

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

“Evaluación De Tres Niveles De Palmiste En Reemplazo De Las  
Fuentes Tradicionales De Energía En Dietas De Crecimiento Y  
Acabado En Cerdos”

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

Presentada por:

Eduardo Ignacio Alava Hidalgo

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

Año: 2006

## AGRADECIMIENTO

A todas aquellas persona que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo en especial a mis padres y al Dr. Jhons Rodríguez director de tesis, por paciencia e invaluable ayuda.

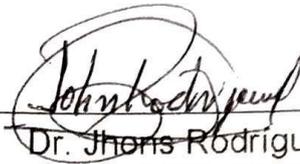
## DEDICATORIA

A MIS PADRES  
A MIS HERMANAS  
AL PERSONAL DE LA  
HACIENDA LA GREDA

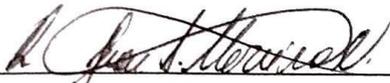
# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Eduardo Rivadeneira P.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE



Dr. Jhens Rodríguez A.  
DIRECTOR DE TESIS



Dr. Juan Moreira N.  
VOCAL



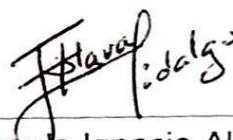
Ing. Haydeé Torres C.  
VOCAL



## DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Eduardo Ignacio Alava Hidalgo





## RESUMEN

El tema anteriormente propuesto se enmarca dentro del ámbito de la Producción y la Nutrición animal. Con la presente investigación se pretende validar las hipótesis que sugieren que el Palmiste es un sustituto de las Fuentes tradicionales de Energía en dietas de crecimiento y acabado en cerdos, y que dicho producto permite también disminuir los costos de producción dentro del rubro alimentación, recalcando que este rubro representa el 80% de los costos dentro de una explotación porcina; por lo que, el objetivo de esta investigación es la de evaluar el Palmiste como fuente de energía no tradicional en la alimentación de cerdos confinados en la fase de crecimiento y acabado. Para validar estas hipótesis y alcanzar el objetivo propuesto se desarrollará un ensayo en el Programa Porcino de la Estación Boliche del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias ubicada en el Km. 26 vía Durán-Tambo, donde 20 cerdos separados en grupos en un arreglo estadístico de Bloques Completamente al azar serán sometidos a diferentes niveles de reemplazo de fuentes de energía de uso tradicional con Palmiste, y a un análisis económico de presupuestos parciales descrita por el Centro de Economía del CYMMYT (1988). De esta investigación se espera disponer del nivel adecuado de reemplazo de Palmiste, de una adecuada conversión alimenticia en los cerdos en base a la alimentación de dietas con Palmiste, y de una alternativa

económica de alimentación que disminuya los costos de producción. Una vez finalizado el ensayo no se observaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para la variable del cambio de peso corporal. Para las variables de aumento de peso promedio diario, consumo de alimento promedio diario y eficacia alimenticia si se observaron diferencias estadísticas significativas. El análisis económico del experimento determinó que el tratamiento uno reportó el mayor costo que varía y menor beneficio neto, mientras que el tratamiento 3 registro el mayor beneficio neto. No se reportó dominancia para el tratamiento tres versus el cuatro, ni para el tratamiento dos versus el uno, por lo tanto los tratamientos cuatro y uno fueron dominados. Para determinar la rentabilidad de la alimentación se calculó la tasa marginal de retorno, dando como resultado en el presente estudio que la adopción del tratamiento tres implica una tasa de retorno del 48 % en comparación con el tratamiento dos.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE CERDOS EN LAS FASES DE CRECIMIENTO Y ACABADO.....	5
1.1. Proteínas.....	5
1.2. Hidratos de Carbono.....	7
1.3. Grasa.....	8
1.4. Vitaminas.....	9
1.5. Minerales.....	12
1.6. Agua.....	14

## CAPÍTULO 2

2. FUENTES ENERGÉTICAS Y PROTEICAS NO TRADICIONALES.....	16
2.1. Fuentes Energéticas.....	16
2.1.1. Generalidades.....	16
2.1.2. Palmiste.....	17
2.1.2.1. Generalidades.....	17
2.1.2.2. Forma de Obtención.....	18
2.1.2.3. Usos en la alimentación de cerdos.....	19
2.1.2.4. Composición química.....	20
2.1.3. Aceite Rojo de Palma Africana ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq).....	26
2.1.3.1. Generalidades.....	26
2.1.3.2. Usos en la alimentación de cerdos.....	26
2.1.3.3. Composición química.....	31
2.2. Fuentes Proteicas.....	32
2.2.1. Generalidades.....	32
2.2.2. Harina de Sangre.....	33
2.2.2.1. Generalidades.....	33
2.2.2.2. Método de procesamiento.....	34
2.2.2.3. Usos en la alimentación cerdos.....	35
2.2.2.4. Composición química.....	36

## CAPÍTULO 3

3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	38
------------------------------	----

## CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	48
--------------------------------	----

## CAPÍTULO 5

5. DISCUSIÓN.....	61
-------------------	----

## CAPÍTULO 6

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	65
--	----

## APÉNDICES

## BIBLIOGRAFÍA

## ABREVIATURAS

CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
cm	Centímetros
DBCA	Diseño de bloques completamente al azar
E.D. (Kcal/Kg)	Energía digestible. Kilocalorías por kilogramos
E.L.N.	Extracto libre de nitrógeno
FB	Fibra bruta
g/a/d	Gramos animal día
gr	Gramos
gr/a/d	Gramo por día
has	Hectáreas
Kcal	Kilocalorías
Kcal. EM/Kg	Kilocalorías de energía metabolizable por kilogramo
Kg	Kilogramo
m <sup>2</sup>	Metros cuadrados
meq/Kg	Miniequivalentes por kilogramo
mg	Miligramos
mg/Kg (mg kg <sup>-1</sup> )	Miligramos por kilogramos
mm/año	Milímetros por año
msnm	Metro sobre el nivel del mar
°C	Grado centígrado
Pág.	Página
PC	Proteína cruda
ppm	Partes por millón
TMR	Tasa marginal de retorno
µg	Microgramo
UI	Unidades internacionales

## SIMBOLOGÍA

>	Mayor que
%	Porcentaje
≤	Menor o igual

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
1. Tendencia del cambio de peso corporal durante el periodo del ensayo. E.E. Boliche 2004.....	52
2. Tendencia del aumento de peso promedio diario durante el periodo del ensayo. E.E. Boliche 2004.....	53
3. Tendencia del consumo de alimento promedio diario durante el periodo del ensayo. E.E. Boliche 2004.....	55
4. Tendencia de la eficacia alimenticia durante el periodo del ensayo. E.E. Boliche 2004.....	56

## ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

1. Requerimientos de aminoácidos de cerdos a los que se alimenta a voluntad (90% de materia seca).....	7
2. Requerimientos de vitaminas de cerdos a los que se alimenta a voluntad (90% de materia seca).....	11
3. Requerimientos de vitaminas de cerdos a los que se alimenta a voluntad (90% de materia seca).....	13
4. Factores que afectan el consumo a voluntad de agua.....	15
5. Contenido mineral de la torta de Palmiste .....	23
6. La composición química del palmiste de acuerdo al Laboratorio de Nutrición de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.....	24
7. Contenido de Aminoácidos del Palmiste.....	25
8. Contenido de aminoácidos en % de proteína bruta de la harina de sangre.....	37
9. Composición de las dietas utilizadas en las fases de crecimiento y acabado.....	41
10. Composición de la Premezcla en las dietas utilizadas en las fases de crecimiento y acabado.....	42
11. Esquema del análisis de varianza.....	44
12. Resultados del experimento, fase de crecimiento y acabado.....	49
13. Análisis del presupuesto parcial.....	58
14. Análisis de dominancia de costo de alimentación (\$).....	59
15. Análisis marginal de tratamientos alternativos no dominados, en comparación al tratamiento con mayores costos.....	60

## INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país que posee un gran potencial para la explotación pecuaria en general, la cual se ve muy limitada debido a los elevados costos de producción, donde la alimentación juega un rol fundamental y es aquella que encarece los costos de toda explotación pecuaria. En lo que respecta a la producción de carne porcina, se observa una tendencia creciente; es así como para el año 2002 los diferentes mataderos registran aproximadamente 426,819 porcinos faenados con una producción de 27,664 toneladas métricas de carne a la canal, el cual significó un incremento del 10% respecto al año anterior 388.017 porcinos faenados con una producción de 25.149 toneladas métricas de carne a la canal (37).

A esta situación se une la competencia existente entre la población humana y los animales monogástricos no herbívoros (cerdos y aves) por los mismos alimentos y el hecho de que los países subdesarrollados, que generalmente están localizados en zonas tropicales y subtropicales, no poseen las condiciones climáticas ni el avance tecnológico que les permita cosechas productivas de cultivos equivalentes a los cereales y fuentes de proteína convencionales.

Los sistemas tradicionales de alimentación en la industria porcina, han llevado en forma gradual al encarecimiento de la explotación de la misma,

debido a sus altos costos. Por esta razón es necesario realizar grandes ajustes en los sistemas de alimentación de los países tropicales, basados en recursos no tradicionales de acuerdo a las posibilidades de cada país.

La palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq), es una palmera de 20-25m de altura, indígena del África occidental tropical. El fruto crece en racimos y consiste esencialmente en una piel blanda exterior que, cuando madura, tiene un color naranja rojizo y una capa fibrosa que contiene el aceite de palma, compuesta de una nuez con cáscara y una almendra, que contiene aceite de palma (11).

El palmiste, también denominado coquito o almendra de palma africana es un subproducto de la industrialización del fruto de dicha palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq), que resulta de la extracción del aceite de la semilla, el cual representa alrededor de un 5% del peso total del racimo listo para el procesamiento. En el Ecuador la producción de fruto de palma africana es de 1.005.833,5 TM/año en 118.775,5 has en producción (38).

## HIPOTESIS

De acuerdo a la literatura revisada, se plantearon las siguientes hipótesis:

- *El palmiste reemplaza parcialmente a otros ingredientes energéticos en la formulación de dietas de fases de crecimiento y acabado en cerdos.*
- *La utilización de palmiste en la formulación de dietas de fases de crecimiento y acabado disminuye el costo de producción por concepto de alimentación dentro de una explotación porcina.*

## OBJETIVOS

Para validar las hipótesis planteadas, se formuló el siguiente objetivo general:

**Evaluar el palmiste como fuente de energía no tradicional en dietas alimenticias para monogástricos.**

Los objetivos específicos del trabajo son:

- Evaluar tres niveles de palmiste en dietas para cerdos en las fases de crecimiento y acabado en reemplazo de las fuentes tradicionales de energía.
- Evaluar en términos económicos la alternativa tecnológica de utilización de niveles de reemplazo de palmiste.

# **CAPÍTULO 1**

## **1. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE CERDOS EN LAS FASES DE CRECIMIENTO Y ACABADO**

### **1.1. Proteínas**

Las proteínas son constituyentes orgánicos esenciales de los organismos vivos y son los nutrientes que se hayan en mayor cantidad en el tejido muscular de los animales. El porcentaje de proteínas que se requieren en la alimentación es mayor en el caso de animales jóvenes en crecimiento y declina de manera gradual hasta la madurez, cuando solo se requiere una cantidad de proteínas suficiente para mantener los tejidos corporales (7).

Las proteínas son sustancias orgánicas muy complejas, formadas por unidades polimerizadas de aminoácidos, las cuales constituyen la estructura del cuerpo animal, estando también presente en los tejidos vegetales (9).

Para el hombre y ciertos animales, como el cerdo, las aves, el perro y el gato, la calidad o clase de las proteínas es tan importante como su cantidad dentro de las raciones alimenticias.

Las necesidades de proteínas del cerdo se satisfacen mediante una selección apropiada de aminoácidos esenciales mas un suministro adecuado de fuentes de nitrógeno no específicas para uso en la síntesis de aminoácidos no esenciales (23).

Los patrones ideales de aminoácidos para cerdos se los describieron y se los definió como aquellos que no tienen ni deficiencias ni excesos de aminoácidos (2). Ver tabla 1.

TABLA 1

**Requerimientos de aminoácidos de cerdos a los que se alimenta a voluntad (90% de materia seca) (24)**

Aminoácidos dispensables (%)	Peso vivo del cerdo (Kg)	
	20 – 50	50 – 110
Arginina	0.25	0.10
Histidina	0.22	0.18
Isoleucina	0.46	0.38
Leucina	0.60	0.50
Lisina	0.75	0.60
Metionina + Cistina	0.41	0.34
Fenilalanina + tirosina	0.66	0.55
Treonina	0.48	0.40
Triptofano	0.12	0.10
Valina	0.48	0.40

## 1.2. Hidratos de Carbono

Constituyen hasta el 70% o más de la materia seca de los alimentos de origen vegetal (15). Algunas semillas, en particular los cereales, presentan concentraciones más altas (hasta del 85%). La función

principal de los hidratos de carbono en la nutrición animal es servir como fuente de energía para los procesos vitales normales.

El valor de los hidratos de carbono de los alimentos que forman las raciones ordinarias depende del grado en que son digeridos y de la energía que suministrarán. Así, en igualdad de peso el valor del almidón y de los principales azúcares es casi el mismo, constituyendo menos del 1% del peso de aquellos (7); mientras que la fibra tiene mucho menor valor. La mayor parte de la energía para el trabajo muscular procede de los hidratos de carbono de los alimentos, pues constituyen la principal fuente de calor de los animales de granja (23).

### **1.3. Grasa**

Los lípidos son compuestos orgánicos que son relativamente insolubles en agua, pero relativamente solubles en disolventes inorgánicos; realizan importantes funciones bioquímicas y fisiológicas en los tejidos animales y vegetales.

El uso de las grasas en la dieta de los cerdos suele estar restringido a las dietas iniciadoras antes del destete y, cuando conviene desde

el punto de vista económico, a las dietas de las cerdas durante la lactación.

Los cerdos de todas las edades pueden usar las grasas de manera eficiente, pero la cantidad agregada a la dieta se limita de 5 a 10% (con base en el peso) por problemas físicos de mezcla y manipulación. La ingestión temprana de alimento seco por los cerdos antes del destete puede mejorarse mediante la inclusión de grasa al alimento iniciador; la supervivencia de los lechones y el mantenimiento del peso de las cerdas durante la lactación se pueden mejorar con grasa en la dieta de lactación (7).

#### **1.4. Vitaminas**

Las vitaminas son sustancias orgánicas de composición muy variada, necesarias al organismo animal generalmente en cantidades muy pequeñas. La mayor parte de las vitaminas que los animales necesitan, son proporcionadas directa o indirectamente por los vegetales, que son capaces de sintetizarlas; los animales por lo general no la sintetizan (15).

Aunque muchas vitaminas funcionan como coenzimas (catalizadores metabólicos), otras no llevan a cabo esta función, sino que realizan

otras funciones esenciales. Las vitaminas que se conocen se dividen según su solubilidad en hidrosolubles y liposolubles (7).

Los cerdos además de las vitaminas A y D necesitan cinco fracciones de la vitamina B para todas las categorías, como asimismo las de colina y B12 para los animales muy jóvenes. Las raciones de los diversos grupos de esta especie probablemente aportarán caroteno, riboflavina y ácido pantoténico (9).

Un suministro inadecuado de una vitamina determinada, puede perjudicar seriamente una función metabólica, que a su vez se puede reflejar en consecuencias fisiológicas que afecten la productividad. Las deficiencias absolutas de vitaminas no suelen darse en las condiciones normales de explotación, sino más bien deficiencias marginales que provocan síntomas inespecíficos como pérdida del apetito, mal aspecto general, retraso del crecimiento y peor utilización de los alimentos (16).

Los requerimientos de vitaminas de cerdos en las fases de crecimiento y acabado se detallan en la tabla 2.

TABLA 2

**Requerimientos de vitaminas de cerdos a los que se alimenta a voluntad (90% de materia seca) (24)**

Vitaminas	Peso vivo del cerdo (Kg)	
	20 – 50	50 – 110
Vitamina A (UI)	1300	1300
Vitamina D (UI)	150	150
Vitamina E (UI)	11	11
Vitamina K (mg)	0.50	0.50
Biotina (mg)	0.05	0.05
Colina (mg)	0.30	0.30
Folacina (mg)	0.30	0.30
Niacina, disponible (mg)	10	7
Acido pantotenico (mg)	8	7
Riboflavina (mg)	2.50	2
Tiamina (mg)	1	1
Vitamina B6 (mg)	1	1
Vitamina B12 (µg)	10	5

### **1.5. Minerales**

Los minerales son compuestos inorgánicos que no pueden ser descompuestos ni sintetizados por reacciones químicas ordinarias (15).

Los elementos minerales se dividen en dos grupos, tomando en cuenta las cantidades relativas que de ellos se necesitan en la dieta, y son: macrominerales y microminerales, minerales trazas u oligoelementos.

De la misma manera, las deficiencias minerales solamente se hacen evidentes cuando otros factores limitantes se han eliminado y el animal tiene el potencial de crecer y producir.

El P se relaciona con el metabolismo del Ca y la cantidad de P en la dieta afecta la necesidad de Ca. Una relación óptima Ca:P en la dieta está entre 1:1 y 2:1, dependiendo de la biodisponibilidad de estos elementos en cada uno de los alimentos usados (7). Los requerimientos minerales de cerdos en las fases de crecimiento y acabado se detallan en la tabla 3.

TABLA 3

**Requerimientos de vitaminas de cerdos a los que se alimenta a voluntad (90% de materia seca) (24)**

<b>Minerales</b>	<b>Peso vivo del cerdo (Kg)</b>	
	<b>20 – 50</b>	<b>50 – 110</b>
Ca (%)	0.60	0.5
P, total (%)	0.5	0.4
P, disponible (%)	0.23	0.15
Na (%)	0.1	0.10
Cl (%)	0.08	0.08
Mg (%)	0.04	0.04
K (%)	0.23	0.17
Cu (mg)	4.0	3.0
I (mg)	0.14	0.14
Fe (mg)	60.0	40.0
Mn (mg)	2.0	2.0
Se (mg)	0.15	0.10
Zn (mg)	60.0	50.0

## 1.6. Agua

Constituye de la mitad a dos tercios aproximadamente de la masa corporal de los animales adultos y hasta el 90% de la de los animales recién nacidos; así mismo, mas del 99% de las moléculas del cuerpo son de agua (7).

El agua es uno de los nutrientes más importantes de la dieta. Los cerdos la obtienen de tres fuentes, la que está contenida en el alimento, la bebida y la que se forma en las reacciones metabólicas. El aporte de agua proveniente del alimento es de un 4%, del metabolismo un 19% y un 77% del agua bebida.

El agua se elimina en un 56% por orina, en un 30% por la respiración y en un 5% por las heces, reteniéndose un 9% por necesidad de crecimiento. Una pérdida orgánica del 10% de agua determinará un estado patológico, y la muerte si supera el 20%.

Un deficiente suministro de agua reduce el apetito y disminuye la productividad y su eficacia. El suministro adecuado de suficiente agua y de calidad cuando el animal desea beber es el primer requisito para garantizar la productividad tanto en ceba como en la reproducción (3). Ver tabla 4.

En términos muy generales los animales consumen de 2 a 5Kg de agua por cada Kg de alimento seco consumido cuando no se hallan en estrés por calor. Los cerdos consumen por lo común de 2 a 2.5Kg de agua/Kg de alimento seco a temperaturas moderadas (24).

**TABLA 4**

**Factores que afectan el consumo a voluntad de agua (24)**

<b>Incremento del consumo</b>	<b>Reducción del consumo</b>
Estrés por calor	Estrés por frío
Hambre	Agua tibia o caliente
Aburrimiento	Agua muy salada
Dieta alta en proteínas	-
Dieta alta en minerales	-
Agua moderadamente alta en minerales	-
Pienso en pellets	-

# **CAPÍTULO 2**

## **2. FUENTES ENERGÉTICAS Y PROTEICAS NO TRADICIONALES**

### **2.1. Fuentes energéticas**

#### **2.1.1. Generalidades**

Del 70 al 90 % del peso de una dieta para cerdos, es de alimentos ricos en energía como el maíz, granos de cereales, tubérculos y otros vegetales ricos en carbohidratos. Por lo tanto, una consideración de las necesidades energéticas abarca una atención especial al grado de digestibilidad de la energía en ese componente rico en carbohidratos.

Los requerimientos energéticos en cerdos para la fase de crecimiento y acabado son de 3267.5 Kcal/Kg de energía digestible, cumpliendo estos requerimientos da como resultado un índice de ganancia y una eficiencia de utilización de los alimentos máximos (24).

## **2.1.2. El palmiste**

### **2.1.2.1. Generalidades**

El palmiste es un insumo que aparece con la industria del aceite e inicialmente considerado como uno de los desechos industriales, siendo un subproducto alimenticio de aspecto blanco grisáceo con manchas punteadas de color pardo (19).

El palmiste contiene alrededor de 18 a 19 % de proteína y es la más baja en valor proteico entre las tortas de leguminosas (17).

La naturaleza fibrosa y arenosa de la torta de almendra de palma africana es uno de los factores limitantes de su uso en la alimentación de animales monogástricos (31).

#### **2.1.2.2. Forma de obtención**

El palmiste se obtiene de la palma africana (*Elaeis guinensis*), la cual produce un fruto del que se extrae el aceite para consumo humano, quedando como residuo de almendra la misma que al ser molida toma el nombre de palmiste (19).

La torta de almendra de palma africana o palmiste se la obtiene de la siguiente manera:

Las almendras deben ser adecuadamente secadas (hasta un máximo del 10% de humedad) y limpiadas. Antes de ingresar al extractor, las almendras pasan por un limpiador de grano y se tritura en molinos especiales para luego ser laminadas (láminas de 20 a 25 centésimas de milímetro).

Las almendras son transportadas dentro del extractor, sobre un tapiz rodante; simultáneamente reciben en contra corriente, un baño de hexano (solvente), proceso que extrae el aceite de las almendras. La mezcla de aceite y hexano pasa a un

sistema de destilación. La torta de almendra que contiene alrededor de un 50% de hexano pasa a un disolventizador y a continuación a un secador enfriador (4).

### **2.1.2.3. Usos en la alimentación de cerdos**

Se han logrado buenos resultados en las raciones para cerdos utilizando de 20-30% de harina de palmiste. Han producido diarrea cuando se utilizaron mayores proporciones. Sin embargo se dice que, en una ración para el engorde final de los cerdos, consistente en 62,4% de harina de palmiste, 35,1% de maíz y 2,5% de harina de sangre, se obtienen, como promedio, ganancias semanales de 4,5 kg por cerdo. La torta o harina de palmiste tiende a producir una carne de cerdo dura y de buena calidad (11).

La conversión alimenticia, muestra niveles ideales para una explotación porcina y no se vio afectada por el mayor grado de sustitución del sorgo con el palmiste, aspecto que refuerza la sugerencia de una

buena asimilación del aceite, quizás debido al efecto positivo del nivel de fibra presente en el palmiste (30).

La harina de palmiste es un ingrediente adecuado para dietas de rumiantes lecheros, donde puede utilizarse sin problemas a niveles de hasta un 10%. En ganado porcino su utilización se ve restringida por su baja palatabilidad, alto contenido en fibra y bajo valor proteico, aunque a veces se emplea a niveles moderados en la etapa final de cebo (donde daría una grasa consistente y blanca) y también en cerdas gestantes (14).

#### **2.1.2.4. Composición química**

El palmiste presenta un nivel proteico de principios nutritivos algo mayor que el salvado de trigo, logrando reemplazar este último en un 100% en las dietas.

El palmiste es relativamente bajo en proteína, de alto valor biológico, con una buena relación de aminoácidos esenciales, así como el contenido de Ca

y de P, no así en la relación energía proteína; es decir en cuanto a principios nutritivos se refiere es una materia prima de calidad adaptable para la formulación de dietas en cualquier especie, siendo su única limitante la fibra en caso de monogástricos (23).

La torta de palma procede de la extracción del aceite de la almendra de palma proporcionando proteína de buena calidad y su riqueza en celulosa suele ser muy elevada, la que no es apetecida por los animales, por lo cual hay que acostumbrarlos gradualmente a su consumo sin llegar a pasar nunca de la quinta parte de la ración, sustituyendo satisfactoriamente al salvado de trigo, produciendo canales de buena calidad (20).

La composición química y la digestibilidad del palmiste, varía de acuerdo al contenido en tegumentos de la almendra de palma, así con el contenido de aceite residual (33).

La digestibilidad de la proteína en monogástricos es bastante reducida (50-65%), como consecuencia de su elevado nivel de fibra. El perfil de la proteína en aminoácidos esenciales es mediocre, presentando una concentración alta en metionina (1,8% sobre PB) pero baja en lisina (3,2%) y treonina (3,0%).

El contenido en Ca y P de la harina de palmiste es similar al de otras harinas de oleaginosas. La digestibilidad del P, en cambio, es baja. El contenido en hierro es alto, y es especialmente destacable su alto contenido en manganeso (200 mg/kg) (14). El contenido mineral de palmiste se detalla a continuación en la tabla 5.

**TABLA 5****Contenido mineral de la torta de Palmiste (14)**

<b>Elemento</b>	<b>Cantidad</b>
Materia seca, %	88,92
Calcio, %	0,29
Fósforo, %	0,69
Fósforo disponible, %	0,19
Cloro, %	0,17
Magnesio, %	0,38
Potasio, %	0,85
Sodio, %	0,02
Azufre, %	0,3
Hierro, mg kg-1	306,8
Zinc, mg kg-1	67,33
Cobre, mg kg-1	30,71
Manganeso, mg kg-1	222
Selenio, mg kg-1	0,13
Yodo, mg kg-1	1,23
Cobalto, mg kg-1	0,14

La composición química del palmiste de acuerdo al Laboratorio de Nutrición de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP (18) se detalla a continuación en la tabla 6.

**TABLA 6**

**La composición química del palmiste de acuerdo al Laboratorio de Nutrición de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP (18)**

<b>Composición</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Humedad	7.48
Proteína Cruda	16.45
Fibra Cruda	33.94
Cenizas	3.79
E.L.N.	30.50

A continuación se detalla el contenido de aminoácidos en la tabla 7.

**TABLA 7**

**Contenido de Aminoácidos del Palmiste (14)**

<b>Componentes</b>	<b>Porcentajes (%)</b>
Materia seca	89,27
Proteína cruda	19,18
Metionina	0,36
AAA	0,65
Lisina	0,64
Triptofano	0,19
Treonina	0,63
Arginina	2,56
Histidina	0,38

### **2.1.3. Aceite rojo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq)**

#### **2.1.3.1. Generalidades**

La utilización de grasas en la industria de la producción de piensos se ha visto incrementada paralelamente con las mejoras en el potencial productivo de las diferentes especies. Como fuente energética, las grasas mejoran la eficiencia alimenticia. Las grasas no contienen proteína ni minerales, así que hay que suplementarlos.

El aceite de palmiste se obtiene de la almendra y se caracteriza por su alto contenido en ácidos grasos saturados de cadena muy corta, con más de un 60% de láurico más mirístico (35).

#### **2.1.3.2. Usos en la alimentación de cerdos**

Desde un punto de vista nutricional, las grasas presentan ventajas difíciles de valorar. Así, por ejemplo, permiten incrementar la concentración energética del pienso, reducen el estrés calórico y por su menor incremento de calor, mejoran la eficacia

energética neta por kcal de Energía Metabolizable (36).

Las grasas y aceites constituyen una fuente concentrada de energía que se utiliza principalmente en todas las dietas de cerdos en zonas calientes, con el objetivo de disminuir el calor metabólico del cerdo y en los alimentos para lechones y cerdas lactantes, para incrementar la eficiencia de utilización de los alimentos y aumentar la producción de leche, evitando el desgaste corporal de la cerda lactante, que tanto afecta los rendimientos reproductivos (5).

El aceite del fruto de palma africana se utiliza tradicionalmente (a nivel del 5% aproximadamente), en las raciones para cerdos y aves de corral, como fuente de vitaminas A y D y para reducir la parte pulverulenta del pienso (25).

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.

El aceite de palma es un producto que permite la introducción de forrajes en la alimentación porcina, con adecuados parámetros productivos tanto biológicos como económicos. Actualmente, con el apoyo de la FAO, se están realizando experimentos para evaluar diferentes forrajes en la alimentación del cerdo utilizando aceite crudo de palma como dieta base.

Se ha evaluado el uso del aceite crudo de palma africana en la alimentación del cerdo, obteniéndose buenos resultados biológicos y económicos, al utilizar niveles de 400 a 500gr/a/d, durante el periodo de engorde (20 a 90kg.), asociado a niveles restringidos de proteína fortificada con vitaminas y minerales (200 a 220gr/a/d).

El aceite se ha constituido en una puerta de entrada para la inclusión de proteína "verde", a partir de

diferentes cultivos tropicales, *Azolla filiculoides*, *Trichantera gigantea* (hojas), *Manihot esculenta* (hojas). Se ha logrado sustituir eficientemente el 20% de la proteína tradicional (torta de soya) por las fuentes forrajeras, con buenos resultados; con ganancias diarias de peso entre 500 y 550gr, con una oferta de proteína y de energía aproximadamente 50% inferior a lo establecido por las tablas nutricionales para cerdos en los sistemas basados en cereales. La conversión alimenticia oscila entre 1.9 y 3.0, demostrando la eficiencia de esta alternativa de alimentación.

A partir de la inclusión del aceite crudo de palma africana en dietas para cerdos de engorde en pastoreo (alojados en potreros), se ha logrado respuestas positivas tanto biológicas como económicas, con ganancias de peso entre los 450 y 500gr/a/d., siendo determinante en este tipo de manejo y producción del cerdo, el mejoramiento del suelo que se obtiene mediante la presencia de los animales y como producto de su propia etología;

además, la producción se logra con un ambiente animal excelente. La idea básica es producir carne y simultáneamente mejorar las condiciones del suelo, a partir de lograr una mayor actividad orgánica en el mismo, por los aportes de precursores orgánicos que el animal hace y el manejo de los residuos de alimentación, cuando se utilizan volúmenes altos de forraje en la dieta (28).

La alta densidad energética del aceite de palma y su composición química (similar a la del tejido graso del cerdo) favorecen la utilización de este alimento en la producción porcina. Las conversiones alimentarias estuvieron alrededor de 2kg de materia seca consumida por kg de aumento de peso, es decir similares a las de las aves. Sin embargo, si se calcula la eficiencia en términos energéticos, se necesitan aproximadamente los mismos joules por ganancia de peso que para las dietas basadas en mieles o jugos de caña (11).

### 2.1.3.3. Composición química

Dentro de su composición cromatográfica, predomina el ácido graso láurico (c12) que puede estar presente entre un 46% y un 51%, su punto de fusión puede variar entre los 25.9 y los 28°C. Su valor de yodo se encuentra entre los 16.2 a los 19.2 meq/Kg. (13)

Nutricionalmente basamos la energía en el aceite de palma que tiene 8500 Kcal como energía bruta de la cual llega al estómago 8010 Kcal como energía digerible pasando al intestino delgado 7690 Kcal como energía metabólica aprovechando el torrente sanguíneo 5360 Kcal como energía neta.

Vitamina A: (500-700 ppm). Compuesta por acaroteno (36%) Bcarotenos (55%) Mcaroteno (3%) licopeno (4%) y compuestos xantófilos (2%) importante porque estos previenen estas patologías relacionadas con los procesos de oxidación (enfermedades cardiovasculares, cataratas y algunos procesos del sistema nervioso).

Vitamina E: el aceite de palma contiene 600 a 1000 ppm de vitamina E, está compuesto por tocoferoles (30%) y tocotrienoles (70%). La vitamina E está asociada con la reducción de la oxidación de lípidos, mejora el color de la carne durante su almacenamiento y mantiene la calidad de la carne (6).

## **2.2. Fuentes proteicas**

### **2.2.1 Generalidades**

La proteína alimentaria es quizá el tipo de nutriente cuya deficiencia es más frecuente, sobre todo porque la mayoría de los alimentos disponibles como fuentes de energía tienen poca proteína y los complementos proteínicos son caros. Las necesidades de proteína del cerdo se satisfacen mediante una selección apropiada de aminoácidos esenciales más un suministro adecuado de fuentes de nitrógeno no específicas para uso en la síntesis de aminoácidos de los cerdos (3).

## **2.2.2. Harina de sangre**

### **2.2.2.1. Generalidades**

Es el residuo finamente molido derivado de la sangre cruda del ganado de engorda, excluyendo todo material extraño como pelo, contenido intestinal y orina, con excepción de niveles traza inevitables en cualquier buen proceso de manufactura.

Esta es un subproducto de la industria de carnes, obtenida por la desecación de la sangre con un rendimiento de 2.8Kg por animal sacrificado, esta harina se caracteriza por el alto contenido de proteína, la cual es de baja degradación ruminal.

De acuerdo con sus características nutricionales tiene mayor utilización en monogástricos y en rumiantes su mayor importancia esta representada como un controlador de consumo en casos de suplementos ofrecidos a voluntad de los cuales se desea un consumo determinado. El método de secado es el factor más importante para determinar su calidad, ya que las

temperaturas elevadas continuas afectan la disponibilidad de lisina.

#### **2.2.2.2. Método de procesamiento**

Se debe calentar la sangre a 100°C por 15 minutos para destruir organismos patógenos y prevenir alguna enfermedad. El exceso de calentamiento reducirá la digestibilidad y reducirá la disponibilidad de la harina de sangre a los animales que la consumen en piensos que contengan harina de sangre.

La sangre cruda puede conservarse una semana añadiendo 0,7% de ácido fórmico o de ácido sulfúrico. Cuando a la sangre tratada con ácido sulfúrico se le añada 0,5% de metabisulfito de potasio, puede conservarse durante algunos meses antes de suministrarla a los animales. Las calidades de conservación de la harina de sangre son buenas únicamente cuando la humedad es de 10-12% aproximadamente (10).

La cantidad de calor aplicado durante el proceso secante se pone en correlación directamente con la digestibilidad y la solubilidad de la harina de sangre.

Cantidades más pequeñas de sangre, se recogen en grandes vasijas y se hierve a fuego vivo, hasta que se coagule y el agua se haya evaporado. La sangre debe hervir muy despacio y agitarse continuamente. Seguidamente, la harina de sangre puede esparcirse sobre un piso de hormigón, en un cobertizo bien ventilado, para enfriarla y secarla por completo. (12)

#### **2.2.2.3. Usos en la alimentación cerdos**

El empleo de suplementos concentrados constituidos de una mezcla de maíz, torta de algodón, harina de sangre, yuca seca y mezcla mineral, mostró que a medida que aumentaban los niveles de harina de sangre, disminuía el consumo de materia seca, indicando baja palatabilidad de la misma, condición que garantiza un consumo regulado (21).

La harina de sangre sólo contiene pequeñas cantidades de minerales, pero es muy rica en proteína, la cual, sin embargo, es de composición bastante sesgada en aminoácidos. A causa de su escasa apetecibilidad, se incluye en dosis bastante inferiores al 5% en las raciones para cerdos y aves de corral.

Se ha suministrado a los cerdos hasta 0,7kg al día de sangre cruda o de sangre tratada con ácidos, después de algunos días de haberlos acostumbrado al pienso. La digestibilidad de la sangre cruda es muy elevada. La digestibilidad de la proteína bruta en los cerdos es del 88% para la harina de sangre; para la harina corriente de sangre, 72%; para la sangre cruda, 90%; y para la sangre tratada con ácidos, 95%. (12).

#### **2.2.2.4. Composición química**

A continuación se detalla la composición de aminoácidos de la harina de sangre en la tabla 8.

**TABLA 8**

**Contenido de aminoácidos en % de proteína bruta de  
la harina de sangre (10)**

<b>Aminoácidos</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Arg	4.2
Cys	0.7
Gly	4.6
His	5.7
Ils	1.4
Leu	12.1
Lys	8.0
Met	1.5
Phe	6.7
Thr	4.5
Try	1.3
Tyr	3.2
Val	8.1

# CAPÍTULO 3

## 3. MATERIALES Y METODOS

### 3.1. Ubicación y duración del experimento

El presente trabajo de investigación de campo se llevó a cabo en el Programa de Porcinos de la Estación Experimental Boliche del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), el cual se encuentra ubicado a 2°15'15'' de latitud sur y 73°38'4'' de latitud occidental en el Km. 26 al este de Guayaquil vía Duran-Tambo, parroquia Pedro J. Montero, cantón Yaguachi, provincia del Guayas, a 17msnm, con una pluviosidad promedio anual de 1025mm, 24°C de temperatura media anual y 83 % de humedad relativa.

Los datos fueron analizados en la etapa de crecimiento y acabado. Se consideró 37 días para el periodo de crecimiento, 40 días para el periodo de acabado, comprendiendo un periodo total de 77 días de ensayo.

### **3.2. Equipos y materiales**

Se utilizaron los siguientes equipos y materiales:

- 4 dietas experimentales para cerdos en la fase de crecimiento y acabado al 0%, 15%, 25%, 35% de palmiste.
- 20 Cerdos híbridos Landrace x Yorkshire.
- 4 corrales de 10 m<sup>2</sup> equipados con comederos individuales.
- Báscula con capacidad de 1000kg.
- Báscula con capacidad de 90kg.
- Báscula con capacidad de 500gr.
- Mezcladora de balanceado.
- Bebederos automáticos.
- Equipo veterinario.
- Bomba de mochila.
- Registro de campo.
- Insumos veterinarios de uso regular.

### 3.3. Factores en estudio y niveles

En el presente estudio se evaluó el factor contenido de palmiste en la dieta como alternativa de fuente de energía en dietas para las fases de crecimiento y acabado en cerdos confinados.

#### Niveles

a1 = 0 % de palmiste

a2 = 15 % de palmiste

a3 = 25 % de palmiste

a4 = 35 % de palmiste

### 3.4 Dietas utilizadas

Durante el experimento se emplearon dietas balanceadas al 15 % de proteína cruda para la fase de crecimiento y acabado respectivamente. La cantidad de alimento suministrado fue a voluntad de dos a tres veces al día. Se recogieron muestras de las dietas experimentales y fueron enviadas al laboratorio, para su respectivo análisis proximal. Apéndice A.

En la formulación de las dietas experimentales, se sustituyó parcialmente ingredientes tradicionales como el maíz y la torta de

soya por palmiste y harina de sangre. La composición de las dietas se indica en la tabla 9.

**TABLA 9**

**Composición de las dietas utilizadas en las fases de crecimiento y acabado**

<b>Ingredientes</b>	<b>Niveles de Palmiste</b>			
	<b>0%</b>	<b>15%</b>	<b>25%</b>	<b>35%</b>
<b>Maíz</b>	40	40	40	40
<b>Polvillo de Arroz</b>	40	27	16	6
<b>Palmiste</b>	0	15	25	35
<b>Torta de Soya</b>	8	6	5	4
<b>Hemoprot</b>	3	3	3	3
<b>Melaza</b>	5	5	5	5
<b>Aceite de Palma</b>	0	0	2	3
<b>Phosbit</b>	2	2	2	2
<b>Premezcla</b>	1,5	1,5	1,5	1,5
<b>Sal Yodada</b>	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Total (Kilos)</b>	100	100	100	100
<b>Costo/ 100 Kilos \$</b>	25.71	22.29	22.25	22.42

La premezcla de vitaminas, minerales y antibióticos fue preparada para satisfacer las necesidades y requerimientos de los animales durante la fase de crecimiento y acabado. Su composición se indica en la tabla 10.

**TABLA 10**

**Composición de la Premezcla en las dietas utilizadas en las fases de crecimiento y acabado**

<b>Ingredientes</b>	<b>Niveles de Palmiste</b>			
	<b>0%</b>	<b>15%</b>	<b>25%</b>	<b>35%</b>
Vitaminerol	100	100	100	100
Flavomycin	50	50	50	50
Maíz molido	1300	1300	1300	1300
Ganaminovit	50	50	50	50
<b>Total gr</b>	<b>1500</b>	<b>1500</b>	<b>1500</b>	<b>1500</b>

### 3.5 Tratamientos

Los tratamientos para la fase de crecimiento y acabado estuvieron conformados por tres diferentes niveles de palmiste (15, 25 y 35 % en las dietas), como reemplazo a las fuentes tradicionales de energía y un testigo sin reemplazo (0% de palmiste).

#### Tratamientos

T1 = 0 % de palmiste

T2 = 15 % de palmiste

T3 = 25 % de palmiste

T4 = 35 % de palmiste

### 3.6 Unidad experimental

Cada unidad experimental estuvo conformada por un cerdo híbrido Landrace x Yorkshire. El número total de unidades experimentales fue de veinte.

### 3.7 Diseño experimental

El experimento se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) de acuerdo al esquema presentado en la tabla 11.

**TABLA 11**

#### Esquema del análisis de varianza

<b>Fuente de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total	$(r \times t) - 1$
Repeticiones	$r - 1$
Tratamientos	$t - 1$
Error experimental	$(t - 1) \times (r - 1)$

### 3.8 Análisis estadístico y nivel de significancia

Los datos obtenidos sometidos a un análisis de varianza de acuerdo al diseño propuesto. Para la separación de medias se utilizó la prueba de Rangos múltiples de Duncan al 5% de probabilidad ( $P \leq 0.05$ ). Los análisis estadísticos fueron realizados utilizando MSTAT-C.

### **3.9 Variables evaluadas**

Se evaluaron las siguientes variables:

- Peso individual (al inicio del ensayo y cada 7 días)
- Peso Promedio del grupo (cada 7 días)
- Consumo de alimento promedio por tratamiento diario.
- Aumento de peso promedio diario.
- Conversión alimenticia.
- Costo de la dieta.
- Rendimiento económico.

### **3.10 Análisis económico**

El análisis económico del experimento se realizó siguiendo la metodología propuesta por el CIMMYT (8).

#### **3.10.1 Análisis de presupuesto parcial.**

Se estimó el beneficio neto de los tratamientos, el mismo que se obtuvo restando del beneficio bruto los costos que varían.

### **3.10.2 Análisis de dominancia**

Se ordenaron los tratamientos de menor a mayor costo variables con su respectivo beneficio neto para determinar que tratamientos son dominados.

Un tratamiento es dominado por otro cuando su beneficio neto es igual o menor que el anterior y su costo que varia correspondiente es mayor.

### **3.10.3 Análisis marginal**

Con este análisis se midió la magnitud del incremento marginal del beneficio neto de los tratamientos dominantes en relación a los demás y la rentabilidad asociada al incremento del costo marginal lo que se denomina Tasa Marginal de Retorno (TMR).

### **3.11 Manejo durante el experimento**

Los animales se sometieron al manejo del Programa de Porcinos de la Estación Experimental “Boliche” realizada en la fase de crecimiento y acabado. Amador

El experimento se realizó con 20 cerdos repartidos al azar en cuatro lotes de cinco animales en cada uno; de tal manera que todos los lotes ingresen al experimento con iguales pesos por cada grupo, tomando en cuenta que también participen en lo posible todas las camadas en cada lote.

Los animales experimentales fueron alojados en corrales de 10m<sup>2</sup> con piso de cemento y bajo cubierta. El manejo fue igual para todos los lotes, diariamente se les suministraba agua y la respectiva dieta a voluntad en sus respectivos comederos.

Se realizaron controles de peso y consumo de alimento cada siete días a la misma hora en la mañana. A los 30 días se desparasitaron los animales con Vermoplex vía oral, en dosis de 2 gr por cada Kg peso vivo del animal, colocando este producto en el alimento. El experimento finalizó a los 90Kg. de peso promedio por grupo.

# **CAPÍTULO 4**

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Análisis de Resultados**

Los resultados de los diferentes parámetros investigados durante el experimento se presentan en la tabla 12.

TABLA 12

## Resultados del experimento, fase de crecimiento y acabado

Criterios	Tratamientos			
	0%	15%	25%	35%
	Palmiste	Palmiste	Palmiste	Palmiste
Número de Cerdos	5	5	5	5
Duración experimento en días	77	72	70	73
Peso promedio inicial Kg.	24.6	24.6	24.6	24.6
Peso promedio final Kg.	89.7	92.2	91.2	90.1
Aumento promedio diario Kg.	0.848	0.901	0.937	0.875
Consumo promedio diario Kg.	2.93	2.77	2.71	2.70
Eficacia alimenticia	3.46	3.07	2.95	3.1
Costo por Kg. de dieta \$	0.257	0.223	0.223	0.224
Costo diario del alimento \$	3.77	3.09	3.02	3.02

Analizando los datos de la Tabla 3 se puede establecer lo siguiente:

Duración del experimento.- Los animales pertenecientes al tratamiento tres (25% palmiste) alcanzaron el peso promedio previsto (90Kg), en menor tiempo. 70 días seguidos por los del

tratamiento dos (15% palmiste) con 72 días, el tratamiento cuatro (35% palmiste) con 73 días y finalmente el tratamiento uno (0% palmiste) con 77 días.

Aumento de peso promedio diario.- Se observa que el tratamiento tres (25% palmiste), registró numéricamente un mayor aumento diario de peso de 937gr., seguido por el tratamiento dos (15% palmiste) con 901gr. y finalmente los tratamientos cuatro (35% palmiste) y uno (0% palmiste) que aumentaron 875gr. y 848gr. diarios respectivamente.

Consumo de alimento promedio diario.- Los animales del tratamiento cuatro (35% palmiste) y tres (25% palmiste), consumieron menor cantidad de alimento 2.70Kg y 2.71Kg respectivamente, seguidos de los tratamientos dos (15% palmiste) y uno (0% palmiste) con consumos de 2.77Kg y 2.93Kg respectivamente.

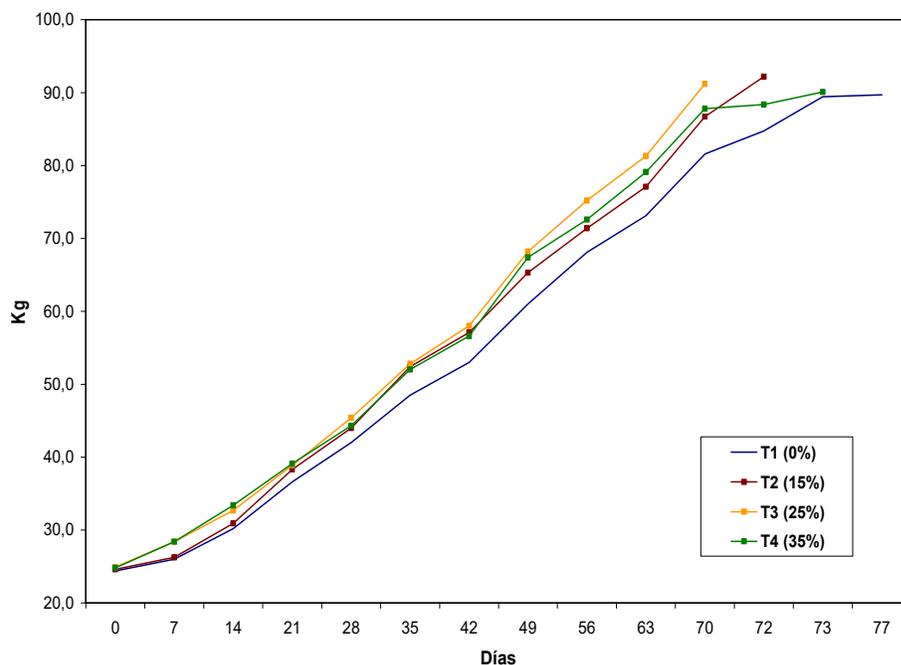
Eficacia alimenticia.- Los animales del tratamiento uno (0% palmiste) consumieron la mayor cantidad de alimento para aumentar un 1Kg. de peso vivo (3.46Kg), luego los del tratamiento cuatro (35% palmiste) con 3.10Kg seguidos por el tratamiento dos (15%

palmiste) con 3.07Kg y el tratamiento tres (25% palmiste) con 2.95Kg.

Costo diario del alimento.- Los animales del tratamiento tres (25% palmiste) y tratamiento cuatro (35% palmiste) presentaron el menor costo diario de dieta con \$ 3.02, seguidos por el tratamiento dos (15% palmiste) con \$ 3.09 y finalmente el tratamiento uno (0% palmiste) con \$ 3.77.

El análisis de varianza (ADEVA), de los resultados obtenidos en los diferentes parámetros investigados durante el desarrollo del experimento, utilizando un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) se puede establecer lo siguiente:

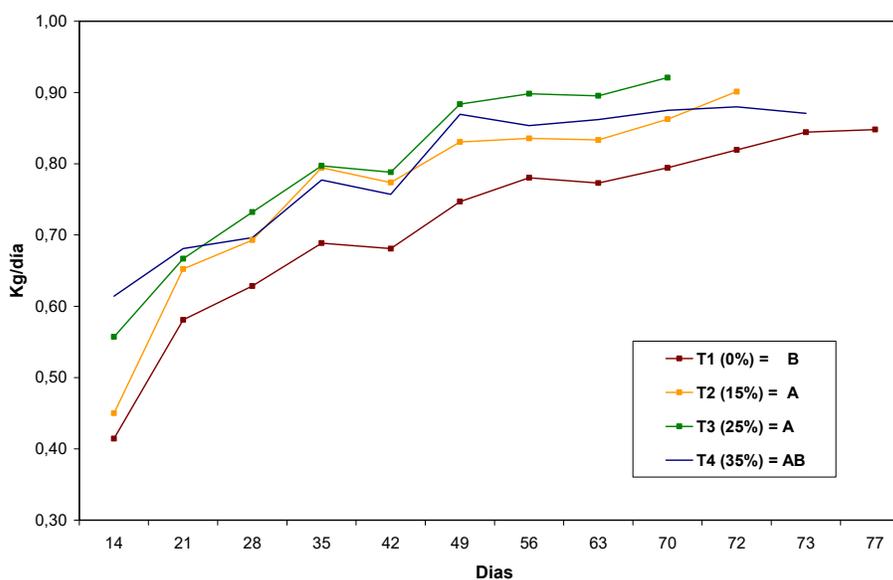
En el ADEVA no se observaron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para los pesos promedios de los grupos. Los coeficientes de variación durante el experimento variaron de 4.63 y 8.09%, los cuales tienen un valor aceptable. No se realizó la prueba de significancia de Duncan ya que no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos.



**Figura 4.1. Tendencia del cambio de peso corporal durante el periodo del ensayo. E.E. Boliche 2004.**

En el gráfico uno se observa que los tratamientos dos, tres y cuatro tuvieron mayor aumento en el cambio de peso corporal que el tratamiento uno y mantuvieron un incremento similar hasta que concluyó la investigación, además podemos observar que a los 70 días de ensayo, donde el tratamiento uno llega al peso promedio de 90Kg. la curva de crecimiento de los tratamientos sigue en incremento, tendencia que se ajusta al comportamiento de la curva de crecimiento de tejido muscular (7).

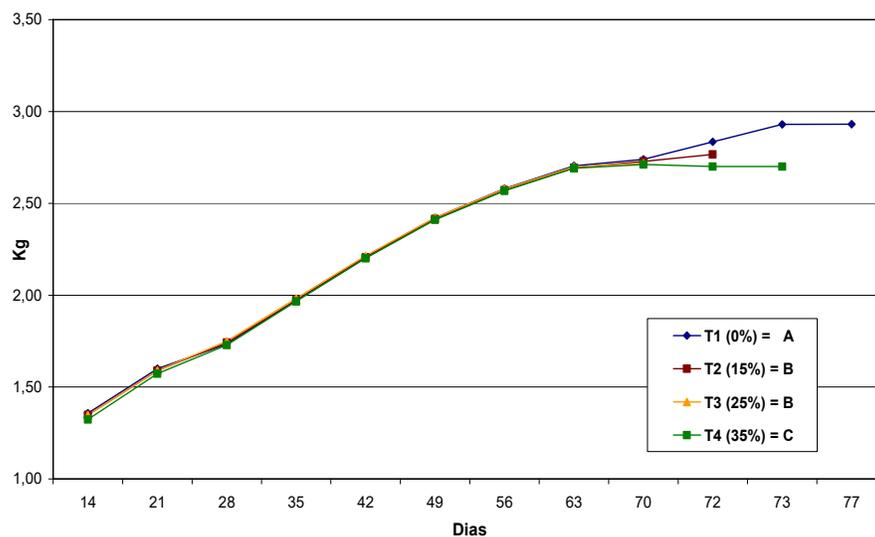
Se observó en el ADEVA diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos para la variable aumento de peso promedio diario. El coeficiente de variación de 3.18% tiene un valor aceptable. Al realizar la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, se observó que existen dos rangos de significancia: los tratamientos dos, tres y cuatro (15, 25 y 35 % palmiste) fueron semejantes entre si, pero el tratamiento uno (0% palmiste) fue distinto al dos y tres, pero semejante al cuatro (35% palmiste).



**Figura 4.2. Tendencia del aumento de peso promedio diario durante el periodo del ensayo. E.E. Boliche 2004.**

En el gráfico dos se observa que los tratamientos dos, tres y cuatro tuvieron un aumento promedio diario de peso similar hasta la séptima semana, destacando que el tratamiento tres tuvo el mayor aumento promedio diario de peso manteniendo dicha tendencia hasta el final de la investigación, además se observa que los tratamientos dos y cuatro tuvieron aumento promedio diario de peso similares hasta el final del ensayo.

Se observó en el ADEVA diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos para la variable consumo de alimento promedio diario. El coeficiente de variación de 0.33% tiene un valor aceptable. Al realizar la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, se observó que existen tres rangos de significancia: en el primer rango se encuentran los tratamientos uno (0% palmiste), un segundo rango conformado por los tratamientos tres y dos (25 y 15 % palmiste), seguidos finalmente en el tercer rango el tratamiento cuatro (35% palmiste).

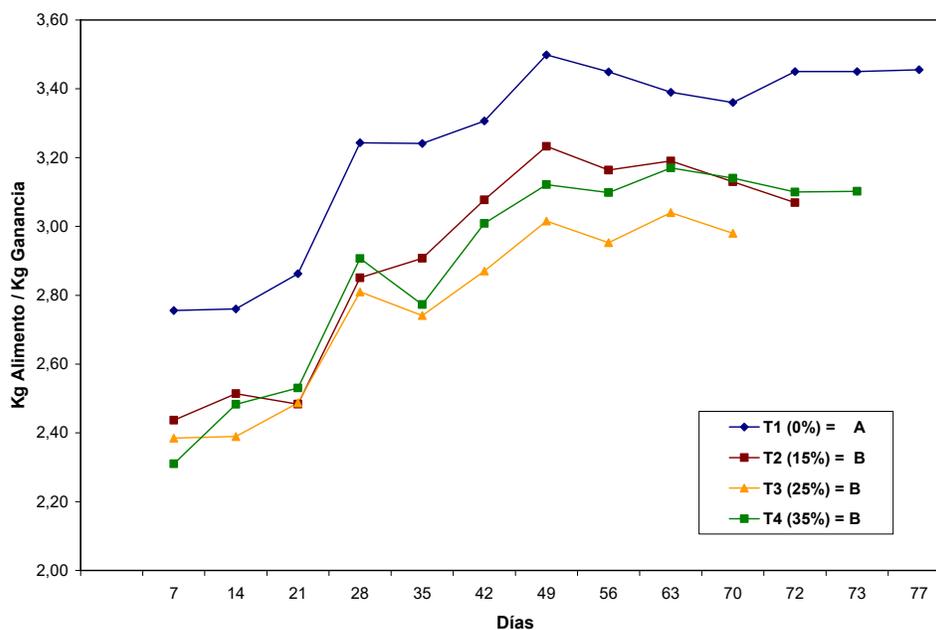


**Figura 4.3. Tendencia del consumo de alimento promedio diario durante el periodo del ensayo. E.E. Boliche 2004.**

En el gráfico tres se observa que los tratamientos mantienen una tendencia similar desde la semana tres hasta la décima semana de ensayo, además se observa que los tratamientos uno y dos consumieron más alimento y mantienen una tendencia similar de desde la semana tres hasta que concluyó la investigación, el tratamiento dos presentó el mayor consumo promedio diario de

alimento y el tratamiento cuatro muestra un consumo de alimento constante desde la novena semana hasta llegar a los 90Kg.

Se observó en el ADEVA diferencias estadísticas altamente significativas entre tratamientos para la variable eficacia alimenticia. El coeficiente de variación de 3.17% tiene un valor aceptable. Al realizar la prueba de Duncan al 5% de probabilidad, se observó que existen dos rangos de significancia: en el primer rango se encuentra el tratamiento uno (0% palmiste) seguidos de los tratamientos cuatro, dos y tres (35, 15 y 25 % palmiste) respectivamente.



**Gráfico 4.4. Tendencia de la eficacia alimenticia durante el periodo del ensayo. E.E. Boliche 2004.**

En gráfico cuatro se observa que los tratamientos tres tuvo la menor conversión alimenticia, mientras que los tratamientos dos y cuatro presentaron conversiones alimenticias similares y finalmente el tratamiento uno obtuvo la mayor conversión alimenticia durante todo el periodo de ensayo.

## **4.2 Análisis económico**

### **4.2.1 Análisis de presupuesto parcial.**

El análisis económico del experimento determinó que el tratamiento uno reportó el mayor costo que varía y menor beneficio neto, mientras que el tratamiento 3 registro el mayor beneficio neto. Ver tabla 13.

TABLA 13

## Análisis del presupuesto parcial

Parámetros	Dietas Experimentales			
	0%	15%	25%	35%
<b>Rendimiento</b>				
1. Peso promedio camada, kg	448,5	461	456	451
2. Precio/kg/\$	1,36	1,36	1,36	1,36
3. Beneficio bruto, \$ (1x2)	609,96	626,96	620,16	613,36
<b>Costos que varían</b>				
4. Costo total del alimento, \$	289,94	231,25	218,29	226,85
5. Costo medicinas, \$	5	5	5	5
6. Total costos que varían, \$ (4+5)	294,94	236,25	223,29	231,85
7. Beneficio neto, \$ (3-6)	315,02	390,71	396,87	381,51

## 4.2.2 Análisis de dominancia

No se reportó dominancia para el tratamiento tres versus el cuatro, ni para el tratamiento dos versus el uno, por lo tanto los tratamientos cuatro y uno fueron dominados. Por los resultados obtenidos

mediante el análisis el tratamiento tres reporta el menor costo que varia y el mayor beneficio neto. Ver tabla 14.

**TABLA 14**

**Análisis de dominancia de costo de alimentación (\$)**

<b>Niveles (%)</b>	<b>Costos que varían (\$)</b>	<b>Beneficio neto (\$)</b>	<b>Dominancia</b>
25	223,29	396,87	No dominado
35	231,85	381,51	Dominado
15	236,25	390,71	No dominado
0	294,94	315,02	Dominado

**4.2.3 Análisis marginal**

Para determinar la rentabilidad de la alimentación se calculó la tasa marginal de retorno, dando como resultado en el presente estudio que la adopción del tratamiento tres implica una tasa de retorno del 48 % en comparación con el tratamiento dos. Ver tabla 15.

TABLA 15

**Análisis marginal de tratamientos alternativos no dominados, en comparación al tratamiento con mayores costos**

<b>Niveles (%)</b>	<b>Costos que varían</b>	<b>Costos marginales</b>	<b>Beneficio neto</b>	<b>Beneficio neto marginal</b>	<b>TMR</b>
25	223,29	12,96	396,87	6,16	48%
15	236,25		390,71		

# CAPÍTULO 5

## 5. DISCUSIÓN

En relación al número de días para alcanzar el peso promedio previsto (90Kg.), los cerdos del tratamiento tres (25%) finalizaron el ensayo en menor tiempo, 70 días. Los cerdos pertenecientes a los tratamientos dos (15%) y cuatro (35%) finalizaron a los 72 y 73 días de ensayo respectivamente. Los números de días obtenidos en la investigación fueron inferiores a los reportados por Ocampo (25), (27), en la que utilizó cachaza de palma con una duración de 119 días y fruto entero de palma con 98 días de ensayo, en niveles similares de sustitución de fuentes energéticas.

En los pesos promedios finales no se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados. En la presente investigación los tres tratamientos experimentales (15%, 25% y 35%) registraron pesos de 92.1Kg, 91.2Kg, y 90.1Kg respectivamente, superiores a los obtenidos por Ocampo (29) (30) con cachaza de palma en niveles similares de sustitución.

En el aumento promedio diario de peso hubieron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos evaluados. Los cerdos de los tratamientos dos (15%) 0.901Kg., tres (25%) 0.937Kg. y cuatro (35%) 0.875Kg. registraron ganancias de peso superiores a ensayos utilizando cachaza de palma africana por Ocampo (27) en los mismos niveles de sustitución y de igual manera a ensayos utilizando fruto entero de palma africana por Ocampo (29).

En el consumo de alimento promedio diario, donde se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos, se pudo observar que el tratamiento cuatro (35%) tuvo un bajo consumo de alimento en relación a los otros tratamientos experimentales, posiblemente esto es afectado por la palatabilidad de la dieta pues al aumentar el nivel de palmiste en la dieta, esta disminuye su palatabilidad por su consistencia polvorienta Rojas (34).

Los cerdos del tratamiento tres (25%) registraron el mayor consumo de alimento durante el ensayo, recalcando que los animales muestran una tendencia a un mayor consumo de alimento para compensar el déficit energético. Esta respuesta se podría deber a los períodos de calor que estuvieron sometidos los cerdos en el ensayo. Para liberar el exceso de calor, él cerdo usa una mayor porción de la energía originada de los alimentos, que dejará de usarse para la ganancia de peso (22).

En las condiciones que se realizó la investigación, se observa que los consumos de energía digestible diaria 7077.7, 7055.4 y 7046.8 kcal/kg de los tratamientos dos (15%), tres (25%) y cuatro (35%) respectivamente fueron inferiores a los consumos reportados por el NRC (2003), en donde se reportan consumos de 8182.5 kcal/kg diarias de energía digestible (7).

En la conversión alimenticia se observaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre los tratamientos, donde se observó que los tratamientos experimentales eran similares estadísticamente pero diferentes al tratamiento testigo. Los tratamientos dos (15%), tres (25%) y cuatro (35%) registraron conversiones de 3.07, 2.95, y 3.10

respectivamente, dichos resultados son similares a los reportados en las investigaciones realizadas por Ocampo (26) (27) (29), utilizando cachaza y fruto de palma entero.

De acuerdo al análisis económico del experimento el tratamiento tres registro el menor costo que varia \$ 223,29 y el mayor beneficio neto \$396,87. El tratamiento tres obtuvo una tasa de retorno del 48% en comparación con el tratamiento dos (8).

En la presente investigación el beneficio neto por animal fue de \$79.2, el cual es superior al reportado por Ocampo (29) de \$33.75 utilizando fruto entero de palma africana.

# **CAPÍTULO 6**

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el experimento, se concluye lo siguiente:

- 1) El palmiste, como fuente de energía en la alimentación de cerdos de engorde, es una alternativa viable biológica y económica.

- 2) Durante la fase de crecimiento y acabado no hubo rechazo alguno por parte de los cerdos al utilizar dietas que contenían palmiste.
- 3) En las condiciones que se realizó el experimento, los tratamientos dos (15%) y tres (25%), utilizados en dietas para cerdos en la fase de crecimiento y acabado, presentaron los mejores resultados en los parámetros productivos estudiados.
- 4) El tratamiento tres (25%) obtuvo un peso promedio corporal de 91.2Kg a los 70 días. Por otra parte el mayor peso corporal lo presentó el tratamiento dos (15%) con un valor de 92.2kg a los 72 días.
- 5) Para la variable aumento promedio diario fue mayor para el tratamiento tres (25%) con un valor de 0.937kg.
- 6) Para la variable consumo promedio diario de alimento el tratamiento cuatro (35%) 2.70Kg. tuvo el menor consumo seguido del tratamiento tres (25%) 2.71Kg.

- 7) Para la variable conversión alimenticia el mejor tratamiento fue para el tratamiento tres (25%) con un promedio de 2.27.
- 8) De acuerdo al análisis de presupuestos parciales, el mayor beneficio neto correspondió al tratamiento tres (25%) con un valor de \$ 396.87 y fue similar al del tratamiento dos (15%) con un valor de \$ 390.71.
- 9) Según el análisis marginal, el tratamiento tres (25%) en comparación al tratamiento dos (15%), alcanzó una tasa de retorno marginal del 48 %.

## **6.2 Recomendaciones**

En base a los resultados obtenidos se puede recomendar lo siguiente:

- 1) En función de los parámetros productivos estudiados, se recomienda utilizar hasta un 25 % de palmiste durante la fase de crecimiento como fuente de sustitución parcial de energía de origen vegetal en raciones para cerdos.

- 2) Para las fases de crecimiento y acabado en cerdos confinados, resulta económicamente favorable la utilización de un nivel del 25 % de palmiste en la composición de las dietas.
- 3) Investigar a futuro el empleo de niveles mayores al 35% de palmiste dentro de las dietas como sustituto parcial de las fuentes tradicionales de energía para la fase de acabado en cerdos confinados.
- 4) Conjuntamente investigar la utilización de palmiste en diferentes condiciones ecológicas y para todas las fases de vida del cerdo, con el objeto de determinar los niveles adecuados y económicos de utilización en alimentación porcina.

## APÉNDICE A

### ANÁLISIS PROXIMAL DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES UTILIZADAS EN LAS FASES DE CRECIMIENTO Y ACABADO

<b>Dietas</b>	<b>% Proteína</b>	<b>% Grasa</b>	<b>% Fibra</b>	<b>% Cenizas</b>	<b>% Humedad</b>
0% Palmiste	15,73	8,67	4,15	7,64	11,64
15% Palmiste	13,98	8,08	4,02	6,94	11,49
25% Palmiste	13,08	9,24	8,78	5,65	11,41
35% Palmiste	14,41	8,47	6,89	4,72	11,26

## APÉNDICE B

### ANÁLISIS CALCULADO DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES PARA LAS FASES DE CRECIMIENTO Y ACABADO

<b>Ingredientes</b>	<b>0% Palmiste</b>	<b>15% Palmiste</b>	<b>25% Palmiste</b>	<b>35% Palmiste</b>	<b>Requerimientos Cerdo</b>
PC (%)	15	15	15	15	15
ED (kcal/kg)	3413	3312	3335	3313	3380
FB (%)	2.73	7.12	10.21	12.92	7
Ca (%)	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
P (%)	0.36	0.51	0.41	0.35	0.50

## APÉNDICE C

### FOTOS DEL ENSAYO INIAP BOLICHE 2004





## BIBLIOGRAFÍA

1. **AMADOR L.**, “Diferentes Niveles de Polvillo de Arroz en el Crecimiento y Acabado de Cerdos confinados”, (Tesis, Facultad de Agronomía y Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Guayaquil) 1978.
2. **BAKER D. et al.**, In Growth of the Pig, R. Hollis (ed.), CAB International, Wallingford, UK, Chapter 8, p. 133.
3. **BOULANGER A.**, Bioseguridad en las explotaciones porcinas Parte II, disponible en <http://www.pcca.com.ve/vp/articulos/e33a9.htm>
4. **CAICEDO S.**, “Evaluación de la torta de almendra Africana (Nc) en cerdas, durante los períodos de gestación y lactancia”. (Tesis, Facultad de Veterinaria, Universidad Estatal de Guayaquil) 1982.
5. **CAMPABADAL C.**, Alimentación de cerdas lactantes, Asociación Americana de Soya, ASA/MEXICO A.N. N° 113, 1992.
6. **CHAVARRO L.**, Uso de los subproductos de la palma de aceite en la alimentación animal, [www.galeon.com/subproductospalma/5.htm](http://www.galeon.com/subproductospalma/5.htm)
7. **CHURCH D.C. Y POND W.G.**, Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales, segunda edición, Ed.Limusa S.A. México., 2002.

8. **CIMMYT**, La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos, Un manual metodológico de evaluación económica, México D.F., México:CIMMYT, 1988.
9. **CRAMPTON E. Y HARRIS L.**, Nutrición Animal Aplicada. Ed.Acribia. Zaragoza, España, 1974. p.
- 10.**FAO**, Animal Feed Resources Information System, Blood, disponible en <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/AFRIS/Data/317.htm>
- 11.**FAO**, Palmera de aceite africana (" African oil palm "), disponible en <http://www.fao.org/livestock/agap/frg/afri/espanol/document/tfeed8/Data/519.HTM>
- 12.**FAO**, Sistema de información de los recursos del pienso, H2 Sangre, <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/afri/espanol/Document/tfeed8/Data/3.HTM>
- 13.**FEDEPALMA**, Aceite de palma y sus aplicaciones, disponible en <http://portal.aniname.com/uploads/aceitedepalmaysusapli-61a67.pdf>
- 14.**FEDNA** (Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal), Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de alimentos para la formulación de piensos compuestos (2ª ed.). C. de Blas, G.G. Mateos y P.Gª. Rebollar (eds.), Madrid, España, 2003, p. 423.
15. **FERNANDEZ A.**, Nutrición Animal para Zootecnistas, Primera Edición, Editorial América C.A., 1987, p. 63-115.

16. **GARCÍA W.**, “Evaluación de tres niveles de harina de gandul (*Cajanus Cajan*) como alternativas de proteínas en dietas en las fases de inicio y acabado de cerdos confinados”, (Tesis, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, Escuela Superior Politécnica del Litoral), 2004.
17. **HARTLEY C.**, La palma de Aceite, Trad. del Inglés por Eduardo Maldonado, México, Continental S.A., 1986 p. 846-847.
18. **INSTITUTO NACIONAL AUTONOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS (INIAP), ESTACION EXPERIMENTAL SANTA CATALINA**, Análisis proximal y determinación de calcio y fósforo de ingredientes alimenticios, Laboratorio de Nutrición y Calidad, Quito, Ecuador, 1995.
19. **JACQUOT R. Y FERRANDO R.**, Las Tortas Alimenticias, Trad. del Francés por Andrés Suárez y Suárez, Zaragoza, España, Acribia, 1959, p. 29-30.
20. **MARCHI E. Y PUCCI C.**, Sustancias alimenticias, torta de palma. La cría del cerdo, Barcelona, España, p. 188 1966.
21. **MAZA L.**, Investigaciones, Harinas proteicas de origen animal y su importancia en la nutrición de rumiantes, disponible en <http://azoosubol.galeon.com/cvitae275734.html>
22. **MILGEN V., et al.** Energetic efficiency of starch, protein and lipid utilization in growing pigs. J. Nutr. 131: Pages. 1309-1318. 2001.

23. **MORRISON F.**, Compendio de Alimentación del Ganado, Trad. del inglés por José Luis de la Loma, México, Editorial UTEAH, 1977, p. 54-92.
24. **NRC NATIONAL RESEARCH COUNCIL**, Nutrients Requirements of Swine, 9th rev., National Academy Press, Washington D.C., 2003.
25. **OCAMPO A.**, Oil-rich fibrous residue from African oil palm as basal diet of pigs; effects of supplementation with methionine, *Livestock Res. Rural Dev.*, 1992 , (4)2: 55-59.
26. **OCAMPO A., CASTRO C. Y ALFONSO L.**, Determinación del nivel óptimo de proteína al utilizar cachaza de palma africana como fuente de energía en raciones para cerdos de engorde. *Livestock Res. Rural Dev.*, 1990a, (2)2: 67-76.
27. **OCAMPO A., LOZANO E. Y REYES E.**, Utilización de la cachaza de palma africana como fuente de energía en el levante, desarrollo y ceba de cerdos. *Livestock Res. Rural Dev.* 1990b, (2)1: 43-50.
28. **OCAMPO A.**, Raw palm oil as the energy source in pig fattening diets and *Azolla filiculoides* as a substitute for soya bean meal. *Livestock Res. Rural Dev.*, 1994b, (6)1: 8-17.
29. **OCAMPO A.**, 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.*, 1994c, 1: 1-7.

30. **OCAMPO, A.** 1994a. Efecto del nivel de pulidura de arroz en una dieta basada en el fruto entero de palma africana para el engorde de cerdos. *Livestock Res. Rural Dev.*, (6)2.
31. **OYENUGA V.**, Nigeria feed and feedrigns cuffe, Tercera Edición, Ibadan University, 1968.
32. **PATIENCE J. Y ENGELE K.**, Checklist for water use, Prairie Swine Centre, disponible en <http://www.prairieswine.com/>
33. **PICCIONI M.**, Palma de aceite, torta de almendra. Diccionario de alimentación animal, Trad. de la tercera Edición Italiana por Marco M. Zaragoza, España, Acribia, p. 542-543.
34. **ROJAS S.**, Nutrición general, Bogotá, I.C.A., Universidad Nacional de Colombia, Escuela de Graduados, 1971, p.36-38.
35. **SCHEELE C., KWAKERNAAK C. y ZUMBADO M.**, Studies on the use of palm fots and mixtures of lats and oils in poultry nutrition. Spelderholt report No. 632. ID-DLO branch Beekbergen, Netherlands. 1995.
36. **SHEEHY P., MORRISEY, P. y FLYNN A.**, *Br. Poultry Sci* 34, 367-381. 1993.
37. **SICA/MAG** Proyecto Panorama de la cadena agroindustrial, disponible en <http://www.sica.gov.ec/cadenas/carne/docs/panorama.htm>

38. **SICA/MAG** Proyecto Panorama de la cadena agroindustrial, disponible  
<http://www.sica.gov.ec/cadenas/aceites/docs/Informe%20web%2008-2002.htm>