tecnologías de extracción del aceite, como fuente alterna de trabajo para los pobladores.

5. LITERATURA CITADA

ANIAME, 2007 Revista Aniname, XVIII Vol. 9, Número 45, Abril-junio.

Díaz J., P. 2010. Agroindustria, redes de valor y pequeños productores.
<http://materiaenegocios.com/materia-de-opinion/agro-industriaredes-de-valor-y-pequenos-productores/> (En línea) Consultado en 2010.

Floriuk F., E. 2010. Integración y desarrollo de redes de valor.
<http://www.fira.gob.mx/Files/RESUMEN%20%20FLORIUK.pdf> (En línea) Consultado en 2010.

Muñoz R. M. y Santoyo C. H. 2010. Elementos para el análisis de redes de valor agroindustriales en Textural análisis del medio rural latinoamericano. Julio – Diciembre. 56. Universidad Autónoma Chapingo.

Nalebuff B. J. y Brandenburger A. M. 2005. Coopetencia. Cardenas N. Jorge. Grupo Editorial Norma, Colombia. 414 p.

Vegas A. 2011. La competición y la red de valor.
<http://www.andresvegas.es/2010/11/empresa/mas-sobre-la-coopeticion-la-red-de-valor> (En línea) Consultado en 2011.

CAPÍTULO 2. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DEL ACEITE DE TRES VARIEDADES DE PALMA AFRICANA (*Elaeis Guineensis* Jacq.) DE LA COMUNIDAD DE TZELTAL MUKUL JA, MUNICIPIO DE PALENQUE, CHIAPAS

OIL CHEMICAL CHARACTERIZATION OF THREE VARIETIES OF AFRICAN PALM (*Elaeis Guineensis* Jacq.) OF THE COMMUNITY OF TZELTAL MUKUL JA, MUNICIPALITY OF PALENQUE, CHIAPAS

Sandoval–García Ana María¹, J.R. Altamirano–Cárdenas²

RESUMEN

El cultivo de palma africana en el sureste mexicano tiene un gran potencial de desarrollo y la producción de aceite en la comunidad de Mukul Ja es una actividad que podría permitir a los productores disminuir el consumo de aceites envasados, por ello el objetivo de este trabajo fue caracterizar el aceite de tres variedades de palma (Deli x Ekona, Deli x Ghana y Deli x Nigeria), obtenido artesanalmente por los productores de cinco parcelas de la comunidad, para dar certeza a los mismos de lo que están consumiendo, se evaluó el contenido de agua presente en el aceite por medio del método de la AOAC, así como el perfil de ácidos grasos fue evaluado por cromatografía de gases y el contenido de vitaminas liposolubles presentes en el aceite se determinó por cromatografía de líquidos (HPLC). Se identificaron cuatro ácidos grasos presentes en el aceite, mirístico con un promedio de 1.8 % para las tres variedades, palmítico con 32 %, Oleico con 41 % y linoleico con 18 %. Las vitaminas cuantificadas presentaron valores promedio de 15 mg/ml para la vitamina A, 41 mg/ml para la vitamina D y 32 mg/ml para la vitamina E. Las parcelas que presentaron valores más bajos en el contenido de agua del aceite, fueron la cuatro y cinco con valores de 0.50 a 0.10 por ciento. En general el aceite presento buenas características para su consumo en crudo y no representa ningún peligro para la salud de sus consumidores.

Palabras clave: Aceite de palma, ácidos grasos, vitaminas liposolubles.

ABSTRACT

The cultivation of African palm in southeastern of Mexico has a great potential for development and production of oil in the community of Mukul Ja which is an activity that would allow producers to reduce the consumption of bottled oil, so the aim of this study was to characterize the three varieties of oil palm (Deli x Ekona, Deli x Ghana and Deli x Nigeria), obtained by the producers of handmade five plots of the community, to give certainty to them on what they are consuming, the content of water in the oil was evaluated by the method of the AOAC and the fatty acid profile was assessed by gas chromatography and fat-soluble vitamin content in the oil was determined by liquid chromatography (HPLC). Four fatty acids in the oil, myristic with an average of 1.8% for the three varieties, with 32% palmitic, oleic and linoleic acids with 41% to 18% were identified. Quantified vitamins showed average values of 15 mg / ml for vitamin A, 41 mg / ml for vitamin D and 32 mg / ml for vitamin E. Plots with lower values in the water content of oil, were the four and five with values of 0.50 to 0.10 percent. In general, the oil had good characteristics for raw consumption and poses no health hazard to consumers.

Keywords: palm oil, fatty acids, fat soluble vitamins.

1. INTRODUCCIÓN

La producción de palma de aceite en México se lleva a cabo en los estados de Chiapas, Veracruz y Tabasco. La producción nacional se estimó en 219,269 toneladas en el 2005. Chiapas ha ocupado el primer lugar en producción, mientras que Veracruz y Tabasco se han disputado el segundo y tercer lugar en el 2003 y 2004 (Sagarpa, 2006). Según datos de la FAO (2009) México produce 292,499 toneladas de producción de palma de aceite por año.

Los aceites son una fuente importante de energía en la dieta de gran parte de la población mundial, ya que son los más concentrados de todas las fuentes alimenticias, proporcionando alrededor de 9 kilo calorías/g de aceite, comparado con alrededor de 4 kilo calorías/g de las proteínas y carbohidratos. También proveen y actúan como transportadores de vitaminas liposolubles, tales como A, D, E, y K (Lawson, 1985 y Wan, 2000).

Las grasas y los aceites están presentes en todo momento en nuestra vida. Las utilizamos en nuestra alimentación, en nuestro aseo e higiene, en la conservación de nuestra salud, y en innumerables productos y objetos que utilizamos y/o consumimos diariamente. Nuestra vida no sería posible, o al menos sería muy diferente, sin las grasas y los aceites, y en general sin los lípidos, a los que genéricamente pertenecen las grasas y los aceites (Valenzuela *et al.*, 2005).

A pesar de su importancia, la palabra grasa tiene un origen etimológico poco atractivo. Deriva del latín “crassus”, que significa grueso, denso, y también sucio. En cambio, la palabra lípido, se origina del griego “lipos”, que significa “grasas para alimentarse” o “grasas para unciones sagradas”. ¡Que desventaja para las grasas! La palabra aceite se origina del latín “oleo”, que a su vez deriva del griego “elaca”, que significa “olivo”, árbol de quien se obtiene el “rey de los aceites”; el aceite de oliva (Valenzuela *et al.*, 2005).

En México el cultivo de la palma africana ha repuntado en el país tras la siembra en Chiapas de más de tres mil 300 hectáreas de ese cultivo y la expectativa de alcanzar en 2010 una superficie total de 67 mil. De hecho se considera que “la palma africana es un cultivo prioritario en Chiapas ya que para este año se contempla sembrar otras 26 mil hectáreas (INIFAP, 1999).

Los pobladores de la comunidad de Tzeltal Mukul Ja en el municipio de Palenque Chiapas, se dedican a la producción de palma africana, de ella cosechan el fruto, teniendo como principal mercado las plantas de acopio PALMATICA (Empresa costarricense) y AGROIPSA (Empresa mexicana) localizadas en el mismo municipio; en ellas se realiza la extracción del aceite crudo, que posteriormente es enviado a otros estados de la república mexicana como Jalisco, para su refinamiento y así poder ser usado como biocombustible o en las industrias jabonera y alimentaria.

Por tratarse de un cultivo de reciente introducción en México y en la región, no se cuenta con estudios que den cuenta de la caracterización de los productos que se están obteniendo. En este marco se encuentra el deseo de los productores por obtener su

propio aceite para autoconsumo, disminuyendo de esta manera la necesidad de comprarlo, por lo que han comenzado a experimentar con la extracción artesanal, llegando a obtener como resultado un aceite crudo, de color rojo que utilizan para cocinar e inclusive para elaborar manteca que utilizan en la elaboración de pan.

Sin embargo, aunque su consumo no les ha perjudicado, no se tiene la seguridad de lo que están consumiendo. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue la caracterización química del aceite de las tres variedades de palma de aceite que producen en esta comunidad y el análisis del aceite obtenido por la agroindustria para comparar sus características.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Lugar de la investigación

El estudio fue llevado a cabo en la comunidad de Tzeltal Mukul Ja, la cual se encuentra ubicada en el municipio de Palenque en el estado de Chiapas, México. La comunidad está situada a 20 metros de altura sobre el nivel del Mar, sus coordenadas geográficas son: 17° 36' 42" de longitud y 92° 06' 41" de latitud. El clima es cálido húmedo, con una media de temperatura anual de 26 °C, la precipitación pluvial es de 2,762.9 mm al año, los vientos dominantes son de "norte", especialmente en el invierno; los pobladores se dedican principalmente al cultivo de palma africana y en algunos casos a la ganadería.

2.2 Material vegetal

El presente trabajo se realizó con frutos de tres variedades de palma africana: Deli x Ekona, Deli x Ghana y Deli x Nigeria, ver Figura 3.1, obtenidos de cinco parcelas que fueron elegidas porque todas cuentan con sistema de riego y se encuentran distribuidas en la comunidad de Tzeltal Mukul Ja. También se adquirió una muestra de la mezcla de variedades de aceite extraída por la industria acopiadora (AGROIPSA) de Palenque.



(a) variedad Ekona



(b) variedad Ghana



(c) variedad Nigeria

Figura 3.1 Frutos de las variedades empleadas en el estudio

2.2.3 Obtención del aceite

El proceso de extracción del aceite se llevó a cabo en la comunidad de estudio de manera artesanal y con ayuda de los propios productores. Para ello se recolectaron frutos por parcela de cada una de las variedades y cada productor llevó a cabo su extracción de acuerdo al método que cada uno emplea, ver Figura 3.2.

La caracterización de aceite se llevó a cabo en los laboratorios del departamento de zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo y en los laboratorios de la facultad de Veterinaria de la Universidad Autónoma del Estado de México.

2.2.4 Muestreo del aceite

Una vez que se obtuvo el aceite por medio de la extracción, en cada una de las parcelas, se procedió a realizar cinco muestreos de cada variedad, en total se obtuvieron 15 muestras por parcela. También se obtuvo una muestra de la agroindustria (AGROIPSA) para poder usarla posteriormente en los análisis como muestra de comparación, sin embargo debido a que en la agroindustria el aceite se encuentra mezclado y sólo se puede tomar la muestra a través de una llave, sólo se tomó una muestra general de donde

se obtuvieron las cinco repeticiones, para un total de 85 muestras correspondientes al aceite de las cinco parcelas y la agroindustria. Las muestras fueron conservadas en frascos ámbar de plástico y trasladadas en frío hasta el laboratorio para evitar que el aceite perdiera sus propiedades.



(a) Extracción artesanal del aceite



(b) Separación del aceite

Figura 3.2 Extracción del aceite

2.3 Análisis del aceite

2.3.1 Determinación de materia seca y porcentaje de agua

Para analizar el contenido de agua en el aceite se empleó el secado en estufa, esta técnica se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua. Para esto se requiere que la muestra sea térmicamente estable y que no contenga una cantidad significativa de compuestos volátiles. El principio operacional del método de determinación de humedad utilizando estufa y balanza analítica, incluye la preparación de la muestra, consistente en pesado, secado, enfriado y pesado nuevamente de la muestra (Nollet, 1996) y de acuerdo con el método de la AOAC (1996).

2.3.2 Perfil de ácidos grasos

Las muestras de aceite fueron saponificadas y metiladas, de acuerdo a lo descrito por Murrieta *et al.*, (2003). Para determinar el contenido de ácidos grasos se prepararon las muestras de aceite extraídas del análisis de materia seca, guardando 1.5 ml de aceite en viales para su posterior tratamiento. Se pesaron alrededor de 0.0050 g por muestra de aceite y se les adicionó 1 ml de hexano, de esta mezcla se tomaron 10 μ l y se colocaron en un vial, se agregaron 40 μ l de Hidróxido de trimetil sulfonium (HTS); la nueva mezcla se agitó y se mantuvo en refrigeración por dos horas para permitir la metilación de los ácidos grasos. Transcurridas las dos horas se inyectó 1 μ l de esta mezcla en el cromatógrafo de gases marca Perkin Elmer® Varian auto-System, equipado con un detector y un integrador de flama ionizante, con una columna capilar de 30 m x 0.25 mm ID x 0.25 μ m df.

2.3.3 Análisis de vitaminas

La extracción de las vitaminas se llevó a cabo de acuerdo con la metodología descrita por Macrae (1998). Con algunas modificaciones, se pesó un gramo de aceite y se adicionaron 35 ml de etanol absoluto, 10 ml de KOH al 50% y 25 mg de hidroquinona como antioxidante; se calentó la mezcla a reflujo durante 30 min a temperatura no mayor de 35°C agitando de vez en cuando; la mezcla se retiró del calor y se agregaron 40 ml de agua destilada y 50 ml de una mezcla éter dietílico: n- hexano, se colocó en un matraz de separación donde se agitó por cinco minutos y se dejó reposar hasta la separación de fases se drenó la fase acuosa y a la fase orgánica se le realizaron cinco lavados con 50 ml de agua acidulada, a la fase orgánica se le agregó 2g de Na₂SO₄. El extracto se concentró a sequedad en un rotavapor marca Buchi® y se reconstituyó con

25 ml de KOH metanolico. Fue almacenado en congelación en frascos ámbar para su conservación hasta ser cuantificado en un periodo máximo de 12 horas. Todo el material fue cubierto con papel aluminio para evitar el deterioro de las vitaminas por la luz y el aceite se mantuvo lo menos posible en contacto con el ambiente.

2.3.4 Identificación y cuantificación de vitamina A

Se llevó a cabo de acuerdo con la metodología descrita por García *et al.* (2008) con algunas modificaciones, por cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) en un cromatografo de líquidos marca Waters® 717 autosampler, equipado con un detector UV Modelo 2487 y una bomba dual. Se usó una columna marca Perkin Elmer® fase reversa Spheri 5 RP18 (250 mm x 4.6 mm, tamaño de partículas 5µ). El equipo es controlado por una PC que emplea un software llamado Breeze. La fase móvil para el caso de la vitamina A fue metanol-agua (98:2), el tiempo de corrida fue de 10 minutos, la detección de la vitamina A se realizó a 325 nm a temperatura ambiente, con un flujo de 1.5 ml/min. Para la identificación y cuantificación de esta vitamina se empleó como estándar, palmitato de retinol disuelto en KOH metanolico para la elaboración de la curva patrón a concentraciones de (5, 10, 15,20 y 25ppm). Cada estándar se filtró en un acrodisco de nylon de 0.22 µm titan2® antes de ser inyectados en el HPLC.

2.3.5 Identificación y cuantificación de vitamina D

Se llevó a cabo de acuerdo con la metodología descrita por García *et al.* (2008) con algunas modificaciones, por cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) en un cromatografo de líquidos marca Waters® 717 autosampler equipado con un detector UV Modelo 2487 y una bomba dual. Se usó una columna Perkin Elmer® fase reversa Spheri

5 RP18 (250 mm x 4.6 mm, tamaño de partículas 5 μ). El equipo es controlado por una PC que emplea un software llamado Breeze. La fase móvil para el caso de la vitamina D fue acetonitrilo-metanol (91:9). El tiempo de corrida fue de 20 minutos; la detección de la vitamina D se realizó a 265 nm a temperatura ambiente, con un flujo de 1.5 ml/min. Para la identificación y cuantificación de ésta vitamina se empleó como estándar, colecalciferol disuelto en KOH metanólico para la elaboración de la curva patrón a concentraciones de (5, 10, 15, 20 y 25ppm). Cada estándar se filtró en un acrodisco de nylon de 0.22 μ m titan2® antes de ser inyectados en el HPLC.

2.3.6 Identificación y cuantificación de α -tocoferol (vitamina E)

Se emplearon las metodologías descritas por Correa *et al.* (2005) y Momenbeik *et al.* (2005) con algunas modificaciones. Los tocoferoles se analizaron por cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) en un equipo Waters® 717 autosampler equipado con un detector UV Modelo 2487 y una bomba dual. Se usó una columna Perkin Elmer® fase reversa Spheri 5 RP18 (250 mm x 4.6 mm, tamaño de partículas 5 μ). El equipo es controlado por una PC que emplea un software llamado Breeze.). La fase móvil fue metanol/agua (93:7) a una velocidad de flujo de 1.5 mL/min. a temperatura ambiente. La mezcla de solvente se filtró a través de un poro de 0.45 μ m antes de usarlo y se agitó en vacío para extraer gases disueltos. La longitud de onda programada para el α - tocoferol fue de 285 nm y el tiempo de corrida fue de 25 minutos. Para la identificación y cuantificación de esta vitamina se empleó como estándar α tocoferol disuelto en KOH metanólico para la elaboración de la curva patrón a concentraciones de (5, 10, 15, 20 y 25ppm). Cada estándar se filtró en un acrodisco de nylon de 0.22 μ m titan2® antes de ser inyectados en el HPLC.

2.4 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado para evaluar la influencia de las distintas fuentes de variación en las variables de respuesta fue un completamente al azar. Los análisis de varianza se realizaron utilizando en paquete estadístico SAS 9.0. Todos los análisis fueron realizados por triplicado y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis realizados al aceite de la comunidad

3.1.1 Materia seca y contenido de agua

Se observó que las parcelas (P1) variedades Gana y Nigeria y (P3) variedades Ekona y Ghana respectivamente presentaron los contenidos mayores de agua en porcentajes de 11 a 35 % mientras que las parcelas (P4) y (P5) fueron las que presentaron menor contenido de agua y un mayor contenido en su porcentaje de aceite con valores de 0.50 a 0.15 % de agua con un ($p < 0.05$). De acuerdo con la NMX-F-019-SCFI-2006 el contenido permisible de agua para el aceite crudo de palma es de 0.5 %, por lo que al hacer la comparación del aceite de palma que se estudió con esta norma, las parcelas 1 y 3 se encuentran fuera de los límites. Pero esto puede ser justificado debido al proceso no estandarizado que efectúan los productores de estas parcelas.

3.1.2 Perfil de ácidos grasos

De acuerdo con los trabajos realizados por Sundram *et al.* (2003) y García *et al.* (2008) el aceite de palma contiene la misma proporción de ácidos grasos saturados e insaturados. El trabajo de Berger y Ong (1985), indica que el paso del tiempo tampoco ha modificado el contenido de estos ácidos en el aceite, aun cuando ha habido modificaciones genéticas en la palma e incluso tampoco la diferencia de regiones se traduce en diferencias en el perfil de ácidos grasos de las distintas variedades de palma.

En el análisis realizado al aceite se obtuvo una relación 2:2 de ácidos grasos saturados e insaturados, los cuales fueron identificados como ácido mirístico (14:0), palmítico (16:0), oléico (18:1) y linoléico (18:2), no encontrando diferencias significativas entre parcelas, pero sí entre algunos de los ácidos de las variedades. Los porcentajes de los ácidos encontrados en el aceite se encuentran dentro de los valores reportados en la literatura. Para el caso del ácido mirístico, que es el menos deseable por sus características como ácido graso saturado, la variedad Ghana fue la que tuvo el valor más bajo con un 1.76 %, pero no así con el ácido palmítico donde tuvo el valor más alto con 35.47 %. En el caso de los ácidos grasos monoinsaturados como el oleico y poliinsaturados como el linoléico, la variedad Ekona fue la que tuvo los valores más altos con 43.31 % y 20.30 % respectivamente, por lo que se podría considerar como la mejor variedad por los beneficios que aportan a la salud humana estos ácidos grasos, ver Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1 Promedio de ácidos grasos y materia seca de las cinco parcelas muestreadas

| Componente ¹ | Variedades | | | |
|-------------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| | Ekona | Ghana | Nigeria | significancia |
| MS (%) | 88.15 ± 14.33 | 90.79 ± 9.42 | 92.05 ± 7.52 | 0.5968 |
| Ac. Palmítico (%) | 33.09 ± 2.54 | 35.47 ± 2.39 | 34.25 ± 0.54 | 0.1171 |
| Ac. Oleico (%) | 43.31 ± 1.88 | 42.21 ± 2.18 | 43.01 ± 2.87 | 0.6025 |
| Ac. Linoleico (%) | 20.30 ± 1.30 | 18.56 ± 2.61 | 18.93 ± 2.37 | 0.3635 |
| Ac. Mirístico (%) | 2.07 ± 0.52 | 1.76 ± 0.48 | 1.79 ± 0.44 | 0.5252 |

Fuente: Elaboración propia

¹MS=materia seca, Ac.=ácido.

3.1.3 Cuantificación de vitaminas A y D

El contenido de vitamina A reportado por Underwood (2000) y Zagre *et al.* (2003) es de 600 a 6000 mg/kg. Para el análisis de vitamina A no se encontraron diferencias significativas entre las variedades ni entre las parcelas; sin embargo; los valores obtenidos son muy parecidos a los reportados en la literatura. El análisis de vitamina D tampoco reportó diferencias significativas para variedades y parcelas pero de acuerdo con Salinas *et al.* (2008) los valores obtenidos son similares, ver Cuadro 3.2.

Cuadro 3.2 Cuantificación de vitaminas liposolubles en el aceite de palma

| Componente | Variedad | | | significancia |
|-----------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| | Ekona | Ghana | Nigeria | |
| Vitamina A (mg/ml) | 15.39 ± 5.99 | 16.32 ± 2.00 | 15.17 ± 1.87 | 0.8829 |
| Vitamina D (mg/ml) | 42.17 ± 3.52 | 43.65 ± 8.18 | 45.54 ± 6.89 | 0.8707 |
| Vitamina E (mg/ml) | 41.60 ± 10.76 | 26.71 ± 8.33 | 36.80 ± 5.99 | 0.3349 |

Fuente: Elaboración propia

3.1.4 Cuantificación de tocoferoles

El aceite de palma es una fuente rica de antioxidantes representados como tocoferoles, así lo reporta Sayago *et al.* (2007). En el aceite analizado no se encontraron diferencias significativas entre parcelas ni entre variedades para el caso de la vitamina E (α -tocoferol) pero los resultados obtenidos coinciden con los reportados en la literatura para esta vitamina, por lo que le confieren un aporte especial a los consumidores de este

aceite crudo, ya que existen trabajos que reportan beneficios a la salud por el poder antioxidante.

3.1.5 Eficiencia del proceso de extracción del aceite

El proceso de extracción realizado por los productores es deficiente si lo comparamos con lo obtenido en la agroindustria, ya que este último obtiene rendimientos de alrededor de 2.3 litros por 10 kg de fruta mientras que el proceso artesanal empleado por los productores les permite obtener apenas un litro de aceite por cada 7 a 10 kg de fruta, esto de acuerdo con la variedad empleada y el contenido de agua que usen en el proceso. Sin embargo si consideramos la diferencia de tecnología empleada por la industria comparada con el método rustico empleado por los productores, es mucho lo que se obtiene artesanalmente.

3.1.6 Usos del aceite crudo de palma

La extracción artesanal del aceite de palma permite a los productores separar en dos clases el aceite, de primera y segunda. El primero tiene muy buenas características para ser consumido en crudo por humanos y animales como lo mencionan varios autores (Rojas, 2008; Baucells, 2011; Ojeda y Escobar, 1995) sin embargo el costo de producción es alto por la cantidad de fruta que se emplea en la obtención del aceite, por lo que es viable para el autoconsumo de los productores y para ser comercializado en pequeñas cantidades. El aceite de segunda que se obtendría de un segundo proceso al

sobrante del primero y puede ser empleado en la alimentación de aves y porcinos, lo que representaría un beneficio extra para los productores.

3.2 Análisis del aceite obtenido de la agroindustria

Los resultados obtenidos para este aceite fueron muy parecidos a los obtenidos por la comunidad estudiada aunque debido al proceso industrial que reciben los frutos en el caso de materia seca se reportan bajos contenidos de agua, es decir mayor contenido de aceite como se puede observar en el Cuadro 3.3, observando valores promedio de 99.58 ± 0.029 por ciento de aceite. Para el caso de los ácidos grasos, se obtuvieron los mismos que en el aceite de la comunidad, con valores parecidos, sólo en el caso del ácido linoleico este reportó un valor más bajo con 14.15 ± 3.69 por ciento, lo cual puede deberse a la degradación del ácido en el proceso de extracción (FAO/OMS, 1997). En relación con las vitaminas se puede apreciar una notable diferencia entre el aceite extraído por la comunidad y la agroindustria; en el caso de la vitamina A reportó valores de 33.66 ± 10.96 mg/ml, casi 50 % más que lo obtenido en la comunidad; la vitamina E presenta valores de 35.76 ± 8.07 mg/ml que superan a la variedad Ghana de la comunidad. Estos valores obtenidos se pueden deber a la diferencia entre procesos ya que en la comunidad el aceite está expuesto al calor en presencia de O₂ todo el tiempo lo que degrada rápidamente las vitaminas, como se reporta en la literatura (Fennema,

2000), mientras que en la agroindustria el proceso es más cuidado y aunque las vitaminas son moderadamente estables al calor, la degradación es menor por la ausencia de oxígeno en el proceso.

Cuadro 3.3 Contenido de ácidos grasos y materia seca del aceite obtenido de la agroindustria

| Componente¹ | AGROIPSA |
|-------------------------------|-----------------|
| MS (%) | 99.58 ± 0.029 |
| Ac. Palmítico (%) | 34.29 ± 1.47 |
| Ac. Oleico (%) | 46.96 ± 4.48 |
| Ac. Linoleico (%) | 14.15 ± 3.69 |
| Ac. Mirístico (%) | 2.04 ± 0.69 |
| Vitamina A (mg/ml) | 33.66 ± 10.91 |
| Vitamina D (mg/ml) | 47.89 ± 2.08 |
| Vitamina E (mg/ml) | 35.76 ± 8.07 |

Fuente: Elaboración propia
¹MS= materia seca, Ac.= ácido

3.3 Comparación del aceite crudo de palma con aceites procesados y comerciales

El principal competidor del aceite de palma a nivel mundial es el aceite de soya; al comparar sus características en contenido de ácidos grasos, en el Cuadro 3.4 podemos observar que el aceite crudo de palma es más rico en ácido oléico (18:1) que el aceite de soya, aunque éste es más rico en ácido linoléico, mejor por ser un ácido graso

poliinsaturado. De acuerdo con Innis (1999) el aceite de palma ya procesado no contiene ácido linoléico y el contenido de ácido oléico es más bajo que el observado en el aceite crudo del presente estudio. Aun cuando el aceite crudo de palma es más alto en contenido de ácido palmítico, podemos observar en el Cuadro 3.3 que éste observa un mayor contenido de ácido linoléico que el aceite de oliva, por lo cual compensa la relación de ácidos grasos saturados e insaturados, haciendo a ambos aceites muy parecidos y permitiendo que el aceite de palma sea más estable a la temperatura como lo mencionan (FAO/OMS, 1997).

Cuadro 3.4 Contenido de ácidos grasos de cadena larga en algunos aceites vegetales (expresado en %)

| Aceite | Ácido graso | | | | | | |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | Mirístico 14:2 | Palmítico 16:0 | Esteárico 18:0 | Oléico 18:1 | Linoléico 18:2 | Linolénico 18:3 | Araquídico 20:0 |
| Soya | | 10 | 4 | 25 | 54 | 7 | - |
| Cártamo | | 7 | 2 | 14 | 76 | 0.5 | - |
| Girasol | | 7 | 5 | 19 | 68 | 1 | - |
| Maíz | | 11 | 4 | 24 | 54 | 1 | - |
| Oliva | | 13 | 3 | 71 | 10 | 1 | 1 |
| Colza | | 4 | 2 | 62 | 22 | 10 | - |
| Palma | 1 | 45 | 4 | 40 | 0 | 1 | - |
| Algodón | 2 | 22 | 3 | 19 | 54 | 1 | - |
| Cacahuat e | | 11 | 2 | 48 | 32 | - | 1 |
| Linaza | | 5 | 3 | 21 | 16 | 54 | - |

Fuente (Innis, 1999)

4. CONCLUSIONES

El aceite de palma obtenido en la comunidad de Tzeltal Mukul Ja de manera artesanal, es óptimo para el consumo humano en su forma de aceite crudo, ya que los ácidos grasos que contiene son buenos para la salud y aunque sí contiene ácidos grasos saturados como el palmítico y el mirístico, el contenido de éstos no representa un problema para su consumo.

El contenido de vitaminas liposolubles A, D y E le confiere muy buenas propiedades para la nutrición de sus consumidores, gracias al contenido de vitamina A presente en él, además por su alto contenido de vitamina E funge como antioxidante que puede ayudar a reducir riesgos de contraer enfermedades provocadas por radicales libres.

El contenido de agua presente en algunas muestras, de las parcelas analizadas es alto debido al proceso no estandarizado de extracción del aceite que llevan a cabo los productores de la comunidad, lo que causa disminución en el contenido real de aceite.

Se observa que el aceite crudo de palma obtenido artesanalmente tiene mejores características que el procesado por la agroindustria, ya que en su procesamiento pierde características como el color que es conferido por la presencia de carotenos y que es precursor de la vitamina A; del mismo modo pierde considerablemente vitaminas y gana ácidos grasos saturados que se forman con el proceso de hidrogenación.

El aceite obtenido de la planta AGROIPSA tiene características parecidas que el extraído en la comunidad, sólo difieren en el contenido de agua que es más bajo y adecuado debido al proceso optimizado que llevan en la empresa, también contiene un mayor contenido de vitamina A que puede ser atribuido al proceso de extracción.

Se recomienda a los productores que estandarizaran su proceso al extraer el aceite, empleando una cantidad de agua adecuada para la cantidad de frutos que procesen, para evitar que el aceite contenga tanta agua como se observó en los análisis.

Aun cuando la literatura no reporta agentes dañinos presentes en este aceite en su forma cruda, se recomienda para posteriores estudios, analizar el contenido de ácido erucico y ácido elaidico que pudieran estar presentes en el aceite y que en grandes cantidades pueden causar daños a la salud de los consumidores.

5. LITERATURA CITADA

AOAC Official Methods of Analysis. 1996. 16 edición. Association of Official Analytical Chemist.

Baucells J. 2011. El aceite de palma es una buena alternativa en la alimentación de rumiantes <http://albeitar.portalveterinaria.com/noticia/8768/ART%C3%8DCULO-S-NUTRICI%C3%93N-ARCHIVO> [Consultado en 2011]

Berger K. and Ong S. 1985. The industrial uses of palm and coconut oils. *Oleagineux* 40, 613-621.

Correa S., Busto O. y Guasch J. 2005. Simultaneous quantification of phytosterols and tocopherols in almond oil by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *Grup de Química Analítica Enològica i dels Aliments (Unitat d'Enologia del CeRTA), Departament de Química Analítica i Química Orgànica Facultat d'Enologia, Universitat Rovira i Virgili, Terragona Spain.* v. p. 6 – 36.

FAO 2009. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Aceite de Palma Africana. Sistema de Información sobre Recursos de Piensos. [En línea] <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/afri/es/Data/501.HTM>

FAO OMS. 1997. Grasas y aceites en la nutrición humana. (Estudio FAO, alimentación y nutrición 57). Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/V4700S/v4700s00.htm#Contents> [Consultado en 2011]

- Fennema R. O. 2000. Química de los alimentos. ed. Acribia. S.A. 2a edición 1258 pp.
- García, S. D., A.Sandoval J., R. Saldaña R., R. Cárdenas G., R. Soplín J.A., S. Sotero V., T. Pavan R. y F. Mancini F. 2008. Fraccionamiento e interesterificación del aceite de palma (*Elaeis guineensis*) cultivado en la amazonia peruana. Grasas y Aceites, 59 (2), abril-junio, 104-109 pp, ISSN: 0017-3495
- García, P. C. M., D. Castiñeira M., C. Fernández M., D. Romero J. A., Q. Collazo S. M., D. Mancebo B, y A. Torres L.2008. Determinación por CLAR de las Vitaminas A y D en Aceite de Hígado de Tiburón. Latin American Journal of Pharmacy Lat. Am. J. Pharm. 27 (3): 419-24 pp.
- INIFAP Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 1999. Tecnología para la producción de palma de aceite en México, Libro técnico núm. 4, División Agrícola: México: 1999, p. 135-140. Inifap, op cit. 139 pp.
- Innis S. M. 1991. Essential fatty acids development. Prog. Lipid res 30:39 -109 pp.
- Lawson H. W. 1985. Standard for fats and oils. The L. J. Minor Foodservice Standars Series Vol. 5. AVI publishing company, Inc. Connecticut, U. S. A
- Macrae R. 1998. HPLC in Food Analysis, Second Edition.. Academic Press, Great Britain; and Laboratorio de Control de Calidad de los Agricultores suecos, Linköping- Suecia.
- Murrieta C.M., Hess, B. W. and Rule, D.C. 2003. Comparison of acidic and alkaline catalysts for preparation of fatty acid methyl esters from ovine muscle with emphasis on conjugated linoleic acid. Meat Science 65 (2003) 523–529 pp.

Momenbeik F. Momeni Z. and Khorasani J.H. 2005. Separation and determination of Vitamins E and A in multivitamin syrup using micellar liquid chromatography and simplex optimization. J. Pharm. Biomed. Appl., v. 37, p. 383-387.

Nollet L. M. L. 1996. Handbook of Food Analysis; M. Dekker, Nueva York

NMX- F - 019 – SCFI – 2006. Alimentos - Aceite de palma- especificaciones. Secretaría de economía.

Ojeda A. y Escobar A. 1995. Suplementación con aceite crudo de palma africana de bovinos para ceba en pastoreo. CIPAV. Livestock Research for Rural Development. Vol. 7 (1) [En línea] <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd7/1/9.htm>

Rojas S., J., A. 2008. Uso del aceite de palma (*Elaeis guineensis*) como fuente energética en la alimentación de bovinos de engorda en corral. Tesis. Facultad de medicina veterinaria de Veracruz

SAGARPA Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 2006. Coordinación de la Unidad de Proyectos de Inversión para la explotación integral de la palma africana de aceite en Chiapas, México: 1996, p. 17.

- Salinas N., Márquez, M., Sutil, R., Pacheco, E., Muñoz, M. y Gómez, M. E. 2008. Evaluación del efecto de un aceite de palma parcialmente refinado con un alto contenido en micronutrientes sobre el perfil lipídico de ratas. *Invest. clín* v.49 n.1 Maracaibo marzo.
- Sayago A., M. Marín I., Aparicio, R., M. Morales T. 2007. Vitamina E y aceites vegetales. *Grasas y Aceites*, 58 (1), Enero-Marzo, 74-86 pp. ISSN: 0017-3495
- Sundram K., Sambanthamurthi R. and Ai Tan Y. 2003. Palm fruit chemistry and nutrition. *Asia Pacific J Clin Nutr* 2003;12 (3): 355-362 pp.
- Underwood B. A. 2000. Dietary approaches to the control of vitamin A deficiency: An introduction and overview. *Food and Nutrition Bulletin*, vol. 21, no. 2. 2000, The United Nations University.
- Valenzuela A., Morgado N. y Rigotti A. 2005. Comparative effect of fish oil feeding and other dietary fatty acids on plasma lipoproteins, biliary lipids, and hepatic expression of proteins involved in reverse cholesterol transport in the rat. *Ann Nutr Metab* 2005; 49(6):397-406 pp.
- Wan P. J. 2000. Properties of fats and oils. Ch. 2 In: *Introduction to Fats and Oils Technology*. O'Brien, R. D., Farr, W. E., Wan, P. J. (Ed), p. 20 - 48. AOCS Press. Illinois, U. S. A.
- Zagre N.M., Delpuech F., Traissac P. and Delisle H. 2003. Red palm oil as a source of vitamin A for mothers and children: impact of a pilot project in Burkina Faso. *Public Health Nutrition*: 6(8), 733-742

CAPÍTULO 3. COMPOSICIÓN DEL SUBPRODUCTO DE PALMA AFRICANA (*Elaeis Guineensis* Jacq.) PARA SER EMPLEADO COMO FORRAJE PARA RUMIANTES

BY-PRODUCT COMPOSITION OF AFRICAN PALM (*Elaeis Guineensis* Jacq.) OIL EXTRACTION TO BE USED AS FODDER FOR RUMINANTS

Sandoval–García Ana Maria¹, J. R. Altamirano–Cárdenas², C. Sánchez-del Real³, J. Aguilar Ávila y J.G. García–Muñiz⁴

RESUMEN

El proceso artesanal de extracción de aceite de palma obtiene un subproducto que no es aprovechado, pero que posee características buenas para la alimentación de ganado. El objetivo de este trabajo fue la caracterización del subproducto de la extracción de aceite de palma de tres variedades (Deli x Ekona, Deli x Ghana y Deli x Nigeria) para ver sus características y determinar si puede ser usado en dietas para rumiantes. Los análisis hechos fueron, su composición proximal, determinación de minerales, digestibilidad *in vitro* y energía metabolizable, para ello se emplearon metodologías establecidas por la AOAC y modificadas por algunos autores. En el caso de la digestibilidad se llevó a cabo mediante el método descrito por Van Soest y la energía metabolizable se determinó por calorimetría. La determinación de minerales se realizó por espectrofotometría de absorción atómica. El subproducto presentó contenidos altos de fibra y extracto etéreo, así como valores promedio de 5 % de proteína, en cuanto al contenido de minerales los que presentaron valores significativos fueron el Cu, el Mn y el Fe. De las tres variedades estudiadas, la Ghana fue la que tuvo los valores más altos de digestibilidad con el 30 % y 1.68 Mcal de EM/kgMS, lo que le confieren buenas características para ser ofrecido a toretes y borregos de engorda para evitar problemas metabólicos y para otro tipo de ganado como fuente de energía para bovinos y ovinos para cría y para becerros y corderos en crecimiento. Este subproducto puede representar una alternativa de alimentación para animales de pastoreo en el trópico seco durante la época de sequía de enero a junio y en el trópico húmedo durante la temporada de nortes de noviembre a diciembre.

Palabras clave: Dietas para rumiantes, digestibilidad *in vitro*, energía metabolizable, animales de pastoreo, fuente de energía.

ABSTRACT

The traditional process of extraction of palm oil yields at the end a product that is not used, but has good features for feeding livestock. The aim of this study was to characterize the product of three varieties of palm (Deli x Ekona, Deli x Ghana and Deli x Nigeria) to see its characteristics and determine whether included used in diets for ruminants. Analyses I were: made, their proximate composition, mineral identification, *in vitro* digestibility and metabolizable energy and for this we used the procedures established by the AOAC and modified by some authors. In the case of digestibility was carried out using the method described by Van Soest and metabolizable energy was determined by calorimetry. The determination of minerals was performed by atomic absorption spectrophotometry. The product presented high content of fiber and ether extract, and average values of 5% protein, as the mineral content were significant with values Cu, Mn and Fe of the three varieties studied, the variety Ghana was the one that had the highest digestibility values with 30% and 1.68 Mcal / kgMS, the metabolizable energy which gives good features to be offered to fattening bullocks and sheep to prevent metabolic problems and other livestock as a source of energy for cattle and sheep for breeding and growing calves and lambs. This product maybe an alternative supply for grazing animals in the dry tropics during the dry season from January to June and in the humid tropics during the northern season of November to December.

Keywords: Diets for ruminant, *in vitro* digestibility, metabolizable energy, grazing animals, source of energy.

1. INTRODUCCIÓN

En México y otros países tropicales existe un conocimiento limitado sobre la composición y uso adecuado de los subproductos agroindustriales que son o pueden ser utilizados por la industria de los alimentos para animales. Los subproductos agroindustriales son generados por las industrias como subproductos de los procesos y manejo de los productos principales después del procesamiento. Además muchas veces estos subproductos tienen poco interés para las industrias que los producen, por lo que los procesos productivos y manejo de éstos no están bien estandarizados o varían entre las empresas productoras y entre los países (Vargas, 2000).

La utilización de los productos y subproductos de la palma africana, hacen posible lograr un alto nivel de integración y permite la diversificación de especies en la unidad de producción. La utilización del fruto en la alimentación del cerdo, el uso del aceite en dietas para cerdos, aves, equinos, bovinos y ovinos; el uso de la cachaza (subproducto de la extracción de aceite) en la elaboración de bloques nutricionales para bovinos y ovinos, en dietas para cerdos; el uso de los efluentes (subproducto de la extracción de aceite) en el engorde de cerdos y bovinos y el uso potencial del estiércol generado por las diferentes especies para ser utilizado como generador de energía, en la elaboración de bloques nutricionales o como fertilizante orgánico (Ocampo, 1997).

La pobre descripción de cada uno de los subproductos utilizados como alimento para animales en los diferentes países, la práctica de reportar la información como promedios sin indicar el número de muestras ni la variabilidad de los datos en composición, contribuyen a que la interpretación y utilización de la información publicada sea difícil y confusa (Belyea *et al.*, 1989; Arosemena *et al.*, 1995; Vargas, 2000). Por ello es necesario conocer la composición y una adecuada descripción del material y el proceso utilizado en su producción (Vargas y Zumbado, 2003).

Los trabajos realizados utilizando los subproductos del procesamiento de la extracción de aceite de Palma Africana y el aceite crudo como fuente de energía en programas de alimentación de cerdos de engorda, han demostrado la viabilidad y ventajas de estos recursos para la industria porcina y cultivadores de Palma Africana (Ocampo, 1990; Ocampo, 1994). A pesar de ello, siempre se consideró necesario que el fruto hubiese sufrido el proceso de extracción, lo cual reducía la posibilidad de acceso de muchos productores a los sistemas propuestos de alimentación. Al mismo tiempo, no estaba involucrado el concepto de producción a nivel de finca del recurso energético por parte del productor, lo cual implicaba algún grado de dependencia del sistema de agentes externos; considerando también que el proceso favorecía la integración de la producción agrícola y pecuaria, pero no necesariamente a nivel de finca del mediano y pequeño productor.

En México las pocas investigaciones existentes del uso de la palma africana en dietas para animales, se enfocan únicamente en el uso del aceite, tal como en los trabajos de Rojas (2008) y Teran *et al.* (2004). Sin embargo no existen investigaciones del uso del subproducto en aplicación de dietas para rumiantes, por tal motivo el objetivo del

presente trabajo fue el análisis químico del subproducto para determinar sus características y viabilidad para la elaboración de dietas para ganado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Material vegetal

Para la evaluación del subproducto de palma, una vez que se llevó a cabo la extracción del aceite, por inspección visual se determinó que el mejor residuo por su conservación y estado libre de impurezas, fue el obtenido de las tres variedades en la parcela dos, por lo que se procedió a la recolección separando en cinco muestras por variedad respectivamente, las cuales se colocaron en bolsas resellables perforadas, para evitar la fermentación, estas fueron trasladadas en frío al laboratorio para su análisis.

2.2 Análisis realizados al subproducto

2.2.1 Análisis químico proximal

Se evaluó por medio de un análisis proximal, el cual consistió en determinación de proteína, extracto etéreo, materia seca, fibra y cenizas. Para la determinación de humedad se usó como referencia el método gravimétrico 966.02 de la Association of Official Analytical Chemist (AOAC, 2000). Las cenizas se determinaron según el método directo AOAC 923.03. El extracto etéreo se determinó siguiendo el método Soxhlet 920.39 del AOAC. La proteína cruda se obtuvo multiplicando el contenido de nitrógeno, determinado por el procedimiento Kjeldahl, según el método 920.87 del AOAC, por el factor de transformación en proteína 6.25 (A.O.A.C, 1996). La determinación de fibra se llevó a cabo por el método 7.073 de la (A.O.A.C.,1984), con algunas modificaciones.

2.2.2 Contenido de minerales

La determinación de minerales se llevó a cabo mediante los procedimientos descritos por Fick *et al.* (1979), y para el caso de fosforo éste se determinó mediante el método colorimétrico (A.O.A.C., 2000) en espectrofotómetro, mientras que el Cu, Zn, Ca, Mg, K, Na, Mn y Fe se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica, en un espectrofotómetro marca Perkin Elmer ® mod. 4000 AAS.

El análisis se realizó a partir del empleo de las cenizas obtenidas en el análisis proximal, las cuales se diluyeron con 10 ml de HCL al 50% y se aforó cada muestra a 50 ml con agua destilada para obtener una dilución 50. De esta dilución madre se obtuvieron diluciones (500, 1040, 3120, 5000 y 50000) las cuales se emplearon en la determinación de micro y macro minerales (Cu, K, Mg, Mn, Zn, Na, Fe, Ca) por medio de espectrometría de absorción atómica. Para la determinación de fosforo se empleó una técnica colorimétrica en espectrofotómetro.

2.2.3 Análisis de la digestibilidad *in vitro* del subproducto de palma

Se llevó a cabo de acuerdo con la metodología para digestibilidad de forrajes descrita por Goering y Van Soest (1970). Esta técnica está basada en el contenido celular o la fracción soluble en detergente neutro de un alimento, es digestible totalmente, por lo que, si se mide el contenido de paredes celulares provenientes de un forraje que ha sido sometido a fermentación con liquido ruminal puede conocerse exactamente la fracción no digerida por los microorganismos del rumen y por diferencia de la materia seca de la muestra inicial, puede conocerse el contenido de la materia seca digerida.

El % DIVMS se obtiene de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ DIVMS} = \frac{\text{gMSi} - (\text{gMSn} - \text{gMSb})}{\text{gMSi}} \times 100$$

Dónde:

% DIVMS = digestibilidad *in vitro* de la materia seca (%)

gMSi = gramos de materia seca inicial

gMSn = gramos de materia seca no digerida

gMSb = gramos de materia seca del blanco

2.2.4 Análisis de energía metabolizable

Para obtener el valor de la energía metabolizable (EM), expresado en megacalorías (Mcal) por kg de materia seca (MS), es necesario primero calcular el valor de la energía bruta (EB) del ingrediente. Este valor se obtiene mediante la metodología descrita por Bateman (1970) basada en el contenido de energía en un peso dado de un compuesto, medido como calor de combustión medido en un calorímetro. Para determinar la (EB) del subproducto se utilizó un calorímetro Parr®, modelo 1261 con una bomba Parr®, modelo 1563.

El valor del subproducto de la extracción del aceite de palma de EM se obtiene de la siguiente ecuación:

$$\text{EM (Mcal/kg MS)} = \text{EB} \times 0.82$$

Dónde:

EM= energía metabolizable

EB= energía bruta

2.3 Análisis estadístico

El diseño experimental utilizado para evaluar el efecto de las fuentes de variación en las diferentes variables de los análisis fue un completamente al azar, El análisis de la información se llevó a cabo utilizando el paquete estadístico SAS 9.0. Todos los análisis fueron realizados por triplicado y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis proximal del subproducto

El análisis proximal del subproducto mostró diferencias significativas entre variedades para el porcentaje de extracto etéreo ($p=0.0205$), siendo la variedad Ghana con 64 ± 3.68 la que reporta un mayor contenido de grasa en el subproducto. Del mismo modo, se detectaron diferencias importantes ($P = 0.0004$) para el porcentaje de fibra cruda siendo la variedad Nigeria con 25 ± 4.96 la que tuvo un mayor contenido de fibra. Para el porcentaje de proteína cruda ($P=0.0061$) la variedad Ghana fue la más alta con 5.6 ± 0.45 . Para el caso de materia seca, cenizas y materia orgánica no hubo diferencia, ver Cuadro 4.1. Los valores obtenidos para extracto etéreo son muy altos y difieren de los reportados en la literatura que sólo reporta valores del subproducto obtenido en la agroindustria. Por ejemplo, se reportan valores de 0.6 % para extracto etéreo y de 2 % para proteína cruda (MPOC, 2011), ver Cuadro 4.3, observando que el subproducto obtenido de manera artesanal contiene un 50 % más de proteína que el de la agroindustria. En el caso de fibra cruda los análisis reportaron valores de 13.4 ± 2.8 por ciento para la variedad Ekona que es la más baja, 17.7 ± 1.33 por ciento para la variedad Ghana y sólo la variedad Nigeria con un valor de 25 ± 4.96 por ciento alcanza el valor reportado en la literatura de 25.4 %. Estos valores indican que el subproducto puede ser empleado en la alimentación de rumiantes, como lo mencionan Terán *et al.* (2004). El

fruto completo tiene características para la alimentación de pollos y cerdos como lo reporta Celis (2007).

Cuadro 4.1 Composición nutrimental de cada variedad del subproducto de palma (g/100 g en Base Seca)

| Componente ¹ | Variedad | | | significancia |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| | Ekona | Ghana | Nigeria | |
| MS (%) | 97.5 ± 0.36 | 95.7 ± 3.40 | 96.9 ± 0.41 | 0.3592 |
| CBS (%) | 1.8 ± 0.58 | 1.7 ± 0.25 | 2.2 ± 0.96 | 0.9171 |
| MO (%) | 98.5 ± 0.58 | 98.3 ± 0.25 | 98.3 ± 0.96 | 0.9179 |
| EEBS (%) | 64 ± 3.68 | 60 ± 3.62 | 56 ± 4.46 | 0.0205 |
| FCBS (%) | 13.4 ± 2.80 | 17.7 ± 1.33 | 25 ± 4.96 | 0.0004 |
| PCBS (%) | 4.4 ± 0.25 | 5.6 ± 0.45 | 4.8 ± 0.68 | 0.0061 |

Fuente Elaboración propia

¹MS=materia seca, CBS= cenizas base seca, MO= materia orgánica, EEBS= extracto etéreo base, seca, FCBS= fibra cruda base seca, PCBS= proteína cruda base seca.

Cuadro 4.2 Contenido de minerales por variedad del subproducto de palma

| Componente ¹ | Variedad | | | significancia |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | Ekona | Ghana | Nigeria | |
| P (%) | 0.316 ± 0.03 | 0.306 ± 0.04 | 0.195 ± 0.05 | 0.9271 |
| Cu (ppm) | 24.8 ± 1.95 | 19.0 ± 1.81 | 15.1 ± 1.93 | 0.0003 |
| Zn (ppm) | 8.2 ± 1.38 | 8.0 ± 1.07 | 4.8 ± 1.94 | 0.0782 |
| Ca (%) | 0.18 ± 0.02 | 0.16 ± 0.03 | 0.11 ± 0.03 | 0.6275 |
| Mg (%) | 0.098 ± 0.03 | 0.086 ± 0.01 | 0.051 ± 0.04 | 0.2349 |
| K (%) | 0.25 ± 0.07 | 0.25 ± 0.03 | 0.13 ± 0.04 | 0.6064 |
| Na (%) | 0.08 ± 0.01 | 0.08 ± 0.03 | 0.05 ± 0.01 | 0.5281 |
| Mn (ppm) | 15.7 ± 1.55 | 12.2 ± 3.15 | 9.5 ± 0.72 | 0.0225 |
| Fe (ppm) | 31.6 ± 3.23 | 26.5 ± 2.00 | 20.5 ± 2.06 | 0.0484 |

Fuente Elaboración propia

¹P= fosforo, Cu= cobre, Zn= zinc, Ca= calcio, Mg= magnesio, K= potasio, Na= sodio, Mn= manganeso, Fe= hierro.

3.2 Análisis de minerales

Arellano (2006) menciona la importancia de los minerales para ovinos en climas tropicales. Para el análisis de minerales se encontraron diferencias entre variedades de palma para cobre (Cu), siendo la variedad Ekona con 24.804 ± 1.95 ppm la que obtuvo el mayor contenido de este mineral. De acuerdo con Mc. Dowell (2005) los requerimientos de Cu en rumiantes son de 10 ppm por animal por día. También hubo diferencia significativa para manganeso (Mn) siendo la variedad Ekona la de mayor contenido de este mineral con 15.666 ± 1.55 ppm. Al respecto Church (1974) menciona que los requerimientos de Mn para rumiantes son del orden de las 20 ppm por animal por día, mientras que las dietas deben tener 80 ppm. El hierro (Fe) también presentó diferencia significativa entre las variedades, siendo la variedad Ekona la que presentó el valor más alto con 31.608 ± 3.23 ppm. De acuerdo con Mc. Dowell (2005) los requerimientos de Fe para rumiantes adultos se estiman entre 30 y 50 ppm, mientras que para los jóvenes son necesarias 100 ppm, Millán *et al.* (1990b) indican que las deficiencias, concentraciones marginales y desequilibrios de minerales pueden ser resueltos mediante su aporte adecuado al ganado en pastoreo sobre todo en macrominerales. Los resultados obtenidos para minerales de las tres variedades se presentan en el Cuadro 4.2.

Cuadro 4.3 Composición nutrimental del subproducto obtenido por la agroindustria

| Análisis | Subproducto Agroindustria |
|----------|------------------------------|
| MS (%) | 32.6 |
| CBS (%) | 3.6 |
| EM (%) | 1.62 Mcal/kg |
| EEBS (%) | 0.6 |
| FCBS (%) | 25.4 |
| PCBS (%) | 2.0 |
| Ca (%) | 0.18 |
| P (%) | 0.05 |

Fuente: (MPOC, 2011).

MS=materia seca, CBS= cenizas base seca, EM= energía metabolizable, EEBS= extracto etéreo base, seca, FCBS= fibra cruda base seca, PCBS= proteína cruda base seca, P= fosforo, Ca= calcio.

3.3 Determinación de la digestibilidad *in vitro* del subproducto

Los valores obtenidos para la digestibilidad *in vitro* de la fibra cruda y desgrasada no presentaron diferencias significativas entre variedades, ver Cuadro 4.4, pero la variedad Ghana fue la que presentó el valor más alto con 30 ± 2.81 por ciento. Comparado con un ensilado de maíz que va de 48 a 71% de digestibilidad reportado por Hoffman (2007) el valor obtenido para el subproducto de la extracción del aceite de palma es bajo, 50 % menos digerible que el ensilado. Sin embargo puede ser comparado con paja y rastrojos, lo que permitiría ser empleado en dietas de engorda para toretes y bovinos para evitar problemas metabólicos como acidosis, timpanismo y diarreas. El subproducto también contiene un coquillo que es muy parecido en sus características al coco, los resultados obtenidos de su análisis se comparan con los reportados en la literatura, ver Anexo 4, resultando ser otra alternativa para su implementación en dietas para ganado.

Cuadro 4.4 Porcentaje de digestibilidad *in vitro* de las tres variedades del subproducto de palma de aceite

| Análisis | Variedad | | | significancia |
|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|
| | Ekona | Ghana | Nigeria | |
| DIVFC (%) | 26 ± 1.44 | 30 ± 4.81 | 29 ± 1.22 | 0.5249 |

Fuente: Elaboración propia.

Medias ± desviación estándar obtenidas del análisis estadístico (p< 0.05) Idem

DIVFC = Digestibilidad *in vitro* de la fibra cruda.

3.4 Determinación de energía metabolizable

Los valores obtenidos para energía metabolizable no presentaron diferencias significativas, sin embargo la variedad Ghana fue la que presento un valor más alto con 1.68 ± 0.08 (Mcal/kgMS), ver Cuadro 4.5. De acuerdo con lo reportado en la literatura por Palmquist (1996) y Partida y Rojas (2010), los valores obtenidos del subproducto de palma de aceite para el caso de energía metabolizable, son buenos para la alimentación de bovinos para cría, ovejas para cría y becerros y corderos en crecimiento. Este subproducto puede ser empleado como fuente de energía la cual sería suficiente para cubrir los requerimientos de energía para mantenimiento, lo cual es importante para entregas de alimentación para la época de sequía de enero a junio en el trópico seco, mientras que en el trópico húmedo es importante en los meses de noviembre y diciembre en época de nortes cuando existe un déficit de alimento disponible para los animales de pastoreo.

Cuadro 4.5 Energía metabolizable de las tres variedades del subproducto de palma

| Análisis | Variedad | | | significancia |
|----------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| | Ekona | Ghana | Nigeria | |
| EM (Mcal/kgMS) | 1.40 ± 0.07 | 1.68 ± 0.08 | 1.56 ± 0.08 | 0.4922 |

Fuente: Elaboración propia.

Medias ± desviación estándar obtenidas del análisis estadístico (p< 0.05)

EM = energía metabolizable expresada en mega calorías por kilogramo de materia seca

3.5 Eficiencia del proceso de obtención del subproducto

El proceso de extracción del aceite de palma de manera artesanal, ofrece la oportunidad de obtener un buen subproducto que puede ser utilizado en dietas de rumiantes y monogástricos, sin embargo de acuerdo con las características presentadas en el análisis, el contenido de extracto etéreo presente en el subproducto es debido a un proceso deficiente en la extracción del aceite, ya que el residuo contiene un alto contenido de grasa, que para fines de alimentación animal es bueno, pero no así para el fin principal que es obtener la mayor cantidad de aceite. Esto puede representar un beneficio para los productores quienes al no poder llevar a cabo un proceso más eficaz en la extracción del aceite, podrían compensarlo con la obtención de un subproducto bueno que puedan emplear en la alimentación de sus animales, ya que actualmente este subproducto es desechado.

3.6 Potencial del subproducto de palma para el consumo animal

Debido a las características antes mencionadas del subproducto de palma, éste tiene un alto potencial en la alimentación de rumiantes, como fuente de fibra, energía y proteína, comparado con insumos alimenticios de uso común como la paja y el rastrojo que se ofrecen a los animales para evitar problemas metabólicos. En otro tipo de ganado como vacas y ovejas para cría, así como becerros y corderos en crecimiento también es viable el suministro de este subproducto para incorporación de energía a la dieta de los animales.

4. CONCLUSIONES

Comparando el subproducto de palma obtenido en la agroindustria y el obtenido en la comunidad, este último es mejor en casi un 50 % por el contenido de grasa que contiene; esto deriva del deficiente proceso de extracción del aceite que realizan de manera artesanal los productores, visto desde el punto de vista de este trabajo, esta deficiencia es buena para las características del subproducto que podría verse también como una alternativa de uso para alimentación animal de este subproducto que actualmente es desechado.

Por sus características, el fruto entero de palma puede ser empleado en la alimentación de aves y porcinos.

El subproducto de palma tiene un alto potencial en la alimentación de animales rumiantes, como bovinos de engorda y ovinos para evitar problemas metabólicos, pero también por el contenido de energía metabolizable puede ser empleado como alimento energético para vacas para cría, ovejas para cría y becerros y corderos en crecimiento. Es una buena alternativa para cubrir los requerimientos de energía del ganado en época de sequía en el trópico seco y en el tiempo de nortes en noviembre y diciembre en el trópico húmedo.

De las tres variedades estudiadas, la que presentó mejores características por su contenido de proteína, en el porcentaje de digestibilidad y con mayor contenido de

energía metabolizable fue la variedad Ghana por lo que sería la más recomendable para ser usada en dietas para rumiantes.

5. LITERATURA CITADA

- A.O.A.C. Official Methods of Analysis. of the Association of Oficial Analytical Chemists. 1984. 15 th Edition. U.S.A..
- A.O.A.C. Official Methods of Análisis of the Association of Oficial Analytical Chemists. 1996. 15th Ed. Pub. A y AOAC, Washintong, D. C.
- A.O.A.C. Official Methods of Análisis of the Association of Oficial Analytical Chemists. 2000. 15th Ed. Pub. B y AOAC, Washintong, D. C.
- Arellano S. C. 2006. Análisis integral de los factores que intervienen en los sistemas de producción ganadera. *In*: Castellanos, R. A. F., y C. Arellano. 2006. Tecnología para la Producción de Ovinos de pelo. Ed. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México pp: 29-54.
- Arosamena A., E. Depeters J. y J. Fadel G. 1995. Extent of variability in nutrient composition within selected by product feedstruffs An feed Sci. and technol. 54: 103-120 pp.
- Bateman J.V. 1970. Nutrición Animal Manual de Métodos Analíticos. Centro Regional de Ayuda Técnica. México. D.F.

- Belyea R. L., Steevens, B. J., Restrepo R. J. and Clubb A. P. 1989. Variation in composition of by products feeds J. dairy. Sci. 72: 2339-2345 pp.
- Celis R. 2007. Taller Nacional para la Presentación de los Resultados Claves del Estudio de Impacto del Tratado de Libre Comercio de Centroamérica en la Agricultura y el Sector Rural en Costa Rica. Club Unión – San José, Costa Rica en memoria de congreso.
- Church D. C. 1974. Fisiología digestiva y nutrición de rumiantes. Vol 2. ed. Acribia Zaragoza, España. 88 pp.
- Fick K. R., Mc Dowell L. R., Miles P. H., Wilkinson M. S., Kunk J. D, and Conrad J. H. 1979. Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales. Gainesville. Depto. Ciencia Animal. Universidad de Florida. USA. pp: 701
- Goering H.K. and Van Soest P. J. 1970. Forage Fiber Analysis. Agr. Handbook No. 379, Agricultural Research Service, USDA, Washington, D.C. 20 pp.
- Hoffman P.C., Lundberg K. M., Bauman L.M., Shaver R.D. 2007. Digestibilidad *in vitro* del FDN (fibra detergente neutro):El debate de 30 vs 48 horas. *Focus on Forage* - Vol 5: No. 16. University of Wisconsin Board of Regents
- McDowell L. R. 2005. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. 4ª ed. University of Florida. 93 pp.
- Millán C. H., J. Ricaud y A. Castellanos F. 1990b. Evaluación de dos suplementos minerales para bovinos en pastoreo en Yucatán. *Téc. Pec. Méx.* 28(2): 111-115.

MPOC. Malaysian Palm Oil Council
http://www.mpoc.org.my/images/articles/pop_02_poster.jpg. [Consultado en 2011]

Ocampo A. 1990. Palm oil (*Elaeis Guineensis*, *Elaeis oleifera*), an efficient and sustainable energy source in pig production. A review. Pig news and info, 20(3): 89N- 96N

Ocampo A. 1994. Utilización del fruto de palma africana como fuente de energía con niveles restringidos de proteína en la alimentación de cerdos de engorde. Livest res rural develop. 6(1):1-7.

Ocampo A. 1997. Sistemas Integrados de Producción: base de la Ganadería del Tercer Milenio. EN: Seminario Internacional 'La ganadería del Tercer Milenio: Sistemas Integrados de Producción'. Banco Ganadero y la Corporación para el Desarrollo Integral del sector Pecuario - CIPEC, Santafé de Bogotá, 27 al 29 de noviembre.

Palmquist D. L. 1996. Utilización de lípidos en dietas de rumiantes. Department of Animal Sciences OARDC/OSU, Wooster, OH. XII Curso de Especialización FEDNA. Madrid, España.

Partida P. J.A. y R. Martinez L. 2010, Body composition in Pelibuey lambs in terms of feed energy concentration and slaughter weight. Vet. Méx., 41 (3).

Rojas S. J. A. 2008. Uso del aceite de palma (*Elaeis Guineensis*) como fuente energética en la alimentación de bovinos de engorda en corral. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Facultad Veracruzana México.

Teran M. G., F. Sarmiento L., C. Segura J.C., A. Torres F., R. Santos H. 2004. Comportamiento productivo, características de la canal y peso del tracto gastrointestinal de cerdos alimentados con aceite de palma africana (*Elaeis guineensis*). Técnica pecuaria en México, mayo – agosto, año/vol. 42. número 002. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. México, México. pp 181-192 pp.

Vargas E. 2000. Composición y variabilidad de los subproductos de trigo utilizados en la alimentación animal en costa rica. Nutrición Animal Tropical. 6: 23-38 pp.

Vargas E. y Zumbado M. 2003. Composición de los subproductos de la industrialización de la palma africana utilizados en la alimentación animal en Costa Rica. Agronomía Costarricense, enero-junio, año/vol. 27, número 001, Universidad de Costa Rica. San José Costa Rica. 7-18 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Principales municipios productores de palma en el estado de Chiapas

| <i>Municipio</i> | <i>Sembrada (ha)</i> | <i>Cosechada (ha)</i> | <i>Producción (t)</i> | <i>Rendimiento (t/ha)</i> | <i>Precio medio rural (\$/t)</i> | <i>Valor producción (miles de \$)</i> |
|---------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|--|---|
| Acacoyagua | 198.00 | 198.00 | 3,274.92 | 16.54 | 910.00 | 2,980.18 |
| Acapetahua | 4,551.50 | 4,249.00 | 74,272.52 | 17.48 | 810.00 | 60,160.74 |
| Catazaja | 557.60 | 475.25 | 2,970.31 | 6.25 | 907.00 | 2,694.07 |
| Chilon | 255.25 | 225.25 | 1,317.44 | 5.85 | 907.00 | 1,194.92 |
| Escuintla | 156.50 | 154.50 | 3,074.55 | 19.90 | 810.00 | 2,490.39 |
| Frontera Hidalgo | 10.00 | 10.00 | 113.00 | 11.30 | 650.00 | 73.45 |
| Huehuetan | 376.00 | 376.00 | 6,542.40 | 17.40 | 680.00 | 4,448.83 |
| Huixtla | 353.00 | 353.00 | 6,442.25 | 18.25 | 680.00 | 4,380.73 |
| Libertad La | 151.20 | 141.50 | 882.96 | 6.24 | 907.00 | 800.84 |
| Mapastepec | 3,153.50 | 2,941.50 | 55,300.20 | 18.80 | 910.00 | 50,323.18 |
| Marques de Comillas | 340.00 | | | | | |
| Mazatan | 161.50 | 161.50 | 2,705.12 | 16.75 | 650.00 | 1,758.33 |
| Metapa de Dominguez | 4.00 | | | | | |
| Palenque | 4,364.00 | 2,564.00 | 16,281.40 | 6.35 | 907.00 | 14,767.23 |
| Pijijiapan | 315.00 | 235.00 | 3,454.50 | 14.70 | 827.00 | 2,856.87 |
| Salto de Agua | 1,054.00 | 838.50 | 5,257.40 | 6.27 | 907.00 | 4,768.46 |
| Suchiate | 114.00 | 109.00 | 2,092.20 | 19.19 | 750.00 | 1,569.15 |
| Tapachula | 294.00 | 294.00 | 3,829.50 | 13.03 | 700.00 | 2,680.65 |
| Tuxtla Chico | 10.00 | | | | | |
| Tuzantan | 32.50 | 32.50 | 589.87 | 18.15 | 680.00 | 401.11 |
| Villa Comaltitlan | 2,838.50 | 2,838.50 | 54,215.35 | 19.10 | 680.00 | 36,866.44 |
| Total | 19,290.05 | 16,197.00 | 242,615.89 | 14.98 | 804.63 | 195,215.57 |

Fuente: Anuarios SIAP 2008.

Anexo 2. Principales distritos productores de palma en el estado de Chiapas

| DDR | Superficie sembrada (ha) | Superficie cosechada (ha) | Producción (t) | Rendimiento (t/ha) | Precio medio rural (\$/t) | Valor de la producción (\$ 000) |
|-----------------|--------------------------|---------------------------|----------------|--------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Palenque | 6,382.1 | 4,244.5 | 26,709.5 | 6.3 | 907.0 | 24,225.5 |
| Selva Lacandona | 340.0 | | | | | |
| Tapachula | 12,253.0 | 11,717.5 | 212,451.9 | 18.1 | 791.4 | 168,133.2 |
| Tonalá | 315.0 | 235.0 | 3,454.5 | 14.7 | 827.0 | 2,856.9 |
| Total | 19,290.1 | 16,197.0 | 242,615.9 | 15.0 | 804.6 | 195,215.6 |

Fuente Anuarios SIAP 2008.

Anexo 3. Cuadros por parcela para promedios de materia seca y ácidos grasos

A3-1. Promedio de ácidos grasos y materia seca de la parcela 1

| Parcela 1 ¹ | Variedad | | | Significancia |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | Ekona | Ghana | Nigeria | |
| Materia seca (%) | 88.54 ± 6.36 | 91.13 ± 4.33 | 81.61 ± 6.87 | 0.4676 |
| Ac. Palmítico (%) | 33.40 ± 2.76 | 37.38 ± 2.72 | 33.59 ± 2.45 | 0.0829 |
| Ac. Oleico (%) | 43.66 ± 2.83 | 39.78 ± 1.35 | 45.37 ± 1.99 | 0.0299 |
| Ac. Linoleico (%) | 19.81 ± 3.77 | 18.48 ± 2.76 | 16.79 ± 0.59 | 0.3635 |
| Ac. Mirístico (%) | 2.48 ± 1.08 | 1.91 ± 0.98 | 2.56 ± 0.94 | 0.6014 |

Fuente: Elaboración propia.

¹Ac. = ácido

A3-2. Promedio de ácidos grasos y materia seca de la parcela 2

| Parcela 2 ¹ | Variedad | | | Significancia |
|------------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| | Ekona | Ghana | Nigeria | |
| Materia seca (%) | 87.80 ± 10.85 | 85.20 ± 8.38 | 97.51 ± 4.23 | 0.4667 |
| Ac. Palmítico (%) | 32.33 ± 5.23 | 36.92 ± 1.16 | 34.93 ± 3.00 | 0.5463 |
| Ac. Oleico (%) | 42.48 ± 2.29 | 43.92 ± 3.51 | 38.96 ± 1.82 | 0.3138 |
| Ac. Linoleico (%) | 20.03 ± 2.01 | 15.64 ± 2.26 | 21.78 ± 2.30 | 0.0032 |
| Ac. Mirístico (%) | 2.46 ± 0.59 | 1.63 ± 0.29 | 1.68 ± 1.17 | 0.6622 |

Fuente: Elaboración propia

¹Ac. = ácido

A3-3. Promedio de ácidos grasos y materia seca de la parcela 3

| Parcela 3 ¹ | Variedad | | | Significancia |
|------------------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| | Ekona | Ghana | Nigeria | |
| Materia seca (%) | 64.75 ± 7.93 | 78.07 ± 11.54 | 99.46 ± 0.25 | 0.0020 |
| Ac. Palmítico (%) | 36.33 ± 4.55 | 37.03 ± 3.85 | 34.02 ± 3.11 | 0.4602 |
| Ac. Oleico (%) | 42.13 ± 4.17 | 40.28 ± 4.33 | 46.17 ± 2.50 | 0.1290 |
| Ac. Linoleico (%) | 18.74 ± 1.97 | 18.42 ± 2.69 | 16.29 ± 2.11 | 0.3677 |
| Ac. Mirístico (%) | 2.25 ± 0.64 | 1.88 ± 0.61 | 1.48 ± 0.58 | 0.3169 |

Fuente: Elaboración propia

¹Ac. = ácido

A3-4. Promedio de ácidos grasos y materia seca de la parcela 4

| Parcela 4 ¹ | Variedad | | | Significancia |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | Ekona | Ghana | Nigeria | |
| Materia seca (%) | 99.84 ± 0.03 | 99.70 ± 0.13 | 94.70 ± 1.10 | 0.2697 |
| Ac. Palmítico (%) | 34.02 ± 3.87 | 31.88 ± 2.47 | 34.68 ± 3.96 | 0.4405 |
| Ac. Oleico (%) | 41.84 ± 2.31 | 42.31 ± 3.07 | 42.42 ± 2.83 | 0.9409 |
| Ac. Linoleico (%) | 22.27 ± 1.93 | 22.76 ± 2.50 | 19.22 ± 1.92 | 0.3404 |
| Ac. Mirístico (%) | 1.21 ± 0.48 | 1.81 ± 0.47 | 1.69 ± 0.40 | 0.4786 |

Fuente: Elaboración propia

¹Ac. = ácido

A3-5. Promedio de ácidos grasos y materia seca de la parcela 5

| Parcela 5 ¹ | Variedad | | | Significancia |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | Ekona | Ghana | Nigeria | |
| Materia seca (%) | 99.84 ± 0.02 | 99.87 ± 0.07 | 87.01 ± 8.99 | 0.0191 |
| Ac. Palmítico (%) | 29.39 ± 1.45 | 34.18 ± 0.80 | 34.04 ± 3.44 | 0.0128 |
| Ac. Oleico (%) | 46.45 ± 3.03 | 44.76 ± 2.84 | 42.17 ± 1.72 | 0.0895 |
| Ac. Linoleico (%) | 20.69 ± 1.20 | 17.51 ± 1.87 | 20.57 ± 1.71 | 0.3052 |
| Ac. Mirístico (%) | 1.99 ± 0.95 | 1.58 ± 0.63 | 1.58 ± 0.92 | 0.7774 |

Fuente: Elaboración propia.

¹Ac. = ácido

Anexo 4. Comparación de los valores nutritivos del núcleo de la torta obtenida en la comunidad y en la agroindustria

| Componente ¹ | Variedad | | | |
|-------------------------|----------|--------|---------|---------------|
| | Ekona | Ghana | Nigeria | Agroindustria |
| MS (%) | 51.42 | 78.6 | 88.58 | 93 |
| CBS (%) | 0.021 | 0.0127 | 0.019 | 4 - 5 |
| EEBS (%) | 9.37 | 15.47 | 21.63 | 8 |
| Calcio (%) | 0.18 | 0.164 | 0.18 | 0.3 |
| Fosforo (%) | 0.316 | 0.306 | 0.303 | 0.7 |

Fuente: Elaboración propia

¹MS= materia seca, CBS= cenizas base seca, EEBS= extracto etéreo base seca