

Universidad Nacional Experimental  
de los Llanos Occidentales  
"EZEQUIEL ZAMORA"



LA UNIVERSIDAD QUE SIEMBRA

VICERRECTORADO  
DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
ESTADO PORTUGUESA

COORDINACIÓN  
ÁREA DE POSTGRADO

**ACEITE DEL FRUTO DE PALMA YAGUA (*Attalea butyracea*)  
EN DIETAS PARA CERDOS EN CRECIMIENTO**

Autor: Roseliano Jesús Sánchez Blanco  
Tutor: Dr. Gustavo E. Nouel Borges

GUANARE, DICIEMBRE DE 2009

Universidad Nacional Experimental  
de los Llanos Occidentales  
"EZEQUIEL ZAMORA"



Vicerrectorado de Producción Agrícola  
Coordinación Área de Postgrado  
Maestría en Producción Animal Integral

# ACEITE DEL FRUTO DE PALMA YAGUA (*Attalea butyracea*) EN DIETAS PARA CERDOS EN CRECIMIENTO

Requisito parcial para optar al grado de

*Magister Scientiarum*

**AUTOR:** Roseliano Jesús Sánchez Blanco

**C.I. N°:** 11.597.172

**TUTOR:** Dr. Gustavo E. Nouel B.

GUANARE, DICIEMBRE DE 2009

**ACEITE DEL FRUTO DE PALMA YAGUA (*Attalea butyracea*) EN  
DIETAS PARA CERDOS EN CRECIMIENTO**

---

**DEDICATORIA**

A Dios Todopoderoso, a la Divina Pastora, a todos los Santos y Vírgenes y demás que metieron su mano, cuando transitábamos en la vía Barquisimeto – Guanare.

A mi Papá y mi Mamá, por todo su entusiasmo, trabajo y dedicación, a su fuerza de voluntad y ganas de echar para delante con mucha entereza y ejemplo a seguir... por el amor que entregan.. Los AMO..

A mis hijos, para ellos todo lo que pueda lograr en la vida. Los AMO..

A quien ha sabido ayudar cuando tiene, colabora cuando puede, esta pendiente de algunas cosas, compañera en las buenas y malas, y quien me jode la paciencia y la vida..... Gracias Milvic..

A mis hermanos, por estar presentes en todos los momentos necesarios.

A toda mi familia por ser el pilar fundamental en mi formación.

## AGRADECIMIENTOS

Al viejito por darme las fuerzas necesarias y la confianza para explorar aquellos caminos que nos condujeron para alcanzar esta meta.

A la UCLA como la institución forjadora de profesionales y al CDCHT, por aportar los recursos y elementos necesarios para la realización de este trabajo y los proyectos de Investigación.

A la UNELLEZ - Guanare, su recinto, sus profesores, personal administrativo y obrero, por la formación recibida.

A Gustavo Nouel por su apoyo, enseñanza y la asesoría ofrecida. Su dedicación sincera para la realización de toda cuanto cosa se nos ocurre hacer en la vida profesional.

A Miguel Espejo-Díaz, porque después de tanto trasnocharnos, sacrificios económicos, penurias, y tantas cosas que pasamos, pudimos cerrar el ciclo compadre.

A Carolina y Anny, que tarde llegaron, pero se hicieron sentir de primeras con todo su apoyo y todos los elementos necesarios para ayudarnos a culminar esta etapa... les estaré agradecido por siempre..

Y expreso mis más sinceras palabras de agradecimiento y aún así quedaría muy corto... a la familia Huizzy – Tapia, especialmente a la Sra. Romelia, Alfredo, Edith, María T... por cobijarnos durante todo este postgrado, como un miembro más de su familia... Siempre agradecido.

A todos los demás...

**ACEITE DEL FRUTO DE PALMA YAGUA (*Attalea butyracea*) EN  
DIETAS PARA CERDOS EN CRECIMIENTO**

---

**CONTENIDO**

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	iii
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	iv
<b>CONTENIDO</b>	v
<b>LISTA DE TABLAS</b>	vi
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	vii
<b>RESUMEN</b>	viii
<b>ABSTRACT</b>	ix
<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>OBJETIVOS</b>	5
General	5
Específicos	5
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	6
<b>A</b> Generalidades de la palma yagua ( <i>Attalea butyracea</i> ).	6
1. Breve reseña histórica de la palma yagua.	6
2. Características botánicas, clasificación y condiciones agroecológicas.	7
3. Principales usos y potencialidades.	8
4. Rentabilidad y rendimientos del cultivo de palma yagua.	12
5. Situación actual del mercado venezolano de oleaginosas.	14
<b>B</b> El cerdo ( <i>Sus scrofa domestica</i> ).	15
1 Importancia del cerdo en Venezuela.	15
2 Situación porcina en Venezuela.	16
3 Alimentación y requerimientos nutricionales del cerdo.	18
4 Digestibilidad de nutrientes en dietas para cerdos.	21
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	24
Ubicación.	24
Extracción de aceite.	24
Diseño experimental.	25
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	27
Composición química de las dietas evaluadas	27
Consumo de materia seca	28
Digestibilidad aparente de nutrientes	29
Digestibilidad aparente de FDN, FDA y hemicelulosa	30
Peso inicial y peso final	33
Ganancia diaria de peso	33
Conversión alimenticia	34
<b>CONCLUSIONES</b>	37
<b>RECOMENDACIONES</b>	38
<b>REFERENCIAS</b>	39

**LISTA DE TABLAS**

Tabla		Pág.
1	Propiedades físico-químicas del epicarpio-mesocarpio del fruto de palma yagua ( <i>Attalea butyracea</i> ).	10
2	Grado de instauración de varios tipos de aceite de origen vegetal.	11
3	Perfil de ácidos grasos del aceite de epicarpio-mesocarpio y de almendra de palma yagua extraído por prensado hidráulico.	11
4	Oferta y consumo aparente de aceite de palma africana en Venezuela.	13
5	Composición química recomendadas para diferentes estados fisiológicos para lechones.	21
6	Composición de las dietas empleadas en la alimentación de cerdos en crecimiento.	26
7	Composición química de las dietas evaluadas	28
8	Coefficiente de digestibilidad aparente de las fracciones evaluadas en dietas con aceite de epicarpio-mesocarpio del fruto de palma yagua.	30
9	Variables de producción evaluadas con dietas de 4 niveles de aceite de epicarpio-mesocarpio del fruto de palma yagua.	34

**ACEITE DEL FRUTO DE PALMA YAGUA (*Attalea butyracea*) EN  
DIETAS PARA CERDOS EN CRECIMIENTO**

---

**LISTA DE FIGURAS**

Figura		Pág.
1	Palma yagua, muestra hojas secas, racimos y frutos maduros.	7
2	Palma yagua, sector Hoja Blanca, municipio Guanarito, estado Portuguesa.	7
3	Casa construida con troncos y hojas de palma yagua.	9
4	Palmito de los brotes tiernos de palma yagua.	9
5	Aceite epicarpio-mesocarpio (derecha e izquierda), centro aceite de almendra, ambos extraídos del fruto palma yagua.	9
6	Racimos verdes y maduros de palma yaga.	9
7	Producción nacional y consumo aparente de aceite de palma africana.	13

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS  
OCCIDENTALES “EZEQUIEL ZAMORA”  
VICERRECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA  
COORDINACIÓN ÁREA DE POSTGRADO  
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL INTEGRAL

ACEITE DEL FRUTO DE PALMA YAGUA (*Attalea butyracea*)  
EN DIETAS PARA CERDOS EN CRECIMIENTO

AUTOR: ROSELIANO JESÚS SÁNCHEZ BLANCO  
TUTOR: DR. GUSTAVO NOUEL B.  
AÑO: 2009

### RESUMEN

Este trabajo se realizó en la Unidad de Investigación en Producción Animal, Decanato de Agronomía, UCLA-“Lisandro Alvarado”, para evaluar dietas con 4 niveles de inclusión (0; 1,5; 3 y 4,5%) de aceite del epicarpio-mesocarpio de fruto de palma yagua (*Attalea butyracea*), se emplearon 4 cerdos mestizos (Landrace), alojados individualmente en jaulas metabólicas, en un diseño experimental cuadrado latino 4x4, bajo un sistema rotacional de las dietas, con periodos de 10 días, 5 días de adaptación y 5 de recolección de heces. La digestibilidad aparente de materia seca (DAMS), proteína cruda (DAPC), fibra detergente ácido y neutro (DAFDN y DAFDA), energía bruta (DAEB), hemicelulosa (DAH) ganancia de peso (GDP), consumo (C), conversión alimenticia (CONV), fueron analizados. Las dietas contenían 17,14 % PC y 59,52 % FDN. No se encontraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en DAMS, DAPC, DAFDN, DAEB, DAH, entre las dietas, con valores entre 73,8 y 95,5 %. La GDP, C, CONV fueron de 458,3 g, 1091,1 g y 2,613 kg, respectivamente, sin diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre niveles de inclusión de aceite del epicarpio-mesocarpio de fruto de palma yagua. Los resultados de digestibilidad aparente demostraron la factibilidad de uso hasta 4,5% en dietas para cerdos, de aceite de epicarpio-mesocarpio del fruto de palma yagua. La palma yagua es un recurso local de fácil obtención y poco difundido, que puede ayudar en la alimentación no convencional de cerdos.

**Palabras clave:** *Attalea butyracea*, cerdos en crecimiento, digestibilidad aparente, alimentación no convencional.

**ACEITE DEL FRUTO DE PALMA YAGUA (*Attalea butyracea*) EN  
DIETAS PARA CERDOS EN CRECIMIENTO**

---

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL DE LOS LLANOS  
OCCIDENTALES "EZEQUIEL ZAMORA"  
VICERRECTORADO DE PRODUCCIÓN AGRICOLA  
COORDINACIÓN ÁREA DE POSTGRADO  
MAESTRÍA EN PRODUCCIÓN ANIMAL INTEGRAL

OIL PALM FRUIT YAGUA (*Attalea butyracea*)  
IN DIETS FOR GROWING PIGS

**AUTHOR:** ROSELIANO JESÚS SÁNCHEZ BLANCO

**TUTOR:** Dr. GUSTAVO NOUEL B.

**YEAR:** 2009

**ABSTRACT**

This work was carried out in the Unit in Animal Production, Dean of Agriculture, "Lisandro Alvarado" UCLA, to evaluate diets with 4 levels of inclusion (0, 1.5, 3 and 4.5%) of exocarp-mesocarp oil palm yagua fruit (*Attalea butyracea*), 4 pigs mongrel were used (Landrace), housed individually in metabolic cages in a 4x4 Latin square experimental design, under a rotational system of allowances, with periods of 10 days, 5 days of adaptation and 5 fecal collection. The dry matter digestibility (DMD), crude protein (CPD), acid detergent fiber and neutral (ADFD and NDFD), gross energy (GED), hemicellulose (HD) weight gain (WG), consumption (C), conversion food (FC), were analyzed. The diets were 17.14 % CP and 59.52 NDF. There were no significant differences ( $P > 0.05$ ) DMD, CPD, NDFD, GED, HD, between diets, with values between 73.8 and 95.5%. The WG, C, FC were 458.3 g, 1091.1 g and 2.613 kg, respectively, without significant differences ( $P > 0.05$ ) between levels of inclusion of exocarp-mesocarp oil palm yagua fruit. The apparent digestibility results demonstrated the feasibility of using up to 4.5% in diets for pigs, exocarp-mesocarp oil palm yagua fruit. The palm is a local resource yagua readily available and not widely known, it can help in feeding pigs unconventional.

**Keywords:** *Attalea butyracea*, growing pigs, apparent digestibility, food unconventional.



## **Introducción**

El consumo de carne de cerdo se ha incrementado en las últimas décadas a nivel mundial, debido a que es una fuente de proteína de alta calidad nutricional. La producción en los países más desarrollados está siendo vinculada al cuidado del medio ambiente, atiende especialmente el bienestar del animal y la sustentabilidad de los sistemas, razón por la cual el consumo de carne aumentó en muchos países (González *et al.* 2002).

La agroindustria nacional de alimentos balanceados (utilizados cerca de 90% en la alimentación de aves y cerdos), no ha sido efectiva en la dinamización de la producción agrícola vegetal requerida, debido a que crece sobre la base de importaciones de cereales y soya que son sus ingredientes básicos (León y Angulo 1989). Esta, a su vez, no ha sido efectiva en la adecuación de los rendimientos, generando una industria porcina eficiente, empero mantenida en una producción vegetal deficitaria, que ha originado una producción frágil, y susceptible a cambios en los mercados externos (González 1994).

La distorsión del proceso agrícola venezolano, ocupado en desarrollar animales no rumiantes (aves y cerdos), sin base sustentable en materias primas nacionales, y el estímulo a productos agrícolas de bajos rendimientos en el trópico, alcanza su etapa final por la incapacidad del Estado y el aparato productivo, en continuar con el subsidio e importaciones de cantidades masivas de materias primas. Lo que sobrelleva repercusiones económicas y sociales, debido a la crisis alimentaria mundial, en las cuales los países que no producen soya y cereales en gran escala (caso venezolano), no pueden adquirir materia prima importada.

Los problemas económicos que atraviesa actualmente Venezuela, afectan todos los sectores productivos, especialmente al sector agropecuario, lo que incide en la rentabilidad de los sistemas de producción animal. Por otro lado, el elevado costo con dietas balanceadas comerciales en el país, justifica la búsqueda de materias primas no convencionales para constituir alternativas viables en la elaboración de alimentos balanceados para aves, cerdos y bovinos (León y Angulo 1989).

La desaparición de pequeños y medianos productores de cerdos, se debió a los altos precios de los alimentos balanceados comerciales. Este escenario hace imperiosa la realización de ajustes en los sistemas de alimentación de acuerdo con las posibilidades de cada región, en utilizar los recursos locales. Tal situación, hace interesante la idea de utilizar materias primas no convencionales y locales como fuentes proteicas y energéticas, que preferiblemente no compitan con la alimentación humana. Entre estas opciones se incluyen los alimentos voluminosos de alto contenido fibroso (Savón 2005).

Uno de los elementos clave dentro de los sistemas de producción de cerdos, es la alimentación, ya que el animal expresa su potencial productivo en la medida que cubre sus necesidades de mantenimiento y quede un excedente disponible para producción. La adición de ingredientes en la ración busca incrementar el potencial nutritivo, con el fin de mejorar la eficiencia de transformación de los alimentos en productos animales. Las grasas y aceites son ingredientes utilizados para aumentar la concentración energética de la ración, proporcionan ácidos grasos esenciales, incrementan la absorción de vitaminas liposolubles, mejoran la eficiencia energética y reducen la fracción de polvo en las raciones. Las grasas constituyen también la principal fuente de energía en la alimentación de cerdos en crecimiento, debido a las limitaciones para digerir eficientemente los carbohidratos presentes en los alimentos, sin embargo la

utilización se afecta por el origen de grasa, su estructura, tamaño de la cadena de carbonos y su grado de saturación (Veum 1991, citado por Perdomo 2005).

Venezuela importa cerca del 67 % de los aceites y grasas para consumo humano y animal (CAVIDEA 2004, citado por Cordero *et al.* 2009). Existen posibilidades de usar subproductos de cultivos tropicales y del procesamiento de cereales y oleaginosas. Sin embargo, la eventual utilización está sujeta al conocimiento de su calidad nutricional, que puede determinarse mediante la evaluación de parámetros como composición química, aceptabilidad, consumo y digestibilidad aparente de nutrientes, entre otras variables (Yépez *et al.* 2004).

Ante la actual realidad, se impone la necesidad de investigar y fomentar alternativas no convencionales en la producción porcina, relacionadas con un mejor aprovechamiento de los recursos del entorno, que promuevan una producción sostenible en el tiempo, con impacto social, económico y ecológico, que reduzca los costos de producción y que llegue al consumidor final con un producto económico y de calidad.

La búsqueda de formas de producción animal adecuadas a condiciones locales en países tropicales, ha sido tema de interés desde hace varios años. Sin embargo, los esquemas de alimentación de animales no rumiantes tradicionalmente se basan en el uso de ingredientes dietéticos de origen vegetal, fundamentalmente soya y cereales. Estos cultivos pueden ser superados desde el punto de vista agronómico por otros mejor adaptados al medio y que no son requeridos para la alimentación humana. Esta situación ha estimulado la exploración de nuevas materias primas alimenticias, con la finalidad de generar patrones de producción ajustados a la realidad social y económica del entorno (Nieves 2005).

La palma yagua (*Attalea butyracea*) es una palma nativa, cuyas hojas han sido utilizadas por los productores del campo en la elaboración de churuatas, techos de casas, caneyes y sombreros. Los frutos son alimento de animales salvajes (picures, conejos, chacharos y aves, entre otros), ya que poseen alto contenido de aceite y es considerada una planta potencialmente productora de energía. Estas características han generado el interés en su estudio en la alimentación animal y humana. Representa una materia prima disponible localmente (en los estados Carabobo, Cojedes, Yaracuy, Trujillo, Portuguesa, Barinas y Zulia entre otros), y podría disminuir los costos de alimentación al sustituir ingredientes importados y de alto costo; además, de brindar la posibilidad de un manejo ecológico de nuestros recursos, al generar productos capaces de alcanzar una alta demanda (Nouel-Borges *et al.* 2005; Alemán y Ruiz 2006; Molina 2006).

De los frutos de esta palma se puede obtener dos tipos de aceite. El primero del epicarpio-mesocarpio y el segundo de la almendra. El perfil de ácidos grasos presentes en los aceites extraídos indican un potencial para animales o humanos; el aceite de epicarpio-mesocarpio presenta cualidades superiores en cuanto al índice de yodo e índice de saponificación, que el aceite de palma africana (Nouel-Borges *et al.* 2005).

Las propiedades nutricionales que presenta el aceite de palma yagua, por el potencial de producción superior al de palma africana, su condición de palma nativa y que abunda en algunas regiones del país, adicional al manejo ecológico-racional, permite desarrollar un sistema sustentable y sostenible. Las escasas investigaciones sobre el tema, generan interés de realizar estudios para explorar niveles de inclusión de aceite del fruto de palma yagua en dietas para cerdos en crecimiento.

## Objetivos

### General

- Evaluar el efecto sobre parámetros nutricionales y productivos de cuatro niveles de inclusión de aceite del epicarpio-mesocarpio de frutos de palma yagua (*Attalea butyracea*) en dietas para cerdos en crecimiento.

### Específicos

- Determinar la composición química de las dietas evaluadas.
- Evaluar el consumo de materia seca de dietas elaboradas con cuatro niveles de inclusión de aceite del epicarpio-mesocarpio de frutos palma yagua en cerdos crecimiento.
- Estimar la digestibilidad aparente de materia seca, proteína cruda, energía bruta, fibra detergente ácido, fibra detergente neutro, de dietas con inclusión de aceite del epicarpio-mesocarpio de frutos de palma yagua.
- Determinar la ganancia diaria de peso, ganancia de peso total y la conversión alimenticia correspondiente a los cerdos en crecimiento, alimentados con las dietas mencionadas.

## Revisión de Literatura

### A. Generalidades de la palma yagua (*Attalea butyracea*)

#### 1. Breve reseña histórica de la palma yagua

Las palmeras en general, se distribuyen en regiones tropicales y subtropicales, hasta las regiones templadas, en una amplia gama de suelos y condiciones climáticas. Las regiones donde más abundan son América Tropical, la Amazonía e India Oriental, y las zonas de menor dispersión son África y Asia Continental; mientras la Polinesia tiene numerosos géneros exclusivos (Cordero y Torrellas 2004).

En el mundo se han señalado 200 géneros y 1500 especies de palmas, de los cuales 550 se encuentran en América. En Venezuela se calcula que existen más de 100 especies que están dispersas a lo largo de la geografía del país. La familia Palmae constituye la fuente oleaginosa que mayor cantidad de aceite produce por unidad de superficie (García-Pantaleón *et al.* 2006).

La palma real o palma yagua es común desde el sur de México hasta Perú. En nuestro país representa una opción que crece de manera espontánea en las zonas húmedas ó semihúmedas de la cordillera centro-costera, también se encuentra al sur y parte alta del estado Portuguesa, es común en campo abierto del estado Barinas y pie de monte del estado Táchira, en zonas montañosas de alturas entre los 600 y 850 msnm.

Igualmente se distribuye en los estados Cojedes, Yaracuy, Zulia, Carabobo, Trujillo, parte de Bolívar y Amazonas. Está presente desde una fracción de los Andes hasta los llanos Venezolanos (Cardozo y Marcano 2002). El género *Attalea* se encuentra entre las palmas oleaginosas de mayor interés por su contenido graso, poseen racimos que pueden llegar a pesar entre 30 y 100 kg (García-Pantaleón *et al.* 2006).

## 2. Características botánicas, clasificación y condiciones agroecológicas

Esta planta es una imponente palmera que presenta un tronco simple con diámetros de 20 a 60 centímetros y puede alcanzar de 4 a 25 metros de altura. Se pueden observar entre 15 y 35 hojas contemporáneas, ráquis de 3 a 9 metros de largo y de 200 a 300 pares de hojuelas, dispuestas casi siempre en intervalos irregulares. Su pecíolo posee una grande lígula basal, mediante la cual se adhiere al tronco; su fruto es oblongo o elipsoide de 5 cm de largo y 3 cm de diámetro aproximadamente, puntiagudos y produce entre 800 y 1000 frutos por racimo. Los frutos presentan a su vez una coloración verde que se tornan amarillenta al madurar y totalmente anaranjados cuando maduros. Por ciclo puede producir de 2 a 3 racimos por planta (Figura 1).

La palma yagua se consigue en áreas degradadas, quemadas y devastadas y también en pastizales formando parte del ecosistema, donde se observan hojas marchitas, envolviendo el tronco (Figura 2). Esta clase de palmeras vegetan espontáneamente en selvas húmedas y márgenes de ríos, pero han demostrado su capacidad para prosperar en zonas abiertas y soleadas, resultantes de la destrucción de selva (Del Cañizo 2002).



Figura 1. Palma yagua, muestra hojas secas, racimos y frutos maduros.



Figura 2. Palma yagua, sector Hoja Blanca, Municipio Guanarito, estado Portuguesa.

Esta especie se propaga a partir de semillas, cuya germinación tarda de cuatro a seis meses (Calle-Díaz y Murgueitio 2008).

### **3. Principales usos y potencialidades**

Tradicionalmente se usa para la alimentación humana y animal, en lo que tiene provecho casi toda la planta, y los más resaltantes son la utilización de los troncos y hojas para construcción (Figura 3), elaboración de utensilios de uso doméstico, para ceremonias, los folíolos para tejer sombreros, esterillas, cestos y capas para protegerse de la lluvia, los brotes tiernos (palmito) son consumidos por las personas (Figura 4), de los frutos (epicarpio-mesocarpio) y semillas (almendra) se extraen aceite (Figura 5) (Del Cañizo 2002).

Pulgarín (2004) documentó el proceso de obtención de savia de la palma yagua, y la llamaron palma de vino por el producto que se lograba, y determinó de igual forma que esta palma al ser integrada adecuadamente con leguminosas, representa una plantación que podría ser la base de un eficiente sistema agrosilvopastoril. Al tumbar la planta y practicarle un agujero en la yema terminal, mana un líquido fermentable que es el llamado vino de palma, obviamente, no se permite una producción industrializada, porque implicaría diezmar la población del recurso natural, pero no se impide el aprovechamiento de manera racional y regulada (Devia *et al.* 2002).

Cordero y Torrellas (2004) indicaron el interés en la producción de alimentos y de fibra por sus hojas, mientras que Narváez y Stauffer (1999), señalaron que en el estado Barinas, los frutos cortados y colocados en el piso, los cerdos consumen el mesocarpio, ya que la almendra es muy dura.



Figura 3. Casa construida con troncos y hojas de palma yagua.



Figura 4. Palmito de los brotes tiernos de palma yagua.

Cardozo y Marcano (2002) informaron que los bovinos que pastorean en potreros donde están disponibles las palmas reales, consumen los frutos maduros que caen al suelo. Estos frutos (Figura 6) son ricos en azúcares fermentables, ácidos grasos (la mayoría saturados), vitamina A y proteína (endocarpio o nuez) (Calle-Díaz y Murgueitio 2008).



Figura 5. Aceite epicarpio-mesocarpio (derecha e izquierda), centro aceite de almendra, ambos extraídos del fruto palma yagua.



Figura 6. Racimos verdes y maduros de palma yaga.

La palma real es considerada una especie promisoriosa por sus frutos oleaginosos y por sus propiedades físico-químicas representa una fuente potencial de fibra, proteína, energía, calorías y aceite (Tabla 1) (Cordero y Torrellas 2004). El aceite es de consistencia cremosa, suave al tacto y con un ligero olor a coco, características adecuadas para la elaboración de margarinas, jabones y cosméticos (Calle-Díaz y Murgueitio 2008). También el color amarillo intenso de la pulpa y epicarpio permiten inferir aportes de vitaminas liposolubles (Cardozo y Marcano 2002). Al comparar los grados de insaturación de palma yagua con otros aceites vegetales (Tabla 2), y el perfil de ácidos grasos presente en el aceite del fruto de palma (Tabla 3), se demuestra las ventajas que esta presenta, de igual forma, expresan valores de ácidos grasos saturados e insaturados, bastante importantes para ser tomados en cuenta como complemento en las dietas de las personas Alemán y Ruiz (2006).

Tabla 1.  
Propiedades físico-químicas del epicarpio-mesocarpio del fruto de palma yagua (*Attalea butyracea*).

% en BS	Media	SD	C.V.	Mínimo	Máximo
Materia seca	47,70	3,07	6,44	44,99	52,69
Humedad	52,29	3,07	5,88	47,31	55,01
Ceniza	3,763	0,20	5,38	3,51	4,042
Extracto etéreo	34,22	1,67	4,87	31,26	35,18
FDN	49,23	2,50	5,08	46,58	51,83
FDA	35,95	0,74	2,07	34,94	36,96
Hemicelulosa	13,28	2,12	15,93	10,70	15,57
Proteína cruda	12,70	0,26	2,04	12,37	12,96
Almidones totales	5,25	1,60	30,56	4,20	8,053
Fenoles simples	4,76	0,47	9,95	4,19	5,46
Polifenoles totales	6,92	2,16	9,77	5,83	7,70
Taninos totales	2,16	0,33	15,13	1,64	2,45
Energía bruta (kcal/g)	5,88	127,99	2,18	5,71	6,05

Fuente: Cordero y Torrellas (2004). BS: Base seca, FDN: Fibra neutro detergente, FDA: Fibra ácido detergente.

El consumo de alimentos con ácidos grasos saturados es dañino para el corazón y el sistema circulatorio, ya que aumentan el colesterol malo o lipoproteínas de baja densidad (LDL) en sangre. Por ello es preferible consumir

alimentos que contengan ácidos grasos insaturados que ayudan a reducir el colesterol en la sangre, y la palma yagua presenta valores que la hacen una fuente promisoría para ser utilizada en la alimentación.

Tabla 2.  
Grado de instauración de varios tipos de aceites de origen vegetal.

Tipo	Saturados	Monoinsaturados	Polinsaturados
Palma africana	50,0	39,5	10,4
Soya	15,4	23,3	61,3
Oliva	12,1	80,9	7,0
Girasol	12,7	18,8	68,3
Maíz	13,5	25,6	60,8
Palma yagua	25,8	65,6	8,6

Fuente: Alemán y Ruiz (2006); Molina (2006).

Tabla 3.  
Perfil de ácidos grasos del aceite de epicarpio-mesocarpio y de almendra de palma yagua extraído por prensado hidráulico.

Nombre	Fórmula	Epicarpio Mesocarpio	Endocarpio
Caprílico	C 8:0	0	7,3
Capricho	C 10:0	0	6,7
Láurico	C 12:0	0,5	42,9
Mirístico	C 14:0	0,3	13,3
Palmítico	C 16:0	22,4	8,3
Palmitoleico	C 16:1	0	0
Esteárico	C 18:0	2,6	2,7
Oleico	C 18:1	64,0	14,3
Linoleico	C 18:2	2,6	3,2
Linolénico	C 18:3	7,3	0,1
Araquídico	C 20:0	0,2	0,3
Gadoleico	C 20:1	0,3	0,1
Behénico	C 22:0	0,0	0,5

Fuente: Alemán y Ruiz (2006).

#### **4. Rentabilidad y rendimiento del cultivo de palma yagua**

Las poblaciones espontáneas de palma yagua en el municipio Nirgua del estado Yaracuy y Miranda del estado Carabobo, presentan densidades de 80 a 230 plantas por hectárea. Son más densas en las zonas con mayores pendientes y menos densas en las áreas más planas. En una inspección visual, de más de 250 plantas, se encontró generalmente un racimo por planta, y dos racimos por planta cuando el año ha sido lluvioso, o los pobladores no quemaron la vegetación de las montañas. La producción oscila entre 1 y 8 racimos/árbol/año, de manera que se puede estimar una producción equivalente de 60 hasta 480 kg de fruto fresco/árbol/año; 8,85 kg de aceite crudo/racimo en base fresca y 708 - 2036 kg de aceite/ha (Cordero y Torrellas 2004).

Actualmente la palma yagua tiene importancia económica como productora de aceite comestible, obtenida de plantas silvestres. Se ha informado que podría industrializarse si se eliminan las grasas saturadas (Tabla 2). Lo que brinda un aceite nutricionalmente sano, económicamente competitivo y que apunta hacia la reducción de la dependencia alimentaria con el exterior, ya que se importa el 75% del consumo nacional (Saballo 1994).

Esto denota la necesidad de dar prioridad a los cultivos que produzcan más y de los cuales se obtengan mayores rendimientos, a impulsar la siembra de esta palma aceitera, capaz de representar una fuente de empleo y una excelente oportunidad de inversión, ya que Venezuela ofrece ventajas comparativas tales como el costo de la tierra, características físico-químicas del suelo, el costo de combustible y mano de obra, lo cual podrían convertirla en el rubro perenne que más convendría plantar.

Este recurso podría ser aprovechado por la industria aceitera venezolana que en los últimos años, ha importado materia prima para suplir la demanda de

consumo nacional de 560.000 toneladas métricas al año (Tabla 4, Figura 7), y solo cubre el 20 % (García-Pantaleón *et al.* 2006).

Tabla 4.  
Oferta y consumo aparente de aceite de palma africana en Venezuela.

Concepto	Período 2004 – 2008				
	2004	2005	2006	2007	2008
Inventario Inicial	851,00	1.238,26	1.567,00	1.302,81	801,00
Producción Nacional	60.637,00	62.616,00	66.456,21	70.362,20	89.397,73
Importaciones	55.304,00	25.584,83	64.751,33	60.640,81	60.625,00
Exportaciones	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oferta Disponible	116.792,00	89.439,09	132.774,54	132.305,82	150.823,73
Inventario Final	1.238,26	1.567,00	1.379,64	964,87	1.045,00
Consumo Aparente para todos los Usos	115.553,74	87.872,09	131.394,90	131.340,95	149.778,73
Población (Millones de habitantes)	26,13	26,58	26,58	27,48	28,00
Consumo Per Cápita (kg)	4,42	3,31	4,94	4,78	5,35
Consumo Total de Aceites y Grasas	626.400,00	500.000,00	600.000,00	500.000,00	500.000,00
Oferta Exportable 1/	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

1/ (Oferta Exportable = Exportaciones/Producción Nacional). Unidades expresados en Toneladas

Fuente: Acupalma (2008).

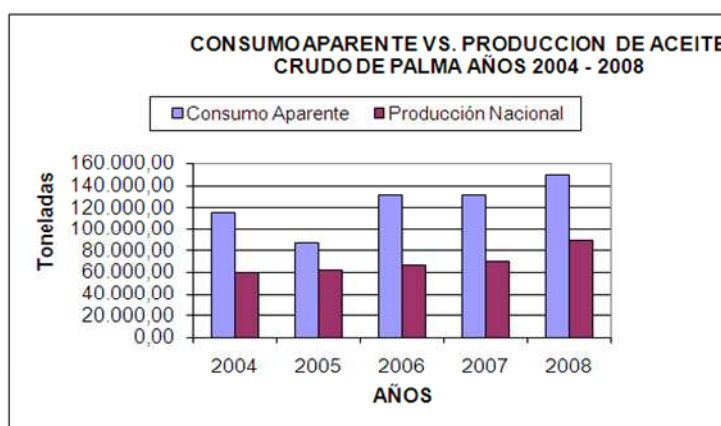


Figura 7. Producción nacional y consumo aparente de aceite de palma africana

En la actual coyuntura de generación de opciones locales para la producción de biocombustibles, es importante tener en cuenta a esta especie, cuya producción de aceites es comparable a la de *Acrocomia aculeata*, otra palma muy frecuente en la ganadería de América tropical (Calle-Díaz y Murgueitio 2008). Los aceites extraídos de palmas oleaginosas, son los segundo más consumidos en el mundo y se emplean como aceite de cocina y para elaborar productos de panadería, confitería, heladería, sopas instantáneas, salsas, diversos platos congelados y deshidratados, cremas no lácteas para mezclar con el café, margarinas y mantequillas (García-Pantaleón *et al.* 2006).

#### **5. Situación actual del mercado venezolano de oleaginosas**

En el mercado venezolano de oleaginosas se producen y se comercializan aceites de maíz, de girasol, de soya y otras mezclas vegetales. Para la elaboración de estos últimos, en algunos casos, es utilizado el aceite de palma africana como rubro complementario. El consumo de aceite vegetal en Venezuela es de 5,6 kg/persona/año y la demanda de aceite de palma africana es de 61.433 toneladas métricas, de las cuales 52.000 aproximadamente son adquiridas para la preparación de mezclas vegetales, las empresas productoras de aceites vegetales son los demandantes principales (Morillo 2005).

En Venezuela se identifican como estados productores Zulia, Yaracuy y Monagas, en los cuales existen seis empresas extractoras de aceite de palma africana. De igual forma, en el mercado es dominado por aproximadamente 20 marcas comerciales de aceite refinado. Analizados los datos referentes a la oferta y demanda, se determinó que el mercado venezolano de aceite de palma, presenta grandes variaciones de un año a otro. Se infiere que las variaciones se deben a diversas variables que afectan la productividad de los cultivos, principal fuente de materia prima para la elaboración de productos oleaginosos. Son factores en su mayoría externos como el clima, las enfermedades de los

cultivos y la calidad de las semillas, entre otros. La disminución en la oferta de productos oleaginosos obliga a las empresas a satisfacer sus requerimientos de materia prima por medio de importaciones. Esas variaciones inciden también sobre el precio del producto venezolano que, a finales del año 2004, alcanzó 563 dólares por tonelada métrica; precio más alto que Colombia y Ecuador, principales productores de aceite de palma en Latinoamérica (Acupalma 2008).

## **B. El cerdo (*Sus scrofa domestica*)**

### **1. Importancia del cerdo en Venezuela**

La industria porcina en Venezuela es de gran importancia como fuente de alimento para sus habitantes y como generador de empleos. Cada día se trata de optimizar su manejo para disminuir costos de producción y obtener mayores ganancias económicas. Más del 90% de la producción del país, se realiza a nivel de granjas que manejan sus animales totalmente estabulados con más de 3000 animales/granja, alimentados a base de dietas balanceadas y aplicación de alto nivel de tecnología (González 2003).

La producción de cerdos en Venezuela debe reducir la vulnerabilidad de la crisis generada por las fluctuaciones de precios de los insumos. Para ser competitivos, los productores de cerdos requieren comprender las exigencias del consumidor global. Venezuela ha intentado el ingreso al MERCOSUR lo cual exige adaptarse a las condiciones de ese mercado común, para ofrecer productos que puedan satisfacer las necesidades de esos consumidores (Spiritto 2008).

En el país, el consumo per cápita de carne de cerdo para el año 1988 alcanzó un valor (7,9 kg) cercano al promedio de Sur América. Sin embargo, en el año 2004 apenas se logró un consumo de 4,8 kg/persona/año, siempre ha estado por debajo del promedio mundial que según la FAO 2004 (citado por Perdomo 2005), es más alto en los países desarrollados que en los países en vías

de desarrollo (28,6 kg/persona/año vs. 11,7 kg/persona/año). Este deterioro se debe principalmente al crecimiento poblacional permanente y al menor poder adquisitivo de la población (González 2003).

## **2. Situación porcina en Venezuela**

La carne de cerdo constituye la de mayor consumo a nivel mundial con un 39 % del total del mercado global de carnes. Países que hace una década no eran líderes en producción de cerdos han desarrollado sistemas muy eficientes basados en el cumplimiento de las exigencias de los consumidores internacionales (Spiritto 2008).

Los sistemas de producción porcina, en el país, han cambiado drásticamente en las últimas décadas. Hasta mediados del siglo XX, los rebaños estaban constituidos principalmente por cerdos Criollos, recurso genético descendiente de animales traídos de España en la época colonial, y considerado como “nativo”. A partir de los años 70 y hasta finales de los 80, la producción porcina se intensificó rápidamente, mejoró los índices biológicos de producción, se industrializó y organizó el sector en gremios de productores. Desde el inicio de la década de los años 90, disminuyó el número de productores y aumentó la integración vertical.

En este sistema de producción intensiva se utiliza el confinamiento total de los animales, constituye la base de expansión y logra la mayor producción y productividad en la industria porcina nacional. En estos sistemas se utilizan pisos de concreto de forma total o parcial (slats); por lo que requiere elevada inversión en instalaciones, sanidad y manejo de los desechos líquidos producidos. Estas características promueven mayor dificultad en la viabilidad económica de los sistemas de producción porcinos. El desafío actual es lograr un incremento en la producción sin causar alto impacto en el medio ambiente. Además, mundialmente los factores relacionados con criterios

medioambientales y normas de bienestar animal, son cada vez más valorados por los consumidores, y por tanto, incluidos en los criterios de producción para generar mayor confianza en el producto final (González *et al.* 2002).

En la década de los años 60 la producción de cerdos en Venezuela era muy limitada, para el año 1965 estaba constituida por un rebaño de aproximadamente 1.666.400 cabezas y se enviaban al matadero 717.400 animales, produciendo 30.500 toneladas de carne y consumo per cápita de 3,4 kg/año. El máximo nivel de producción se alcanzó en el año 1988 (148.000 toneladas) con rebaño de 3.349.209 cabezas (González *et al.* 2002). Ello ocurrió por cambios en el sistema de producción, fundamentalmente de traspatio, sin infraestructuras adecuadas, sin control sanitario, tipos de cerdos grasosos, que conllevó a una necesaria transformación, lo que inició la aplicación de planes sanitarios racionales, mejoras en la infraestructura, mejoramiento genético, manejo alimentario y unido a ello, se iniciaron organizaciones gremiales nacionales y regionales.

A partir de 1988 la producción cayó significativamente. Como consecuencia de este deterioro, en el año 2004 solo se sacrificaron 1.980.000 cerdos con una producción de 122.800 toneladas de carne de cerdo y con un consumo per cápita de 4,8 kg/año, muy por debajo de los valores logrados en años anteriores y ligeramente superiores a los correspondientes al año 1965. Ello, debido fundamentalmente a la situación económica derivada de los costos por concepto de las materias primas que conforman las dietas alimenticias. En los últimos años se han incorporado esquemas de producción en multisitios (dos ó tres sitios) y la producción en galpones con cama profunda (González 2003), sistemas que buscan mejorar los sistemas y alcanzar mejores rendimientos.

Por otro lado, Cudemos (2008) indicó que desde 1998 hasta el 2008, se ha duplicado en 100% la producción y el consumo nacional de productos

porcinos y sus derivados. También reconoció que el sector ha sido beneficiado por las actuales políticas del Gobierno Venezolano. Indicó a su vez que se han establecido mesas de trabajo, y diseñado un plan conjunto que ha mantenido los niveles de inventario en frío, con la intención de satisfacer la demanda nacional de carne de cerdo.

Agregó también que se expendieron 2.000.400 cerdos en el año 2008, y se produjo nacionalmente cerca de 50 mil toneladas de pernils, 5 mil toneladas fueron importadas, cantidad que satisface el mercado nacional. Preciso el representante de Federación Venezolana Porcina que en el país se produjo más de 235 mil toneladas de carne de cerdo este año. A nivel nacional la carne de cerdo es consumida durante todo el año, y alcanza su mayor punto de demanda y consumo en el mes de diciembre.

### **3. Alimentación y requerimientos nutricionales del cerdo**

La alimentación representa la mayor parte de los costos totales en la producción de cerdos. Por este motivo es importante conocer las necesidades nutritivas, de modo que las dietas puedan cubrir con esos requerimientos nutricionales (Tabla 5). No satisfacer las necesidades nutritivas de los animales, causa disminución o retardo en el crecimiento y no permite al animal expresar su potencial genético. Por el contrario, el aporte de niveles excesivos de nutrientes resulta antieconómico (Cromwell 1998).

Poco es el esfuerzo para alimentar correcta y suficientemente a animales con bajo potencial genético para el crecimiento muscular. Igualmente mínimos son los beneficios productivos de cerdos con alto avance genético, si no se les suministra una alimentación que provea la energía y los nutrientes que requiera en cada etapa de desarrollo. De este modo, un buen desarrollo genético entra por la boca, con una adecuada alimentación.

Los sistemas nutricionales extranjeros, diseñados para cerdos, obtienen la proteína y la energía de dos rubros particulares: las tortas de oleaginosas y cereales, cuya producción dependen de fuentes de energía fósil no renovable y con recursos alimenticios de consumo humano.

Al igual que en otras especies animales, la energía es un factor esencial para los procesos fisiológicos vitales del cerdo. Una vez que el animal satisface sus requerimientos energéticos, el exceso de energía se almacena como grasa dentro del cuerpo. El componente energético contenido en los ingredientes de la ración, lo constituyen los lípidos y carbohidratos, y juegan un papel determinante en el comportamiento productivo del cerdo. Un conocimiento preciso de los valores de energía en la ración, y la composición de las fuentes de lípidos del alimento, es crucial para reducir los costos de alimentación.

El nivel de grasa o aceite que se requiere utilizar en la alimentación del cerdo, depende de la energía que se quiera satisfacer, de su precio, de su facilidad de obtención y del manejo a nivel de planta de procesamiento. Normalmente se utilizan niveles que fluctúan entre 3 y 5 %, lo que representa de 250 a 500 Kcal. Niveles superiores al 8 %, pueden producir problemas de mezclado y de presentación del alimento (Campabadal 2002).

La digestibilidad de las grasas y aceites dependerá tanto de la proporción de ácidos grasos de cadena corta y media como de su grado de saturación. La digestibilidad de la grasa disminuye al aumentar la longitud de la cadena y aumenta cuanto más insaturada sea.

Generalmente, las grasas vegetales ricas en ácidos grasos insaturados como la de maíz, soya, palma aceitera, palma yagua, tienen una mayor digestibilidad que las de origen animal, que están compuestas principalmente de ácidos grasos saturados de cadena larga.

La conversión alimenticia y la ganancia diaria de peso de cerdos en crecimiento y engorde, mejora al agregar entre 1 y 5% de grasa o aceite a la ración, sin afectar la calidad de la canal (Cera *et al.* 1990; Castaldo 1998; Rostagno *et al.* 2005). Sin embargo, la adición de grasas usualmente incrementa el costo de la ración, estos costos deben ser compensados por un incremento en el comportamiento productivo del animal (Castaldo 1998).

Las grasas son muy digeribles y proporcionan 2,25 más energía que el almidón o el azúcar digerible, por lo tanto, tienen gran valor calórico (1 g de grasa produce aproximadamente 9,45 kcal en comparación con 4,1 kcal de carbohidratos). Así mismo, al agregar grasas en cantidades bajas a moderadas, se puede aumentar la ingestión energética total y mejorar la aceptabilidad del alimento (Church *et al.* 1992).

Por otro lado, en la alimentación del cerdo es necesario conocer también la cantidad mínima de proteína que necesita el animal para lograr un mejor rendimiento. Se debe tener presente que los animales jóvenes requieren más proteínas en la dieta, para la formación de los tejidos corporales, que una edad posterior cuando acumula en el cuerpo menos proteínas y más grasas.

Al suministrar proteína durante el crecimiento, se tiene que considerar cantidades adecuadas y equilibradas de aminoácidos esenciales, principalmente lisina, triptófano y metionina. Esto es debido a que los alimentos más utilizados en las granjas porcinas son cereales y sus subproductos, los cuales tienen bajo contenido proteico y son deficientes en algunos aminoácidos esenciales. La deficiencia marcada de cualquier aminoácido indispensable en la ración de los cerdos tiene el mismo efecto que la falta de proteína total.

La NRC (1998) acotó que para depositar 100 g de proteína son necesarios 12 g de lisina digestible ileal verdadera. Las necesidades del resto de aminoácidos esenciales pueden ser calculadas a partir del patrón de la proteína ileal para deposición proteica. Los requerimientos proteicos para las primeras fases del lechón deben estar alrededor de 20 a 21% desde los 4 hasta los 15 kg de peso vivo (Rostagno *et al.* 2005).

De igual forma, el nivel de fibra influye en la velocidad de tránsito intestinal mejorando el confort intestinal y reduciendo los problemas de estreñimiento. La adición de materias primas ricas en fibra a la dieta, puede ayudar modificando las condiciones del aparato digestivo por medio de cambios en la velocidad de tránsito, pH gástrico y contenido en materia seca del contenido intestinal, sin embargo la respuesta depende de la fuente de fibra y de la forma física en la que se administra en la dieta (Perdomo 2005).

Tabla 5  
Composición química recomendadas para diferentes estados fisiológicos para lechones.

Fase		Pre- inicial	Inicial	Crecim.	Termina.
Peso vivo Kg		6 a 15	15 a 30	30 a 60	60 a 100
Nutrientes					
Energía	Kcal/Kg.	3500	3400	3400	3400
Digestible					
Proteína	%	21,0	19,0	17,5	16,5
Calcio	%	0,90	0,83	0,76	0,65
Fosforo Total	%	0,71	0,60	0,54	0,42
Fosforo Disponibile	%	0,50	0,43	0,36	0,32
Sodio	%	0,22	0,18	0,17	0,16

Fuente: Viscosa 2000.

#### **4. Digestibilidad de nutrientes en dietas para cerdos**

La calidad de un alimento no puede predecirse solamente a partir de la composición química y características físicas del mismo. Por lo tanto la digestibilidad se tiene, como un parámetro determinante a considerar cuando se está formulando raciones para cerdos, así como también la disponibilidad del alimento o nutriente, ya que para estar disponible, tiene que ser degradado primeramente por las enzimas digestivas del tracto gastrointestinal (Darcy 1985, citado por Gonzalvo 2001).

La digestibilidad de un alimento o nutriente, se determina conociendo la porción del mismo que no es excretada y que está disponible al animal para su absorción desde el tracto gastrointestinal. Es precisamente esa fracción del alimento la que proporcionará los nutrientes al animal, destinados a mantener funciones vitales. La digestibilidad comúnmente se expresa como coeficiente de digestibilidad aparente (CDA), el cual se puede calcular para la MS del alimento o para cada nutriente o fracción constituyente. Esta denominación se debe a que generalmente se asume que las heces están constituidas enteramente por sustancias indigestibles que provienen del alimento. Sin embargo, ciertos materiales fecales son aportes de excreciones internas del organismo, restos de células provenientes de la erosión o desgaste del tubo digestivo, residuos de enzimas que no fueron absorbidas y bacterias presentes en el TGI (Nouel-Borges 2006).

En Venezuela, es de primordial importancia la evaluación de materias primas alternativas y no convencionales, que permitan la sustitución total o parcial de cereales en las raciones para cerdos. Se hace necesario profundizar el estudio sobre el aprovechamiento de los nutrientes que contienen, de manera que se pueda establecer una base de datos, que permita formular raciones balanceadas para cerdos; es necesario realizar estudios de digestibilidad de las

materias primas que presenten ventajas agroecológicas en el trópico (Díaz *et al.* 1997; Nouel-Borges 2006).

El estudio de la palma yagua como alternativa alimenticia es reciente, aún no se conocen aspectos relacionados con el uso de este recurso en la alimentación animal. Por tanto, realizar ensayos que reflejen el potencial de esta palma, es importante, ya que representa una fuente de energía en raciones para animales, dado que presenta alta concentración de aceites.

## **Materiales y Métodos**

### **Ubicación**

El experimento se desarrolló en el Laboratorio de Digestibilidad de la Unidad de Investigación en Producción Animal (UIPA) perteneciente al Departamento de Producción Animal, del Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (UCLA), Núcleo “Dr. Héctor Ochoa Zuleta” ubicada en la vía hacia la localidad de “Agua Viva”, municipio Palavecino, del estado Lara.

El Núcleo se encuentra posicionado geográficamente a 10° 01' 25'' de latitud norte y 69° 17' 00'' de longitud oeste, a una altitud de 510 msnm, presenta un área de 2,1 ha, se registran las siguientes condiciones climáticas promedio: temperatura 25,10 °C, precipitación 836 mm, evaporación 2084,9 mm, una humedad relativa 84,6 %, humedad a las 8:00 am de 91 % y 2:00 pm de 56 %, insolación diaria de 7,8 horas (Bernal 2001; Rodríguez 2003).

### **Extracción de aceite**

La cosecha de frutos de la palma yagua se realizó en los sectores: Los Cerrajones (municipio Nirgua del estado Yaracuy), Hoja Blanca, Puerto Rico y El Regalo pertenecientes al municipio Guanarito del estado Portuguesa.

El racimo completo y los frutos caídos al suelo, se cosecharon en punto de maduración (entre 90 y 100 % de frutos amarillos). Para realizar la extracción del aceite, los frutos se separaron de su vástago, se lavaron y secaron en estufa con flujo de aire forzado a 55 °C por 24 horas. En un cilindro de acero inoxidable con perforaciones de 1 mm, se colocaban aproximadamente 2 kg de frutos enteros y mediante la utilización de una prensa hidráulica, se aplicaron 4000 psi de presión. A través de las perforaciones del cilindro, se logró separar el aceite del epicarpio-mesocarpio del fruto de palma yagua. Este aceite se

centrifugó a 4500 rpm durante 10 min, procedimiento a través del cual se logró separar el aceite de las impurezas, luego se guardó el aceite en frascos color ámbar para evitar oxidación.

### **Diseño experimental**

Los animales permanecieron confinados individualmente, en galpón techado, en jaulas de concreto (1,43 m x 0,75 m x 1,5 m), provistas de tolvas (comederos) galvanizadas (capacidad 5 kg de alimento) y bebederos tipo chupón. Cada jaula dispuso de una malla electrosoldada (1'' x 1'') dispuesta a manera de doble piso, que permitía la colecta de las heces.

El diseño experimental empleado fue cuadrado latino 4 x 4, para 4 raciones o dietas, cuyos periodos experimentales duraron 10 días c/u y 4 animales por periodo (uso rotacional de las dietas), los 5 primeros días fueron de acostumbramiento a la ración y los siguientes 5 de recolección de heces, semejante procedimiento experimental fue realizado por Romero *et al.* (2002), Rodríguez *et al.* (2003), García *et al.* (2006), Michelangeli *et al.* (2007). Siguiendo las técnicas de la OIE (2005), las heces fueron pesadas frescas y deshidratadas a 60°C en una estufa de flujo forzado de aire por 48 h, molidas y almacenadas en bolsas herméticas para su análisis posterior.

Las dietas evaluadas fueron balanceadas en función de los requerimientos nutricionales establecidos por la Swine Nutrition Guide Nutrient Requirements (2007) y NRC (1998), para animales en crecimiento. Se emplearon cuatro niveles de inclusión (0; 1,5; 3 y 4,5 %) de aceite del epicarpio-mesocarpio de palma yagua (Tabla 6). Los valores obtenidos para las distintas fracciones de digestibilidad aparente, así como los datos recopilados de la respuesta animal, fueron analizados mediante ANAVAR. Las medias de las dietas, fueron separadas por la prueba de Tukey (HSD), cuando mostraron

diferencias. Todo el procesamiento estadístico de los datos se realizó mediante el software Statistix ® versión 8.0.

Tabla 6.  
Composición de las dietas empleadas en la alimentación de cerdos en crecimiento.

Materias Primas	Dietas (%)			
	D1	D2	D3	D4
Harina gruesa de maíz	75,65	72,15	70,65	70,15
Aceite de epicarpio-mesocarpio del fruto palma yagua	0	1,5	3	4,5
Harina de soya	22	24	24	23
Minerales y Vitaminas	0,5	0,5	0,5	0,5
Harina de cáscara de huevo	1,6	1,6	1,6	1,6
Sal uso animal	0,25	0,25	0,25	0,25

Minerales y Vitaminas; mezcla comercial que contenía, vitamina A 10.000.000, vitamina D3 2.000.000, vitamina K3 500mg, Nicotinamida 16,25g, D-pantenol 7,5 g, vitamina B1 1,75g , Riboflavina 5 g, vitamina B2 2,5 g, vitamina B6 1125 g, vitamina B12 125 mcg, vitamina B15 0,500 mg, vitamina B8 1000 mcg, pinocitol 2,5 g, alanina 11,5 g, arginina 6,1 g, ácido aspártico 9,5 g, cistina 2,1 g, fenilalanina 5,5 g, ácido glutámico 21 g, glicina 9,6 g, histidina 4,7 g, hidroxiprolina 6,0 g, leucina 12,5 g, lisina 9,5 g, metionina 2,2 g, prolina 9,5 g, serina 7,0 g, treonina 5 g, triptófano 2 g, tiroxina 5,3 g, valina 6,2 g.

Los cuatro cerdos mestizos (Landrace), al iniciar el ensayo fueron pesados (peso inicial) en una balanza de reloj con capacidad de 100 kg y precisión de 100 g. Luego se realizaron pesajes cada 10 días, al finalizar cada periodo de rotación de las dietas (peso final), la diferencia de peso permitió conocer la ganancia de peso ( $GDP = pf - pi$ ). También se pesó la dieta ofertada y rechazada, para determinar el consumo durante cada periodo ( $CMS = oferta - rechazo$ ).

A cada animal se ofertó inicialmente (solo al principio del experimento) 600 g por 5 días consecutivos; luego la oferta fue ajustada (entre el 3,5 y 4 %

del peso vivo) en función del consumo y el peso del animal. Las dietas se suministraron diariamente a la misma hora, en una sola ración.

Se tomaron muestras de las materia prima utilizada, de las dietas, así como también de las heces recolectadas para los análisis bromatológicos correspondientes. Para la determinación de materia seca (MS) 110 °C y proteína cruda (PC) se siguieron procedimientos de Kjeldahl descrito por AOAC (1995), mientras que la fibra detergente ácido (FDA) y fibra detergente neutro (FDN) fueron analizadas a través de la técnica de Van Soest (1963). La energía bruta (EB) se realizó mediante bomba calorimétrica adiabática Parr 6300. Todos los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Docencia y Servicios “María Inés Ugarte”. El cálculo del coeficiente de digestibilidad aparente se ejecutó mediante la fórmula descrita por Rodríguez *et al.* (2003):

$$\% \text{ Digestibilidad} = \frac{(\text{nutriente consumido} - \text{nutriente excretado})}{\text{nutriente consumido}} \times 100$$

## Resultados y Discusión

### Composición química de las dietas evaluadas

Las características de las dietas que se usaron en el experimento desde el punto de vista de su composición bromatológica, se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7.  
Composición química de las dietas evaluadas.

Variables	Dietas (%)				
	D1	D2	D3	D4	Promedio
MS	85,2	85,02	85,77	84,97	85,24
PC	19,35	16,87	15,57	16,76	17,14
FDA	11,42	9,86	7,21	12,83	10,33
FDN	55,57	63,8	61,06	57,66	59,52
EB kcal/g	4,62	4,75	4,78	4,9	4,80

MS: materia seca, PC: proteína cruda, FDA: fibra detergente ácido, FDN: fibra detergente neutro, EB: energía bruta

La composición química de las dietas (85,2 % MS; 17,1 % PC; 10,3 % FDA; 59,5 % FDN y 4,8 kcal/g energía bruta), resultaron isoprotéicas, e isoenergéticas, valores similares reportaron González *et al.* (1999) al utilizar tres niveles de follaje de yuca amarga (0; 15 y 30 %), y tres niveles de aceite de palma (0; 5 y 10 %) obtuvieron valores de (89,5 % MS; 16,1 % PC; 22,3 % FDN).

Cruces *et al.* (2002) indicaron en dietas para cerdos con 20 y 40 % de torta gruesa de maíz hidrolizada con enzimas, valores en la composición química de 88,0 % MS; 79,8 % MO; 15,9 % PC; 42,4 % FDN, 7,5% FDA, 34,9 % Hc, 4079,4 kcal/kg EB, valores parecidos a los analizados con el uso de aceite de frutos de palma yagua.

Para las diferentes fracciones evaluadas por Rodríguez *et al.* (2003) incluyendo zeolina y aceite de palma africana (0 y 5 %) en dietas con follaje de batata (85,92 % MS; 87,27 % MO, 80,02 % PC; 76,57 % FDN) no se consideraron adecuados.

### **Consumo de materia seca**

Para el consumo de MS, no se hallaron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre las dietas evaluadas, se obtuvieron valores promedio de 1054,5 (D1) 1130,2 (D2) 1102,9 (D3) y 1076,8 (D4) g MS/día, suministradas en una única porción, estuvo afectada directamente con el peso vivo de cada animal, los cuales durante todo el ensayo no rechazaron alimento (Tabla 9). Domínguez *et al.* (2004) presentaron efecto semejante en cerdos que no manifestaron síntoma alguno de incomodidad ni enfermedad exteriorizada por ningún signo clínico. Para el consumo diario de alimento, no hubo sobrante al nivel que se fijó. La dieta que contiene 4,5 % de aceite de epicarpio-mesocarpio del fruto de palma yagua no afectó el consumo. López *et al.* (2001), con dos niveles de conchita azul (9,5 y 20,9 %) ensilada para cerdos en crecimiento, refirieron un valor propio de consumo para cerdos en crecimiento de 853,3 g MS/día.

García *et al.* (2006) suministraron dietas diarias, a cerdos en una sola ración y el consumo se ajustó al 8% del peso metabólico de los animales (800 g MS/día). Ly (2009) al estudiar la digestibilidad de grasa y excreción fecal de ácidos grasos en cerdos alimentados con dietas de cereales y harina de caña de azúcar biotransformada, informó consumo de alimento de 0,1 kg MS/día. Así mismo López *et al.* (2003), al evaluar la torta de pericarpio y germen desgrasado del maíz (0, 10; 20; 30; 40 %) en la alimentación de cerdos, indicaron consumo de 1,76 kg MS/día.

### Digestibilidad aparente de nutrientes

Como se observa en la Tabla 8, en la digestibilidad aparente de la energía bruta, materia seca, y proteína cruda, no hubo diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre tratamientos, con valores desde 88,45 % hasta 92,26 % de digestibilidad aparente. Al comparar resultados de digestibilidad reportados por Cera *et al.* (1990), con diferentes niveles de inclusión en raciones para lechones, de sebo, aceite de maíz y aceite de coco, de 86,63; 89,30 y 89,65 % respectivamente, están por debajo de los valores obtenidos en este trabajo con la inclusión de aceite de epicarpio-mesocarpio del fruto de palma yagua.

Tabla 8.

Coefficientes de digestibilidad aparente de las fracciones evaluadas en dietas con aceite de epicarpio-mesocarpio del fruto de palma yagua.

Digestibilidad aparente (%)	Dietas				
	D1	D2	D3	D4	P
EB	91,75 a	92,26 a	91,88 a	91,03 a	0,6622
MS	91,02 a	91,11 a	90,90 a	89,92 a	0,6875
PC	91,10 a	90,10 a	89,19 a	88,45 a	0,1986
FDA	83,61 a	82,86 a	73,83 b	83,53 a	0,0001
FDN	92,50 a	93,88 a	93,09 a	91,92 a	0,1434
Hemicelulosa	94,80 a	95,89 a	95,67 a	94,32 a	0,0533

abc = Medias de una misma fila con distintas letras indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ )

Howard *et al.* (1990) evaluaron dos niveles de aceite de soya (3 y 6 %) en raciones para lechones recién destetados, reportaron digestibilidad de la energía (83,62 y 83,68 %) menor a la observada en presente trabajo.

Song *et al.* (2000) evaluaron grasa animal, aceite de maíz y aceite de coco en raciones para lechones; reportaron valores de digestibilidad con el aceite de maíz y aceite de coco, mayores a 80 %; mientras que con grasa animal, en cuya composición predominan ácidos grasos de cadena larga, que hubo digestibilidad menor a 80 %.

Para el aceite de epicarpio-mesocarpio del fruto de palma yagua, los valores de digestibilidad superan a los del aceite de coco, esto corrobora lo señalado por Jorgensen *et al.* (2000), Lowe (2002) y Michelangeli *et al.* (2007) que la digestión de los lípidos es relativa a la composición de ácidos grasos (cadena corta o larga) que facilite en mayor o menor cuantía, la formación de micelas para mejorar eficiencia digestiva, al incluirla en raciones para lechones recién destetados. Alemán y Ruiz (2006) indicaron que el aceite de palma yagua es rico en ácidos grasos insaturados, ya que permitió aumentar la de digestibilidad de los tratamientos evaluados, en comparación con otras fuentes energéticas como el aceite de soya y de maíz.

#### **Digestibilidad aparente de FDN, FDA y Hemicelulosa**

En cuanto a la digestibilidad de la fibra detergente neutro (DFDN) no hubo diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre dietas, se obtuvieron valores de 92,50; 93,88; 93,09 y 91,92 % para D1, D2, D3 y D4 respectivamente. González (1999), en determinación de digestibilidad de nutrientes, con 3 niveles de follaje de yuca amarga en interacción con lípidos, en raciones para cerdos, obtuvo coeficientes de digestibilidad (60 %), valores menores a los obtenidos en este trabajo con la inclusión de aceite de epicarpio-mesocarpio del fruto de palma yagua.

De igual manera, González *et al.* (1999) reportaron coeficiente de digestibilidad (49,8 %) en dietas con follaje de yuca amarga y aceite de palma africana, valores muy por debajo a los logrados con el aceite de epicarpio-mesocarpio de fruto de palma yagua. Indicaron de igual forma, diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) en los índices digestivos de FDN, a medida que incrementaba el nivel de aceite.

Domínguez *et al.* (2004) informaron valores de 66,4 %, para DFDN en dietas que contenían dos variedades de follaje de morera, valor inferior a los obtenidos en el presente ensayo. Estos coeficientes de digestibilidad, son atribuidos a la incorporación de materiales fibrosos en las dietas, determinando que disminuye los índices de digestibilidad de nutrientes en los cerdos, efecto denotado con follajes de varias especies arbóreas en la alimentación de cerdos (Ly 1999; Seijas *et al.* 2003, citados por Leiva *et al.* 2006).

Resultados semejantes los obtuvieron López *et al.* (2001), con dos niveles de conchita azul (9,5 y 20,9 %) ensilada para cerdos en crecimiento, relacionaron los valores de DFDN (68,4 y 73,6 %) a los contenidos de fibra en las dietas (9,88 y 14,62 %), en correspondencia con ello Girard (1993; citado por López *et al.* 2001) relaciono el aumento en las cantidades de heces excretadas con el incremento del material no digerido por el animal, y a la velocidad de pasaje de la digesta por el tracto gastrointestinal. Efecto que en la presente investigación no es ajustado, dado que la FDN como se aprecia en el composición química de las dietas evaluadas (Tabla 7), mostró coeficientes de digestibilidad coherentes, para este nutriente.

Cruces *et al.* (2002) utilizaron 0; 20 y 40 % de torta gruesa de maíz hidrolizada, tratada con enzimas exógenas. Señalaron que el nivel 0 % resulto el mejor tratamiento con 87,7% DFDN, para las interacciones la mejor respuesta a la digestibilidad con la ración basal y enzimas 87,8 %, destacaron que el tratamiento enzimático tuvo efecto sobre la FDN, fracción fibrosa de mayor digestibilidad.

Seijas (2000) obtuvo DFDN superior a 70 % en dietas con tres niveles de incorporación de follaje de nacedero (0; 10 y 20 %) y tres niveles de aceite de palma (0; 5 y 10%), recomendó su utilización en la alimentación no convencional en cerdos.

Romero *et al.* (2002) incorporaron tres niveles de harina de follaje de batata (10, 20 y 30 %) y aceite de palma africana (3, 6 y 9 %) en dietas para cerdos, mostraron resultados de DFDN (88 y 88,55 %) y estos a su vez fueron considerados altos.

En cuanto a digestibilidad de la fibra detergente ácido (DFDA) se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) en dietas con aceite del fruto de epicarpio-mesocarpio de palma yagua, evaluadas en el presente ensayo. Los tratamientos D1, D2 y D4 fueron estadísticamente iguales, con valores de 83,61; 82,86; y 83,53 % respectivamente; mientras que el valor más bajo ocurrió en D3 con 73,83%, atribuido al nivel de fibra presente en la dieta, tal como se muestra en reporto (Tabla 6). La mejor digestibilidad de FAD (69,6 %) observada por Cruces *et al.* (2002) en la ración 20 % de torta gruesa de maíz hidrolizada y enzimas, destacan que la FDA es indigestible lo cual explica variabilidad en resultados.

En cuanto a la digestibilidad de la hemicelulosa no hubo diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) entre dietas, se obtuvieron valores de 94,8; 95,89; 95,6 y 94,3 % para D1, D2, D3 y D4 respectivamente. Cruces *et al.* (2002) informaron mayor digestibilidad con 91,73 %, para el nivel 20 % torta gruesa de maíz y enzimas, valores inferiores a los logrados en el presente trabajo. La hemicelulosa es un material de difícil digestión por los no rumiantes debido a su contenido, sin embargo los cerdos poseen una importante capacidad fermentativa que permite su degradación en compuestos más simple los cuales posteriormente por la vía de los ácidos grasos volátiles resulta fuente de energía.

La digestibilidad hemicelulosa no mostró diferencias significativas en tres niveles de inclusión de follaje de batata, con valores hasta 70,5 % (Díaz *et*

*al.* 1997). De igual manera Keys y Debarthe (1974), así como Åman *et al.* (1988) y Shulz *et al.* (1988) citados por Díaz *et al.* (1997) determinaron en estudios de fisiología digestiva hasta el íleon, valores de digestibilidad aparente para la hemicelulosa de 47,47 %.

### **Peso inicial y peso final**

Como se observa en Tabla 9, no hubo diferencias ( $P > 0,05$ ) en el peso inicial (29,8 kg peso vivo). Pesos similares reportaron Díaz *et al.* (1997), González (1999), Ly (2004), González *et al.* (2003), Seijas (2000), Romero *et al.* (2002), Rodríguez *et al.* (2003), Domínguez *et al.* (2004) y Ly (2009), con animales machos castrados al utilizarlos en pruebas para determinación de digestibilidad de diferentes fracciones.

Tabla 9.

Variables de producción evaluadas con dietas de 4 niveles de aceite de epicarpio-mesocarpio del fruto de palma yagua.

Variables	Dietas				P
	D1	D2	D3	D4	
GDP (g/d)	499,0 a	434,2 a	425,0 a	475,0 a	0,8456
CMS (g/d)	1054,5 a	1130,2 a	1102,9 a	1076,8 a	0,4345
PI (kg)	30,267 a	28,467 a	29,867 a	30,544 a	0,9840
PF (kg)	35,83 a	35,19 a	35,10 a	35,60 a	0,8436
CONV	2,365 a	2,85 a	2,36 a	2,878 a	0,7494

GDP: ganancia de peso; CMS: consumo de materia seca; PF: peso final; PI: peso inicial; CONV.: conversión alimenticia. abc= Medias de una misma fila con distintas letras indican diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

Se presentó notable aumento del peso final, tal respuesta no estuvo influenciada por el hecho de incluir los mayores niveles de aceite de palma yagua (4,5%). En comparación con otros aceites reportados por Goihl (1989) y Cera *et al.* (1990) donde la respuesta fue menor a la obtenida en este ensayo.

### **Ganancia diaria de peso**

Este parámetro de producción aún cuando no se puede considerar por la manera en que se planteó el diseño de experimentos (rotando las dietas cada 10 días para cada animal), se evaluó para constatar que los animales presentaban incremento en su masa corporal, favorecido por las dietas evaluadas. De este modo se puede apreciar (Tabla 9) que no existieron diferencias significativas ( $P>0,05$ ), entre las dietas evaluadas y se obtuvieron GDP de D1 (499,0 g), D2 (434,2 g), D3 (425,0 g) y D4 (475,0 g), mostrando buena aceptación de las dietas que contenían aceite del epicarpio-mesocarpio de fruto de palma yagua, hasta 4,5 %, pudiendo sustituir al maíz como principal fuente de energía.

Al comparar estos resultados con los reportados por Goihl (1989) y Cera *et al.* (1990), quienes evaluaron la influencia de diferentes tipos de grasas y aceites como el sebo, aceite de maíz, aceite de coco y aceite de soya, sobre parámetros productivos para lechones en destete precoz, los valores hallados (310, 320, 390 y 300 g/día respectivamente) se encontraron por debajo de los encontrados en el presente estudio.

Ocampo (1994a) utilizó diferentes niveles de inclusión de aceite de palma africana y obtuvo ganancias de 407 a 467 g/animal/día, los cuales son inferiores a los encontrados con el aceite de epicarpio-mesocarpio del fruto de palma yagua. De Souza *et al.* (2001) evaluaron el efecto de incluir sebo en polvo, sebo natural y aceite de coco, encontraron GDP de 198, 214 y 180 g/día, respectivamente), valores inferiores a los conseguidos en la actual experiencia.

### **Conversión alimenticia**

La conversión de alimento fue calculada como la proporción de alimento consumido por unidad de ganancia corporal. No hubo diferencias significativas entre las dietas (Tabla 9), reportándose valores correspondientes a 2,365 (D1); 2,85 (D2); 2,36 (D3) y 2,878 (D4). Estos resultados son superiores

a los reportados por De Souza *et al.* (2001) quienes reportaron valores de conversión alimenticia de 1,91; 2; 2,3 kg de alimento/kg de peso vivo respectivamente. El valor de conversión hallado por Pinto-Santini *et al.* (2005) se ubicó en 3,4, al emplear tres núcleos proteicos y jugo de caña, en un periodo de 63 días. Conversión alimenticia en base seca encontrada por Ocampo (1994a) fue de 3,3 al utilizar fruto de palma africana como fuente de energía. De igual forma Ocampo (1994b), al evaluar el efecto de la pulidura de arroz en dieta basada en el fruto entero de palma africana, obtuvo índice de conversión igual a 2,07.

López *et al.* (2003) obtuvieron 3 kg como índice de conversión. Los datos de esta investigación están en concordancia con lo generalmente aceptado en cuanto a la diferencia que se suele hallar en la conversión alimenticia y en los otros parámetros productivos analizados.

## Conclusiones

- La inclusión de aceite de epicarpio-mesocarpio del fruto de palma yagua hasta un 4,5%, no afecta la digestibilidad de las variables nutricionales evaluadas, los valores de digestibilidad aparentes fueron superiores a los reportados con otros ingredientes no convencionales.
- Las dietas evaluadas bajo el sistema rotacional, no presentaron diferencias significativas entre los niveles 0 y 4,5 %, a medida que los animales cubren sus requerimientos energéticos, disminuyen el consumo de MS, sin afectar GDP.
- Las variables analizadas en este ensayo, son superiores a las documentadas en otros trabajos para cerdos en crecimiento alimentados con dietas similares. Estos resultados permiten señalar que el aceite de palma yagua presenta un alto valor nutritivo, y un gran potencial para emplearlo en dietas para cerdos.
- Se puede sustituir el maíz como fuente de energía, hasta con 4,5% aceite de epicarpio-mesocarpio del fruto de palma yagua, sin afectar parámetros productivos, y la salud de los cerdos.
- Los parámetros de producción permitieron ajustar las ofertas diarias de las dietas evaluadas, igualmente verificar el incremento de peso y la tendencia en GDP que permitió indicar el uso eficiente del aceite del epicarpio-mesocarpio del fruto de palma yagua en la alimentación de los cerdos.

### **Recomendaciones**

- Realizar evaluaciones con diferentes niveles de inclusión de aceite del epicarpio-mesocarpio del fruto de palma yagua (*Attalea butyracea*) con otras materias primas alternativas que permitan abaratar costos en la alimentación, y puedan ayudar al aumento del consumo, para mejorar las respuestas productivas de los animales.
- Se considera que se deben continuar los estudios en este tema con un mayor número de animales, bajo sistemas de engorde-terminación y niveles máximos de inclusión de aceite de forma que se pueda esclarecer el efecto de la inclusión, sobre respuesta productiva a la dieta ofertada.
- Sustituir la harina de maíz por aceite de epicarpio-mesocarpio del fruto de palma yagua hasta un 4,5%, en dietas para cerdos en crecimiento, y ajustar los niveles de inclusión de otras materias primas alternativas, que cubran los requerimientos nutricionales de los animales en los diferentes estados fisiológicos, con el fin de garantizar la rentabilidad del sistema de producción porcino.

## REFERENCIAS

- ACUPALMA. 2008. Boletín estadístico año 2008. [documento en línea]. En. <http://www.acupalma.org.ve/index.asp?categoryid=24595&articleid=339195> [Consulta: enero 08, 2009].
- Alemán, W. y Ruiz, H. 2006. Diseño de una Planta Piloto para la extracción de aceites del fruto de la palma yagua (*Attalea butyracea*). Trabajo de Grado Ingeniero Químico. UNEXPO. Barquisimeto, Venezuela. 88 p
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis (16<sup>th</sup> ed.). Association of Official Agricultural Chemists, Washington. 1230 p
- Bernal, R. 2001. Estación Experimental “Miguel Ángel Luna Lugo”. Decanato de Agronomía. UCLA. Barquisimeto, Venezuela. 32 p
- Calle-Díaz, Z. y Murgueitio, E. 2008. La palma real de vino o corozo de puerco *Attalea butyracea* (Mutis ex L. f. Wess. Boer.) Arecaceae. [documento en línea]. En: [http://portal.fedegan.org.co/pls/portal/docs/page/fng\\_portlets/publicaciones/cartaafedegan/edicionesanteriores/edicion\\_107/cf\\_107%20cipav.pdf](http://portal.fedegan.org.co/pls/portal/docs/page/fng_portlets/publicaciones/cartaafedegan/edicionesanteriores/edicion_107/cf_107%20cipav.pdf) . [Consulta: septiembre 13, 2009].
- Campabadal, C. 2002. Ingredientes utilizados en la alimentación de cerdos. Guía técnica para productores de cerdos. PITTA Cerdos. 4 p.
- Cardozo, A. y Marcano, E. 2002. Las palmas nativas. Agroservicios. Vol. 3; N° 6.
- Castaldo, D. 1998. Focus on feed grade fat. Part 2- Fat quality parameters. [Documento en línea]. En: <http://foodtab.com/fat2.html>. [Consulta: enero 08, 2009].
- Cera, K., Mahan, D., Ahan, Y. & Reinharth, G. 1990. Evaluation of varius extracted vegetable oils, roasted soybeans, medium – chain trygliceride and animal vegetable fat blend for post weaning swinw. J. Anim. Sci. 68: 2756-2765 pp.
- Church, D., Pond, W. y Pond, K. 1992. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Uteha Wiley. México.
- Cordero, J. y Torrellas, F. 2004. Evaluación del Potencial nutritivo del Fruto de la palma yagua (*Attalea butyracea*). Trabajo de Grado Ingeniero Químico. UNEXPO. Barquisimeto, Venezuela. 76 p.

- Cordero, J., Alemán, W., Torrellas, F., Ruiz, Nouel-Borges, G., H., Masciel de Sousa, N., Espejo M., Sánchez-Blanco, R. y E. 2009. Características del fruto de la palma yagua (*Attalea butyracea*) y su potencial para producción de aceites. *Bioagro* 21(1): 49-55 p.
- Cromwell, G. 1998. XIV Curso de especialización. Avances en nutrición y alimentación animal. pp. 213-226.
- Cruces, J., González, C., Campos, J., Melito, C. y Tepper, R. 2002. Digestibilidad total aparente de la torta gruesa de maíz hidrolizada tratada con enzimas exógenas. *Revista Científica*. (6) 1: 466-470 p.
- Cudemus, A. 2008. Al Momento. [documento en línea]. En <http://www.vtv.gob.ve/noticias-econ%C3%B3micas/12687>. [Consulta: enero 08, 2009].
- De Souza, T., Landini, G. y Lopez, L. 2001. Efectos de la fuente de grasa sobre el comportamiento zootécnico y la digestibilidad total ileal de los nutrimentos en lechones destetados. *Centro Nacional de Investigación en Fisiología y Mejoramiento Animal*. 193-206 p.
- Del Cañizo, J. 2002. Palmeras. 100 géneros 300 especies. Ediciones Mundi-Prensa. España. pp 67-69; 157-181, 249.
- Devia, J., López, A. y Saldarriaga, L. 2002. Productos promisorios del fruto de la Palma de vino. *Revista Universidad EAFIT*. 126. pp: 67-80.
- Díaz, I., González, C. y Ly, J. (1997). Determinación de la digestibilidad ileal de nutrientes del follaje de batata (*Ipomoea batatas* Lam.) en cerdos. *Archivos Latino americanos de Producción Animal*. 5(1): 294-296 p.
- Domínguez, H., Macías, M., Díaz, C., Martínez, O., Martín, G. y Ly, J. 2004. Procesos digestivos en cerdos alimentados con follaje de morera (*Morus alba*). Digestibilidad rectal de nutrientes y balance de N. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. (11) 3: 84-93 p.
- García, J., Macías, M., Piloto, J. Domínguez, H. y Díaz, C. 2006. Nota acerca del efecto de un probiótico en la digestibilidad de nutrientes en cerdos jóvenes. *Revista Computadorizada de Producción Porcina*. (13) 1: 36-37 p
- García-Pantaleón, D., González, J., Moreno-Álvarez M., Belén-Camacho, D., Medina-Martínez, C. y Linares, O. 2006. Características fisicoquímicas del aceite del endospermo de la palma yagua (*Attalea cryptanther*). *Grasas y Aceites*. 57 (3), 308-312 p.

- Goihl, J. 1989. Organic acid additions to starter diets have varying influence. FEEDSTUFFS. N° 9. 14 p.
- González, C. 1994. Utilización de la batata (*Ipomoea batatas* L.) en la alimentación de cerdos confinados y en pastoreo. Tesis Doctoral. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. 233 p.
- González, C., Díaz, I. y Salas, R. 1999. Determinación de la digestibilidad ileal aparente en cerdos, de la harina de pijiguao (*Bactris gasipaes* h.b.k.). Archivos Latinoamericanos de Producción Animal. 5(1): 283-284 p.
- González, C., Araque, H., Sulbarán, L., Vecchionacce, H., Vilorio, F. y Quijada, J. 2002. Potencialidad de la Producción Alternativa de Cerdos en Venezuela. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía.
- González, C. 2003. Alimentación alternativa de cerdos en Venezuela. Instituto de Producción Animal. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela, Maracay, Venezuela. [Revista en línea]. En: [http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii\\_encuentro/carlos.htm](http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii_encuentro/carlos.htm). [Consulta: enero 10, 2009].
- González, C. y Tepper, R. 2003. Caracterización de los Sistemas de Producción Porcina en Venezuela. III Encuentro Latinoamericano de Especialistas en Sistemas de Producción Porcina a Campo Argentina. [Revista en línea]. En: <http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/IIIencuentro/carlosg.htm>. [Consulta: enero 10, 2009].
- González, D. 1999. Determinación en cerdos de la digestibilidad total y aparente de los nutrientes del follaje de yuca amarga (*Manihot sculenta* Crantz) en interacción con lípidos. Trabajo de Grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central de Venezuela Facultad de Agronomía. Venezuela. 47 p.
- Gonzalvo, S. 2001. Métodos para la determinación de la digestibilidad in vitro de alimentos para animales monogástricos. Revista Computadorizada de Producción Porcina. (8) 2: 6-25 p.
- Howar, K., Forsyth, D. and Cline, T. 1990. The effect of an adaptation period to soybean oil addition in the diets of young pigs. J. Anim. Sci. 68:678-683 p.
- Jorgensen, H., Gabert, V., Hedemann, M. and Jensen, S. 2000. Digestion of fat does not differ in growing pigs fed diets containing fish oil, rapeseed oil or coconut oil. J. Nutr. 130: 852-857 p.

- Lowe, M. 2002. The triacylglycerol lipases of the pancreas. *J. Lipid Res.* 43: 2007-2016 p.
- Leiva, L., López, J. y Ly, J. 2006. Nota sobre la digestibilidad aparente de la harina de follaje de morera en cerdos de pre-ceba. *Revista Computadorizada de Producción Porcina.* (13) 1: 29-32 p.
- León, M. y Angulo, I. 1989. Materias primas alternativas para la producción de alimentos concentrados para animales en Venezuela. *FONAIAP DIVULGA* 3: Enero-Junio.
- López, J., Mederos, C., Torres, Y. y Leiva, L. 2001. Utilización digestiva y balance de nutrientes de dietas para cerdos en crecimiento con diferentes niveles de *Clitoria ternatea* (conchita azul) ensilada. *Revista Computadorizada de Producción Porcina.* (8) 2: 47-57 p.
- López, N., Chicco, C. y Godoy, S. 2003. Valor nutritivo del afrecho y germen desgrasado de maíz en la alimentación de cerdos. *Zootecnia Tropical.* 21 (3). 219-235 p.
- Ly, J. 2004. Uso del follaje de árboles tropicales en la alimentación porcina. *Revista Computadorizada de Producción Porcina.* Vol: 11 N° 2. 5-27 p.
- Ly, J. 2009. Digestibilidad de grasa y excreción fecal de ácidos grasos en cerdos alimentados con dietas de cereales y harina de caña de azúcar biotransformada. *Revista Computadorizada de Producción Porcina.* (16) 1: 50-53 p.
- Michelangeli, C., Pérez, G., Méndez, A., Sívoli, L. y Pizzani, P. 2007. Digestibilidades ileal y fecal en cerdos, del nitrógeno, aminoácidos, energía y componentes de la pared celular de granos tostados de *Canavalia ensiformis* (L.) *Zootecnia Tropical.* 22 (1): 71-86 p.
- Molina, E. 2006. Evaluación del Aceite *Attalea butyracea* en raciones para conejos y su efecto sobre el consumo, digestibilidad y metabolitos sanguíneos. Trabajo de Grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Cabudare, Venezuela. 49 p
- Morillo, M. 2005. Estudio de mercado sobre la producción y comercialización de aceite de palma en la región centro occidental. *Prisma.* 2 (1) 13 p.
- Narváez, A. y Stauffer, F. 1999. Products Derived from Palms at the Puerto Ayacucho Markets in Amazonas State, Venezuela. *Journal of the International Palm.* 43 (3).

- Nieves, D. 2005. Forrajes promisorios para la alimentación de conejos en Venezuela. Valor nutricional. Guanare. [Revista en línea]. En:[http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii\\_encuentro/duilio.htm](http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/encuentros/viii_encuentro/duilio.htm) [Consulta: enero 11, 2009].
- Nouel-Borges, G. 2006. Necesidades científicas y tecnológicas para la formulación, elaboración y validación de alimentos balanceados para animales con uso de recursos de origen nacional. UCLA, Decanato de Agronomía, Unidad de Investigación en Producción. CIEPE-MCT. p 57.
- Nouel-Borges, G., Cordero, J., Torrellas, F., Alemán, W., Ruiz, H., Kok-Lok, K., Alarcón, P., Masciel, N., Sánchez-Blanco, R. y Espejo M. 2005. La palma yagua (*Attalea butyracea*) una planta de la Cordillera de la Costa con potencial para la producción de aceites comestibles para animales y humanos. UCLA, Decanato de Agronomía, Unidad de Investigación en Producción Animal. Lara, Venezuela.
- N.R.C. 1998. Nutrient requirements of domestic animals. N° 2. Nutrient requirements of swine. National Research Council (8<sup>th</sup>) Washington D.C.
- Ocampo, A. 1994a. Utilización del fruto de palma africana como fuente de energía con niveles restringidos de proteína en la alimentación de cerdos de engorde. *Livestock Res. Rural Dev.*, (6) 1: 8-17 p.
- Ocampo, A. 1994b. Efecto del nivel de pulidura de arroz en una dieta basada en el fruto de palma africana para engorde de cerdos. *Livestock Res. Rural Dev.*, (6) 2: 1-7 p.
- OIE: Office International des Epizooties. (2005). Manual de la OIE sobre animales terrestres. Métodos de muestreo. pp 3-15.
- Perdomo, M. 2005. Manejo alimenticio del cerdo. Guía didáctica. UCLA, Decanato de Agronomía, Departamento de Producción Animal. Lara, Venezuela. p 22.
- Pinto-Santini L, Escobar, A. Messa, H. y Ruiz-Silvera, C. 2005. Evaluación de tres núcleos proteínicos en la dieta de cerdos alimentados con jugo de caña de azúcar y *Azolla* sp. *Livestock Res. Rural Dev.*, (17) 56: 8-17 p.
- Pulgarín, N. 2004. El Potencial de la palma de vino, *Attalea butyracea*, como planta azucarera. Instituto de Biología, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia. [Revista en línea]. En: <http://www.icn.unal.edu.co/estudiantes/resumenes/tesis.html> - [Consulta: enero 10, 2009].

- Rodríguez, A. González, C., Díaz, I., Vecchionacce, H. y Hurtado, E. 2003. Efecto de la incorporación de lípidos y zeolita en la digestibilidad total aparente de dietas con follaje de batata (*Ipomoea batatas* L.) en cerdos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 37 (4) 427-431 p.
- Rodríguez, R. 2003. Análisis de la información climatológica de la Estación “Miguel Luna Lugo” del Decanato de Agronomía de la UCLA, durante el período 1976-2002. Trabajo de Ascenso. UCLA, Decanato de Agronomía. Barquisimeto Venezuela. 35 p.
- Romero, M., Veccionacce, H. y Uzcategui, W. 2002. Determinación de la digestibilidad fecal de dietas con diferentes niveles de follaje de batata (*Ipomoea batatas* L.) y aceite de palma africana (*Elaeis guineensis* J.) en cerdos. Universidad Central de Venezuela. Facultad de agronomía. *Revista Científica* Vol. XII-Suplemento 2, Octubre, 488-490 p.
- Rostagno, H., Teixeira, L. y Donzele, J. 2005. Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos. Composición de Alimento y Requerimientos Nutricionales. 2da Edición. Universidad Federal de Viscosa. Brasil.
- Saballo, A. 1994. Palma Aceitera. Un cultivo con alto rendimiento y múltiples usos. [documento en línea]. En: <http://www.acupalma.org.ve/index-asp?>
- Savón, L. 2005. Alimentación no convencional de especies monogástricas: utilización de alimentos altos en fibra. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba.
- Seijas, Y. 2000. Evaluación en cerdos de la digestibilidad total aparente de los nutrientes del follaje de nacedero (*Trichantera gigantea*), en interacción con lípidos. Trabajo de Grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central de Venezuela Facultad de Agronomía. Venezuela. 52 p
- Song, J., Fujimoto, J. and Miyazawa, T. 2000. Polyunsaturated (n-3) fatty acids susceptible to peroxidation are increased in plasma and tissue lipids of rats fed docosahexaenoic acid-containing oils. *J. Nutr.* 130: 3028-3033 p.
- Spiritto, F. 2008. Pensar en Venezuela ¿Más mercado o más Estado?: la crisis alimentaria de 2008. *Venezuela Analítica* el 26 de mayo de 2008. [documento en línea]. En: [www.pensarenvenezuela.org.ve/temas-opinion.php?author=Fernando%20Spiritto](http://www.pensarenvenezuela.org.ve/temas-opinion.php?author=Fernando%20Spiritto) - 11k - [Consulta: enero 10, 2009].
- Swine Nutrition Guide Nutrient Requirements (NRC). 2007. Recommended nutrient levels. [documento en línea]. En:

[http://www.mark.asci.ncsu.edu/Nutrition/NutritionGuide/Nutrient\\_Requirements/nutreq.htm](http://www.mark.asci.ncsu.edu/Nutrition/NutritionGuide/Nutrient_Requirements/nutreq.htm). [Consulta: diciembre 13, 2008].

Van Soest, P. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A resid method for determination of fiber and lignin. J. Assoc. Official Agr. Chem. 46 (5). 829 p.

Viscosa, M. 2000. Exigencias nutricionales de credos de mediano potencial genético. Brasil.

Yépez, E., Nouel-Borges, G., Sánchez-Blanco, R. y Espejo, M. 2004. Consumo y digestibilidad de *Acacia glomerosa* y *Leucaena leucocephala* mezcladas con paja de arroz amonificada en raciones para cabras en crecimiento. Resumen en las XX Jornadas de Investigación, Decanato de Agronomía, UCLA. Barquisimeto, Venezuela. p 30.

**Keys, J., and Debarthe, V. 1974.** Site and extent of carbohydrate, dry matter, energy and protein digestion and the rate of passage of grain diets in swine. Journal of Animal Science, vol. 39, N° 1. 57-62 p.