

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**UTILIZACIÓN DE HARINA DE CHAYA (*Cnidoscolus
aconitifolius*) COMO FUENTE DE PROTEÍNA EN DIETAS
PARA LECHONES DESTETADOS**

DELSY MARIA THEISSEN MONTESDEOCA

Licenciada en Zootecnia

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2,016

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**UTILIZACIÓN DE HARINA DE CHAYA (*Cnidoscolus aconitifolius*)
COMO FUENTE DE PROTEÍNA EN DIETAS PARA LECHONES
DESTETADOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

DELSY MARIA THEISSEN MONTESDEOCA

Al conferírsele el título profesional de

Zootecnista

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2,016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
SECRETARIA:	M.V. Blanca Josefina Zelaya Pineda
VOCAL I:	M.Sc. Juan José Prem González
VOCAL II:	Lic. Zoot. Edgar Amílcar García Pimentel
VOCAL III:	Lic. Zoot. Alex Rafael Salazar Melgar
VOCAL V:	Br. Javier Augusto Castro Vásquez

ASESORES

LIC. ZOOT. MIGUEL ÁNGEL RODENAS ARGUETA

M.Sc. AXEL JHONNY GODOY DURÁN

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido por reglamentos y normas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración el trabajo de graduación titulado:

UTILIZACIÓN DE HARINA DE CHAYA (*Cnidoscolus aconitifolius*) COMO FUENTE DE PROTEÍNA EN DIETAS PARA LECHONES DESTETADOS

Que fuera aprobado por la Honorable Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Como requisito previo a optar al título profesional de:

LICENCIADA EN ZOOTECNIA

ACTO QUE DEDICO A

**A NUESTRO DIOS
TODO PODEROSO:**

Por darme la vida y sabiduría para alcanzar mis metas.

**A NUESTRA SANTA
MADRE DE DIOS,
LA VIRGEN MARÍA:**

Por acompañarme y guiarme por el buen camino.

A MIS PADRES:

Evelyn Montes de Oca y Francisco Theissen, a quienes amo, gracias por su amor, apoyo, consejos y comprensión. Por haberme formado con valores, principios, carácter, decisión, perseverancia y coraje para conseguir mis objetivos. Gracias por ser mi fuente de inspiración y ejemplo a seguir.

A MIS HERMANOS:

Evelyn Theissen y Francisco Theissen por el triunfo compartido, por estar siempre presentes e incondicional apoyo para lograr nuestras metas.

A FAMILIARES:

Por compartir experiencias de vida y ser fuente de motivación.

A:

Ing. Marco Tulio Figueroa, por compartirme sus conocimientos, por haber creído en mí y permitirme trabajar en tan valioso proyecto.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS:	Por haberme permitido llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.
A MIS PADRES:	Por aportar todas las herramientas necesarias para mi futuro.
A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA:	Por ser mi casa de estudios.
A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA:	Por formarme para poder desempeñar como profesional.
A DECANO FMVZ:	M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez por el apoyo que brinda a los futuros profesionales.
A MIS CATEDRÁTICOS:	Por brindarme su amistad y compartir sus conocimientos.
A MIS ASESORES:	Por sus conocimientos, tiempo dedicado, paciencia y guía para realizar este trabajo de tesis.
A MIS AMIGAS Y AMIGOS:	Por su apoyo, amistad y momentos de vida compartidos.

A: PROAGRO, Finca El Silencio, por abrirme las puertas para trabajar el proyecto de investigación y su incondicional apoyo en todo lo necesario.

A: Todas las personas que de alguna manera contribuyeron durante mi carrera y realización de mi tesis. ¡GRACIAS!

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	HIPÓTESIS.....	3
III.	OBJETIVOS.....	4
	3.1 Objetivo general.....	4
	2.2 Objetivos específicos.....	4
IV.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
	4.1 Clasificación taxonómica.....	5
	4.2 Localización geográfica en Guatemala.....	5
	4.3 Descripción botánica de la planta.....	6
	4.4 Composición química.....	6
	4.5 Nutrición del lechón.....	7
	4.5.1 Crecimiento del animal.....	9
	4.5.2 Alimentación del lechón: preiniciadores.....	10
	4.5.3 Efectos de alimentación post destete.....	11
V.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
	5.1 Localización.....	13
	5.1.1 Materiales y equipo.....	13
	5.1.2 Prueba de campo.....	13
	5.1.3 Recurso humano.....	14
	5.2 Metodología.....	15
	5.3 Tratamientos y unidad experimental.....	14
	5.4 Manejo del estudio.....	15
	5.4.1 Etapa 1: Análisis de la harina Chaya (<i>Cnidoscolus</i> <i>aconitifolius</i>).....	15
	5.4.2 Etapa 2: Arreglo de las dietas.....	15
	5.4.3 Etapa 3: Ofrecimiento de las dietas y pesajes.....	18
	5.5 Fase I.....	18

5.6	Fase II.....	19
5.7	Variables a evaluar.....	19
5.7.1	Independientes.....	19
5.7.2	Dependientes.....	19
5.8	Análisis estadístico.....	19
5.8.1	Modelo estadístico.....	20
5.9	Análisis económico.....	20
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
6.1	Efecto de sustitución del 25% de la proteína de la harina de soya en alimento para lechones destetados.....	21
6.2	Evaluación económica.....	23
VII.	CONCLUSIONES.....	25
VIII.	RECOMENDACIONES.....	26
IX.	RESUMEN.....	27
	SUMMARY.....	28
X.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1

Tratamientos y unidad experimental.....15

Cuadro No. 2

Arreglo de dieta 1 para la Fase I (32 a 41 días de edad del lechón).....16

Cuadro No. 3

Fórmula dieta 1 para la Fase I (32 a 41 días de edad del lechón).....17

Cuadro No. 4

Arreglo de dieta 3 para la Fase II (42 a 49 días de edad del lechón).....17

Cuadro No. 5

Fórmula de dieta 2 para la Fase II (42 al 49 del lechón).....18

Cuadro No. 6

Resultados estadísticos de la conversión alimenticia.....21

Cuadro No. 7

Costo de alimento vs conversión alimenticia Fase I (32 a 41 días).....23

Cuadro No. 8

Costo de alimento vs conversión alimenticia Fase II (42 a 49 días).....24

Cuadro No. 9

Costo de alimento vs conversión alimenticia Fase completa (32 a 49 días).....24

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura No. 1

Requerimientos nutricionales de lechones de alto potencial genético
en la fase pre-inicial: machos castrados, hembras y machos enteros.....8

Figura No.2

Curva de crecimiento de cerdos progenie de PIC337 desde destete hasta
las 10 semanas de edad.....9

Figura No. 3

Curva de crecimiento del cerdo.....10

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente la producción porcina está estrechamente relacionada con la utilización de altos volúmenes de cereales y fuentes protéicas para la formulación de dietas. En Guatemala al igual que en otros países en vías de desarrollo éstas no se producen en cantidades suficientes y rentables, generando así una fuerte dependencia de materias primas extranjeras. Esto provoca un aumento en el costo de producción del alimento balanceado, tanto para las empresas fabricantes como para el porcicultor que elabora su propio alimento a nivel de granja. (Campo Rivera, s.f.)

El éxito de un programa de alimentación es la utilización adecuada y calidad de las materias primas que conforman el alimento ya que de este depende no solo los rendimientos productivos de los cerdos, sino también la rentabilidad de la granja el cual representa entre 75% a 85% de los costos de producción. (Campabadal, 2009)

Por estas razones, diferentes entes dedicados a la investigación como universidades e instituciones privadas, se han volcado hacia la búsqueda de fuentes alternas de energía, proteína y minerales de producción nacional, con el objetivo de sustituir al máximo posible el porcentaje de inclusión de maíz y soya, disminuyendo los costos de producción y la dependencia de productos importados. (Argenti & Espinoza, s.f.)

Desde tiempos precolombinos poblaciones nativas cultivaron diversidad de especies de plantas útiles para la alimentación humana y animal, que hoy en día son poco conocidas en la región y a nivel mundial. Una de éstas es la Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*), un arbusto fácil de reproducir y cultivar que produce un follaje de excepcional composición química y potencial nutricional.

El presente estudio se realizó con el objetivo de determinar la factibilidad del uso de la harina de Chaya como fuente de proteína en dietas para lechones destetados sin afectar el peso de mercado y la conversión alimenticia. Se determinó asimismo la rentabilidad del uso de la harina de Chaya como ingrediente en dietas para lechones destetados.

II. HIPÓTESIS

La sustitución de proteína proveniente de la harina de torta de soya por proteína proveniente de la harina de Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) en el alimento balanceado no afecta la conversión alimenticia de lechones destetados.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

- Aportar información sobre el uso de una planta forrajera nativa de Guatemala como fuente de proteína en dietas para lechones destetados.

3.2 Objetivos específicos

- Evaluar el efecto de la sustitución del 25% de la proteína que aporta la harina de torta de soya, por proteína proveniente de harina de Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) en dietas para lechones destetados en términos de conversión alimenticia.
- Estimar la viabilidad económica de sustituir parcialmente la proteína de la dieta de lechones destetados por proteína obtenida de harina de Chaya.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Clasificación taxonómica

A continuación se presenta la clasificación taxonómica de la Chaya.

Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Malpighiales
Familia	Euphorbiaceae
Género	<i>Cnidoscolus</i>
Especie	<i>Aconitifolius</i>
Subespecie	<i>Aconitifolius</i>

(ITIS, 2010)

4.2 Localización geográfica en Guatemala

En el país se han clasificado cuatro distintas selecciones de Chaya domestica las cuales fueron identificadas botánicamente como: *Cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) I.M. Johnst ssp. *Aconitifolius* por Breckon en 1975.

La distribución regional de la Chaya es la siguiente: selección I (Estrella) en Baja Verapaz, Santa Rosa, Escuintla, Izabal y Petén; selección II (Picuda) en Jutiapa; selección III (Traslapada) en Petén y Retalhuleu; selección IV (Redonda o

mansa) en Chiquimula, Jutiapa, y Zacapa. (Molina Cruz, Curley Wholers, & Bressani, 1997)

4.3 Descripción botánica de la planta

Los cuatro cultivares de Chaya difieren grandemente en su morfología, pero genéticamente muestran de 25 a 30% de similitud. Según estudios previos se sugiere impulsar el uso del cultivo de la Chaya Estrella ya que sobresale por su producción de biomasa, alto valor nutritivo de sus hojas y por su amplia distribución en el país, desde el nivel del mar hasta aproximadamente 1,500 msnm. (Cifuentes & Porres, 2014)

El cultivo de la Chaya variedad Estrella es un arbusto que llega a medir 6 m de alto, presenta tallos de madera suave y quebradiza, que cuando se cortan emanan un látex de color blanco. Las hojas son simples, alternas, con pecíolos largos que tienen 1 o 2 glándulas esféricas en la base acorazonada de la lámina foliar tri o pentalobulada, pueden presentar pelos urticantes pero generalmente ausentes. Las flores blancas unisexuales se encuentran en inflorescencias largamente pedunculadas. Los frutos son cápsulas globosas de color verde brillante. (Cifuentes, Póll, Bressani, & Yurrita, 2010)

4.4 Composición química

La composición química de las hojas de Chaya es influenciada mínimamente por los efectos de sitio, variedad de Chaya y la época de corte, lo cual garantiza que la composición se mantiene independientemente del lugar en donde dicha planta se cultive. (Cifuentes, Póll, Bressani, & Yurrita, 2010)

La composición química en promedio en base seca de las cuatro selecciones de Chaya doméstica es la siguiente: cenizas 9.2, proteína 31.2, grasa 7.9,

humedad 78.0, HCN 34.7, Fe 21.5, Mn 4.3, Co 880, Zn 7.2, Cu 1.3, Mg 484. (Molina Cruz, Cifuentes, & Arias, 2003)

4.4.1 Utilización

Debido a su composición química, la Chaya puede ayudar a disminuir la deficiencia de nutrientes en la dieta. Los principales usos que se reportaron de la planta fueron: consumo humano de hojas y cogollos cocinados, así como la siembra de cerco vivo. Se encontró que el consumo humano de Chaya es poco frecuente y no se comercializa. En un estudio se escaldó, deshidrató y licuó hojas de Chaya para obtener la harina para la preparación de tortilla de huevo, tamales, arroz y sopa de verduras, según el estudio, es factible incorporar Chaya en la dieta familiar por su fácil proceso con mayor aceptación por niños (Quevedo Estrada, 2009).

También puede ser una alternativa para la nutrición animal por su alto contenido de proteína y nivel de producción de biomasa el cual es de 37.64 ± 10.78 ton/ha/año en base fresca y 6.46 ± 1.85 t/ ha/ año en base seca, reflejando así su potencial como recurso forrajero. (Blanco Estrada, 2001)

La Chaya ha sido evaluada y utilizada exitosamente para el consumo animal en la producción de la leche de cabra. Se ha determinado que en la leche de cabra el contenido de grasas y carbohidratos es superior en dietas que incluyen la Chaya. (Estrada Anzueto, 2011)

En camarón, tilapias y aves de corral, la chaya puede complementar la dieta alterna con alimentos balanceados. Este sistema aumenta la rentabilidad y sostenibilidad de la actividad. (Cifuentes & Porres, 2014)

4.5 Nutrición del lechón

En lo que a nutrición se refiere, se deben cubrir los requerimientos con el menor costo posible y la mayor productividad. La dieta a ofrecer depende de los requerimientos del animal y de su capacidad de consumo.

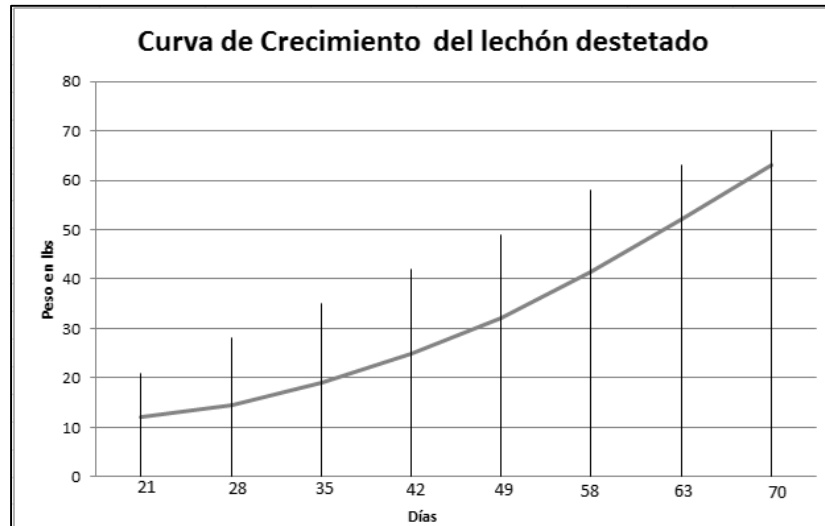
Cualquier recomendación de requerimientos nutricionales debe ser contemplada como una sugerencia o como un patrón de comparación. Por ejemplo los requerimientos nutricionales para lechones que presentan las tablas Brasileñas por Horacio Santiago Rostagno como también los que presenta el manual de la progenie PIC.

Figura No. 1 Requerimientos nutricionales de lechones de alto potencial genético en la fase pre-inicial: machos castrados, hembras y machos enteros

Peso Vivo	kg	3,5 a 5,3	5,5 a 9	9,3 a 15
Edad	Días	14 - 20	21 - 32	33 - 42
Energía Metabolizable	kcal/kg	3450	3400	3375
Nutriente				
Proteína	%	20,00	20,00	21,00
Calcio	%	0,888	0,850	0,825
Fósforo Disponible	%	0,550	0,500	0,450
Fósforo Digestible	%	0,500	0,450	0,410
Potasio	%	0,520	0,520	0,500
Sodio	%	0,280	0,280	0,230
Cloro	%	0,250	0,250	0,220

Fuente: (Rostagno, Teixeira Albino, Juárez Lopes , & Gomes , 2011)

Figura No. 2 Curva de crecimiento de cerdos progenie de PIC337 desde destete hasta las 10 semanas de edad



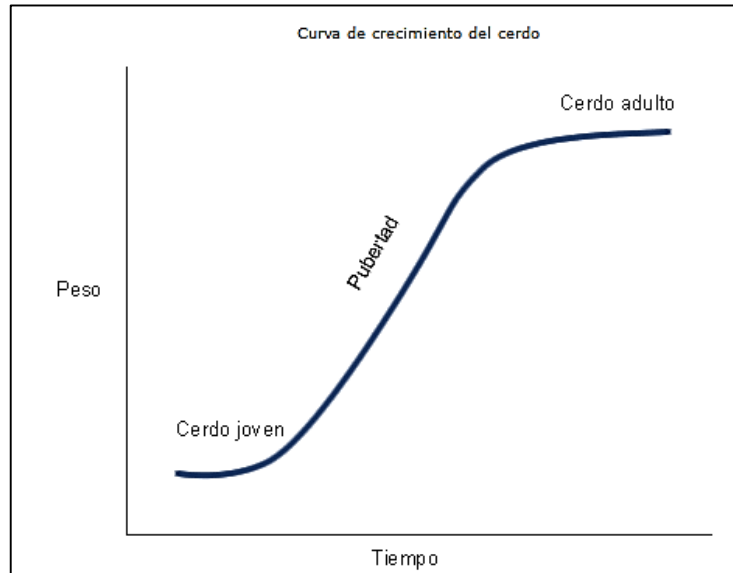
Fuente: (PIC, s.f.)

4.5.1 Crecimiento del animal

Para cerdos en período de crecimiento con un consumo normal de una dieta apropiada, las necesidades de mantenimiento son aproximadamente el 30% de toda la comida consumida. Es decir, sólo el 70% de lo que ingiere va destinado a crecer. Sin embargo, cuanto menos crece un animal, mayor es el porcentaje del alimento que ingiere dedicado al mantenimiento, hasta que llega un punto en que, si tan malo es su crecimiento, puede no ser rentable tener a ese cerdo en la explotación, porque gasta prácticamente todo el alimento que ingiere en mantenimiento y destina una parte muy pequeña para crecer.

Así pues, los crecimientos rápidos reducen la proporción de alimento necesario para mantenimiento, en general a mayor ganancia diaria menor índice de conversión. Una vez las necesidades de mantenimiento ya han sido cubiertas, la mayor parte del resto del alimento ingerido en fase de crecimiento se destinará a crecer.

Figura No. 3 Curva de crecimiento del cerdo



Fuente: (Collell, 2010)

4.5.2 Alimentación del lechón: preiniciadores

La inseminación artificial para todos los productores porcinos, sin importar el tamaño de su granja, han tenido acceso a la más moderna genética: animales con gran velocidad de crecimiento y rendimiento de carne magro. Pero esta excelente genética necesita de un alimento que cumpla con los requerimientos nutricionales del animal.

El alimento preiniciador es todo un concepto nutricional. El concepto original De los alimentos preiniciadores se refieren a: una dieta nutritiva, palatable y altamente digestible. Que tenga una presentación de "pellet" con tamaño adecuado según la edad del lechón cumpliendo con un control de calidad de los ingredientes y procesos de fabricación. Se utilizan durante tres o más fases alimenticias ya que disminuye la digestibilidad debido a que el sistema digestivo del cerdo va madurando, la ventaja es que los alimentos disminuyen su precio aunque aumentan su consumo.

Esta alimentación se da por presupuestos refiriéndose a que en cada una de las fases de preiniciadores se establece una dosis para cada animal. Con esto se garantiza la conversión alimenticia y por tanto el peso alcanzado para la siguiente fase. Los ingredientes de un preiniciador de alta digestibilidad tienen un precio mucho mayor que la harina de soya, afrecho de trigo y maíz. Por lo que el precio por kilogramo de los preiniciadores impacta debido al tipo de ingredientes de alta digestibilidad, nivel de inclusión, el costo del peletizado y control de calidad de ingredientes.

Pero actualmente los preiniciadores de alta digestibilidad son rentables para los porcicultores si se ofrecen precisamente en la etapa donde la fisiología del cerdo resulta con la mejor eficiencia para convertir alimento en ganancia de peso y así será proyectada una curva de crecimiento más rápida.

Se debe utilizar un preiniciador en los primeros 10 días post destete ya que el lechón en ese momento tiene la mejor conversión alimenticia ($C.A.=1.1$) de todo su crecimiento. Es decir, consume sólo 1.1 kg de alimento para ganar 1.0 kg de peso. La alimentación de un lechón genéticamente modificado comprende en el uso de alimentos digestibles, preiniciadores, hasta los 49 días de edad durante 4 semanas cuando se usan lactancias de 3 semanas, ésta recomendación está fundamentada en el tiempo que tarda en madurar el sistema digestivo del lechón destetado. (Aguila, 2011)

4.5.3 Efectos de alimentación post destete

La alimentación del lechón destetado tiene efectos a largo plazo. Desde luego que la nutrición del lechón entre el destete y los 49 días de edad es importante en esa misma etapa, pero también tiene una influencia decisiva en los resultados del período de crecimiento y finalización y por tanto, en la rentabilidad de todo el sistema.

Las investigaciones han demostrado que el mejor peso alcanzado a los 49 días, gracias al uso de un preiniciador altamente digestible, repercute en un mejor peso a los 154 días o bien que el mismo peso se alcanza días antes por mayor velocidad de crecimiento. El máximo beneficio de los preiniciadores de alta digestibilidad radica en que disminuyen la edad a mercado y por tanto se ahorra alimento durante la engorda. (Aguila, 2011)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización

El estudio se realizó en la Finca El Silencio, ubicada en la aldea El Pinito en el municipio de Cuilapa, departamento de Santa Rosa a 69 kilómetros de la ciudad capital por la carretera interamericana. Se encuentra a una altitud de 800 msnm con una temperatura mínima de 19°C y de máxima 35°C, cuenta con una precipitación pluvial promedio anual de 1800 mm. La finca se encuentra localizada dentro de la zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido. (De La Cruz, 1982).

5.1.1 Materiales y equipo

5.1.2 Prueba de campo

- Harina de Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) variedad Estrella
- Cerdos
- Jaulas
- Bebederos
- Comederos
- Machete
- Báscula romana
- Sacos de polipropileno
- Molino de martillos
- Maíz
- Soya
- Grasa animal
- Premezclas minerales según etapa de crecimiento

- Mezcladora horizontal de cintas
- Computadora
- Libreta
- Lapicero
- Crayón marcador para animales
- Pesa de reloj
- Jaula para pesaje

5.1.3 Recurso humano

- Investigadora
- Asesores
- Productor
- Operarios

5.2 Metodología

5.3 Tratamientos y unidad experimental

En el presente estudio se evaluaron dos tratamientos con siete repeticiones, cada repetición estaba compuesta por 18 unidades experimentales como se muestra a continuación.

Cuadro No. 1 Tratamientos y unidad experimental

TRATAMIENTO		REPETICIONES	UNIDAD EXPERIMENTAL	Total de Lechones
A	Alimento balanceado con Proteína de Harina de Torta de Soya	7 corrales	18 cerdos	126
B	Alimento balanceado con Proteína de Harina de Torta de Soya+ Proteína de Harina de Chaya	7 corrales	18 cerdos	126
	Total de animales en el Experimento			252

Fuente: elaboración propia

5.4 Manejo del estudio

El experimento se manejó en las siguientes etapas:

5.4.1 Etapa 1: Análisis de la harina Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*)

La harina de chaya se obtuvo de la Finca El Silencio, ubicada en la aldea El Pinito en el municipio de Cuilapa, Santa Rosa. Se utilizó una muestra compuesta representativa de harina para el análisis bromatológico en el cual se determinó: porcentaje de humedad, materia seca, extracto etéreo, fibra cruda, proteína cruda, cenizas, extracto libre de nitrógeno y total de nutrientes digeribles.

5.4.2 Etapa 2: Arreglo de las dietas

Las dietas se conformaron sustituyendo el 25% de la proteína que normalmente aporta la harina de torta de Soya por la proteína de la harina de Chaya en dos alimentos balanceados que consumen los lechones durante dos

fases del destete las cuales son fase I y fase II. Se realizó un ensayo previo con lechones destetados sustituyendo con varios niveles de inclusión la proteína que aporta la soya por la proteína de la harina de chaya en dos preiniciadores obteniendo resultados de ganancia de peso más prometedores con el 25%.

Se elaboraron los alimentos balanceados de forma directa debido a que en el lugar del estudio se compraron las premezclas para cada uno de los preiniciadores y luego se mezclaron con el resto de los ingredientes siendo esta una manera factible para incorporar la harina de Chaya en los alimentos. Para esto se utilizó la mezcladora horizontal de cintas.

Cuadro No. 2 Arreglo de dieta 1 para la Fase I (32 a 41 días de edad del lechón)

		Ingrediente (Kg)					Total
		Maíz	Soya	Chaya	Grasa	Premezclas	
	PC %	7	47	40	0	0	
Fase I Días (32-41)	Tratamiento A	24.5	7.3	0.0	0.9	12.7	45.5
	Aporte PC (kg)	1.7	3.4	0.0	0.0	0.0	5.1
	Tratamiento B	24.5	5.5	2.1	0.9	12.7	45.8
	Aporte PC (kg)	1.7	2.6	0.9	0.0	0.0	5.1

Fuente: elaboración propia

Cuadro No.3 Fórmula dieta 1 para la Fase I (32 a 41 días de edad del lechón)

	Fase I (32-41 días de edad)	
Ingrediente (kg)	Tratamiento A	Tratamiento B
Maíz	24.5	24.5
Soya	7.3	5.5
Chaya	0.0	2.1
Grasa	0.9	0.9
Premezcla NP2	12.7	12.7
KG Totales	45.5	45.8

Fuente: elaboración propia

Cuadro No. 4 Arreglo de dieta 2 para la Fase II (42 a 49 días de edad del lechón)

		Ingrediente (kg)					
		Maíz	Soya	Chaya	Grasa	Premezclas	Total
	PC %	7	47	40	0	0	
Fase II Días (42-49)	Tratamiento A	30.5	10.9	0.0	0.5	3.6	45.5
	Aporte PC (kg)	2.13	5.13	0	0	0	7.2
	Tratamiento B	30.5	8.2	3.2	0.5	3.6	45.9
	Aporte PC (kg)	2.1	3.8	1.3	0	0	7.2

Fuente: elaboración propia

Cuadro No. 5 Fórmula de dieta 2 para la Fase II (42 al 49 del lechón)

	Fase II (42-49 días)	
Ingrediente (kg)	Tratamiento A	Tratamiento B
Maíz	30.5	30.5
Soya	10.9	8.2
Chaya	0.0	3.2
Grasa	0.5	0.5
Premezcla NP3	3.6	3.6
Kg Totales	45.5	45.9

Fuente: elaboración propia

5.4.3 Etapa 3: Ofrecimiento de las dietas y pesajes

El ofrecimiento de alimento fue a través de presupuestos para ambas poblaciones, refiriéndose a que en cada una de las fases se estableció una dosis para cada animal. Se midió la ganancia de peso durante 17 días en dos fases en que se desarrollaron los lechones destetados según los preiniciadores que se utilizaron. El tiempo de transición de un alimento al otro para ambas dietas fue de dos días. El experimento se realizó en dos fases que a continuación se presentan.

5.5 Fase I

La fase I consistió en proporcionar 5.4 kg del alimento balanceado por lechón en ambos grupos de animales, se realizó un pesaje inicial y un final para calcular la ganancia de peso en los días que duró la etapa. Entonces se calculó la conversión alimenticia ($C.A. = \text{consumo de alimento} / \text{ganancia de peso}$). Las poblaciones A y B (tratamiento testigo y tratamiento experimental) iniciaron el consumo de la dieta 1 desde los 32 días de edad hasta los 41 días de edad.

5.6 Fase II

En esta siguiente fase los animales de las poblaciones A y B (tratamiento testigo y tratamiento experimental) iniciaron el consumo de la dieta 2 desde los 42 a los 49 días de edad, al iniciar la fase se tomó el peso inicial y al finalizar el consumo se tomó el segundo peso para calcular en promedio la ganancia de peso de los días en que duró esta etapa. Se ofreció 5.4 kg de alimento balanceado por lechón. Por último se calculó la conversión alimenticia (C.A. = consumo de alimento/ ganancia de peso).

5.7 Variables a evaluar

Las variables a evaluar durante el experimento fueron:

5.7.1 Independientes

25% de sustitución de proteína en la dieta

5.7.2 Dependientes

- Peso de cerdos en kilogramos
- Consumo de alimento en kilogramos
- Conversión alimenticia

5.8 Análisis estadístico

En este análisis se utilizó la siguiente prueba T de Student para establecer si hubo diferencia significativa entre las variables del grupo con tratamiento, y el grupo control, se utilizó el software para análisis estadístico Infostat.

5.8.1 Modelo estadístico

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma_p \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

En donde:

t = Valor estadístico de la prueba de t de Student

X₁ = Valor promedio del grupo 1

X₂ = Valor promedio del grupo 2

σ_p = Desviación estándar ponderada de ambos grupos

N₁ = Tamaño de la muestra del grupo 1

N₂ = Tamaño de la muestra del grupo 2

(Ray Design, 1999)

5. 9 Análisis económico

Para determinar la viabilidad económica de sustituir parcialmente la dieta de lechones destetados por proteína obtenida de harina de Chaya se analizaron los costos del alimento vs conversión alimenticia.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Efecto de sustitución del 25% de la proteína de la harina de soya en alimento para lechones destetados

El experimento se realizó en las dos fases más críticas para el engorde de los lechones. La fase I comprendió desde los 32 hasta los 41 días de edad hasta alcanzar un peso de por lo menos 12 kg y la fase II fue a partir de los 42 días logrando un peso de 16 kg a los 49 días; en ambos casos se ofreció tanto el tratamiento testigo (tratamiento A), como el tratamiento experimental (tratamiento B). También se analizó el efecto en la etapa completa del experimento (fase I + fase II). En el cuadro 9 se muestra los resultados estadísticos obtenidos, no existe diferencia entre los tratamientos ($p>0.05$).

Cuadro No. 6 Resultados estadísticos de la conversión alimenticia

Variable	FASE	Tratamiento A	Tratamiento B	Valor de probabilidad
Conversión Alimenticia	I	1.43	1.44	0.94
	II	1.41	1.54	0.09
	I+II	1.42	1.48	0.78

Fuente: Elaboración propia

*Valor de probabilidad $p>0.05$ no presenta diferencia significativa entre tratamientos.

En promedio, con el uso de los preiniciadores comerciales se esperan los siguientes parámetros productivos: lechones de 32 días de edad con un peso inicial de 9 kg se espera un consumo de alimento por etapa de 4.00 kg hasta lograr un peso final de 12 kg con una conversión alimenticia de 1.33. La siguiente etapa inicia a los 42 días de edad con un consumo de alimento de 5 kg obteniendo un peso final de por lo menos 16 kg logrando una conversión alimenticia en esta etapa de 1.25. (Aguila, 2011)

Estos datos también coinciden con las especificaciones de la línea genética PIC cuyo resultado esperado de la conversión alimenticia es de 1.42 para lechones de 5.4 a 27.2 kg de peso. Este rendimiento esperado debería ser fácilmente repetible en los sistemas promedio de hoy en día con animales genéticamente mejorados. (PIC, s.f.)

Según Campabadal (2009), la conversión alimenticia en la fase I del lechón con peso de 6 a 12 kg es de 1.4 y para la fase II con peso de 12 a 18 kg es de 1.5 lo cual coinciden los datos de la conversión alimenticia obtenida con el sistema de alimentación en este experimento.

El análisis estadístico de los datos de la conversión alimenticia indicó que no hay diferencia significativa con promedios de 1.42 y 1.48 para los tratamientos A y B respectivamente, en la fase completa del lechón (32 a 49 días de edad).

Por lo anterior, se determinó que el comportamiento de cerdos alimentados con dietas sustituidas con el 25% de proteína que aporta la soya por proteína proveniente de la harina de Chaya proporcionaron resultados satisfactorios en cuanto a conversión alimenticia, lo que indica que la calidad y la digestibilidad de la proteína de la harina de Chaya es al menos similar a la de la harina de torta de soya.

Es importante mencionar que los animales no presentaron problemas sanitarios, nutricionales ni digestivos tóxicos o fisiológicos de consideración, observándose una buena aceptación de la harina de Chaya.

De acuerdo con el estudio de (Rocha Estrada, 1998) la harina de *Cnidoscolus chayamansa* (Chaya) presentó un buen contenido de proteína comparado con otras harinas utilizadas en nutrición acuícola, encontró que *Penaeus stylirostris* es capaz de utilizar a la Chaya como fuente de proteína, principalmente cuando se

utiliza el nivel de 20% de inclusión, ya que se encontró una conversión alimenticia de 2.06 y un peso promedio final de 0.905 g.

Estos resultados coinciden con el estudio de (Estrada Anzueto, 2011) quien evaluó el efecto de la chaya sobre la producción, composición, valor nutritivo y características organolépticas de la leche de cabra por lo tanto comprobó el potencial de la chaya como alimento para cabras lecheras, sin embargo recomendó desarrollar más estudios agronómicos y tecnológicos para optimizar el uso de la Chaya.

6.2 Evaluación económica

Para determinar la viabilidad económica de sustituir parcialmente la proteína de la dieta de lechones destetados por proteína obtenida de harina de Chaya, se determinaron los costos incurridos por kilogramo de peso ganado.

Tal como se observa en los cuadros 7, 8 y 9, la sustitución del 25% de la proteína que aporta la harina de torta de soya, por proteína obtenida de harina de Chaya en dietas para lechones destetados permite una reducción de costos por kilogramo de peso producido de Q.0.15 en la fase I (32 a 41 días), en la fase II de -Q.0.13 (42 a 49 días), y Q.0.01 en la fase completa del experimento de los 32 hasta los 49 días de edad.

**Cuadro No. 7 Costo de alimento vs conversión alimenticia
Fase I (32 a 41 días)**

	GDP	Consumo Kg	CA	Precio/kg	Costo/kg ganado
Tratamiento A	3.82	5.45	1.43	7.33	10.44
Tratamiento B	3.80	5.45	1.44	7.17	10.29
Diferencia				0.16	0.15

Fuente: elaboración propia

**Cuadro No. 8 Costo de alimento vs conversión alimenticia
Fase II (42 a 49 días)**

	GDP	Consumo Kg	CA	Precio/kg	Costo/kg ganado
Tratamiento A	3.86	5.45	1.41	4.15	5.86
Tratamiento B	3.55	5.45	1.54	3.90	5.99
Diferencia				0.25	-0.13

Fuente: elaboración propia

**Cuadro. 9 Costo de alimento vs conversión alimenticia
Fase Completa (32 a 49 días)**

	Costo/kg ganado Fase I	Costo/kg ganado Fase II	Costo/kg ganado Fase Completa
Tratamiento A	10.44	5.86	8.15
Tratamiento B	10.29	5.99	8.14
Diferencia			0.01

Fuente: elaboración propia

En los sistemas de producción porcina, la alimentación representa el 75% al 85% de los costos totales de producción. Por esta razón es importante que el porcicultor conozca ciertos factores que puedan afectar el uso eficiente de un programa de alimentación. (Campabadal, 2009)

Dentro del conjunto de índices productivos que normalmente se tienen en cuenta a la hora de evaluar la eficiencia de una empresa existe uno que relaciona una gran parte de los costos de producción y la producción de carne. La conversión alimenticia ya que es la relación entre el alimento entregado a un grupo de animales y la ganancia de peso que estos tienen durante el tiempo en que la consumen. Siendo entonces un valor directamente relacionado con la rentabilidad de la granja, por lo que es de gran interés conocer su valor para la toma de decisiones. (CIAP, s.f.)

VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones experimentales en que se llevó a cabo el presente estudio se concluye que:

- La sustitución del 25% de la proteína que aporta la harina de torta de soya, por proteína proveniente de harina de Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) en el alimento balanceado para lechones destetados no afecta significativamente ($p>0.05$) la conversión alimenticia, por lo tanto no se rechaza la hipótesis planteada.
- La sustitución del 25% de la proteína que aporta la harina de torta de soya, por proteína obtenida de harina de Chaya en dietas de lechones destetados permite una reducción de costos por kilogramo de peso producido de Q.0.01.

VIII. RECOMENDACIÓN

Bajo las condiciones en las que se realizó este estudio se puede recomendar que:

- Debido a que el análisis estadístico de los datos de la conversión alimenticia indicó que no hay diferencia significativa, se recomienda evaluar diferentes niveles de inclusión de harina de Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) en alimentos balanceados para lechones destetados a partir de los 21 días hasta alcanzar un peso de 32 kg, puesto que al incrementar la inclusión de harina de Chaya y disminuir el uso de harina de soya, los costos de producción de alimento disminuirán.

IX. RESUMEN

Actualmente la producción porcina está estrechamente relacionada con la utilización de altos volúmenes de cereales y fuentes protéicas para la formulación de dietas. En Guatemala éstas no se producen en cantidades suficientes y rentables, generando así una fuerte dependencia de materias primas extranjeras. Esto provoca un aumento en el costo de producción del alimento balanceado.

Por estas razones, diferentes entes dedicados a la investigación, se han volcado hacia la búsqueda de fuentes alternas de energía y proteína de producción nacional como lo es la Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*), un arbusto fácil de reproducir y cultivar que produce un follaje de excepcional composición química y potencial nutricional.

En el presente estudio se determinó la factibilidad del uso de la harina de Chaya como fuente de proteína en dietas para lechones destetados sin afectar la conversión alimenticia. Se determinó asimismo la rentabilidad del uso de la harina de Chaya como ingrediente en dietas para lechones destetados.

Por lo que, se determinó que el comportamiento de cerdos alimentados con dietas sustituidas con el 25% de proteína que aporta la harina de torta de soya por proteína proveniente de la harina de Chaya proporcionaron resultados satisfactorios en cuanto a conversión alimenticia, lo que indica que la calidad y la digestibilidad de la proteína de la harina de Chaya es al menos similar a la de la harina de torta de soya.

La sustitución del 25% de la proteína que aporta la harina de torta de soya, por proteína obtenida de harina de Chaya en dietas de lechones destetados permite una reducción de costos por kilogramo de peso producido de Q.0.01 en fase completa.

SUMMARY

Nowadays swine production is closely related to the use of high volumes of grains and protein sources for diet formulations. In Guatemala these are not produced in enough amounts and they are non profitable for the producers. This generates a strong dependency on foreign raw materials. This causes an increase on the production cost of the balanced feeding formulations.

For these reasons, different research entities are now studying energy and protein sources that can be obtained out of local products as for example the Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) which is a shrub that is easy to reproduce and it is also a fast growing plant. Chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*) has an exceptional chemical composition and nutritional potential on its foliage.

In this study was determined the feasibility of using Chaya as a protein source in diets for weaned pigs without affecting their feed conversion. The profitability of using Chaya flour as an ingredient in diets for weaned piglets was also determined.

It was determined that the performance of pigs being fed by a diet based on a 25% substitution of the protein that comes from the soybean flour by the protein that contributes the Chaya flour, provided satisfactory results in terms of feed conversion, indicating that the quality and protein digestibility of the Chaya flour is at least similar to that of soybean flour.

The replacement of 25% of the protein that provides soybean flour by the protein obtained from the Chaya flour in weaned pigs diets allows a reduction on the production cost of Q.0.01 per kilogram produced in the full phase.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguila, R. (2011). *Grupo Nutec*. Recuperado de <http://www.engormix.com/MA-porcicultura/nutricion/articulos/los-malos-entendidos-uso-t3446/141-p0.htm>
2. Argenti, P., & Espinoza, F. (s.f.). *Alimentacion alternativa para cerdos*. Recuperado de <http://criadecerdos.com/nutricion/>
3. Blanco Estrada, V. (2001). *Efecto del Tipo de Estaca, Densidad de Siembra y Nivel de Nitrógeno Sobre la Produccion y Composicion de Chaya (Cnidoscolus aconitifolius ssp. aconitifolius)*. Tesis de Licenciatura Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala.
4. Campabadal, C. (2009). *Guía Técnica para Alimentacion de cerdos*. Recuperado de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00144.pdf>
5. Campo Rivera, J. (s.f.). *Alternativa de aliemnto para cerdos 50% más econó--mico*. Recuperado de <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/alternativa-de-alimento-para-cerdos-50-mas-economico.html>
6. Centro de información de actividades porcinas (CIAP). (s.f). Importancia de la conversión alimenticia en producción porcina. Recuperado de <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Materiales/Produccion/Aspectos%20Nutricionales/Importancia%20de%20la%20conversion%20alimenticia%20en%20produccion%20porcina.pdf>

7. Cifuentes, R., & Porres, V. (2014). *La Chaya una planta muy nutritiva*. Recuperado de [http://www.researchgate.net/publication/272490267_La_Chaya_\(Cnidoscolus_aconitifolius\)_una_planta_muy_nutritiva](http://www.researchgate.net/publication/272490267_La_Chaya_(Cnidoscolus_aconitifolius)_una_planta_muy_nutritiva)
8. Cifuentes, R., Pöll, E., Bressani, R., & Yurrita, S. (2010). *Caracterización Botánica, molecular, Agronómica y química de los cultivares de chaya (cnidoscolus aconitifolius) de Guatemala*. Recuperado de http://www.uvg.edu.gt/publicaciones/revista/volumenes/numero21/REV21_caract_botanica34-49.pdf
9. Collell, M. (2010). Recuperado de https://www.3tres3.com/manejo_en_cebo/el-crecimiento-del-animal_4390/
10. De La Cruz, J. R. (1982). *Clasificación de las zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento*. Guatemala: Instituto Nacional Forestal.
11. Estrada Anzueto, M. (2011). *Evaluación del efecto de la chaya sobre la producción, composición, valor nutritivo y características organolépticas de la leche de cabra*. Tesis de Licenciatura Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala.
12. Integrated taxonomic information system (ITIS). (2010). *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life: 2010 Annual Checklist*. Recuperado de <http://www.catalogueoflife.org/annualchecklist/2010/details/species/id/7297421>
13. Molina Cruz, A., Cifuentes, R., & Arias, C. (2003). *Evaluación de cuatro selecciones de chaya (Cnidoscolus aconitifolius; Euphorbiaceae) y dos niveles de defoliación en cuatro regiones de Guatemala, y aceptabilidad de sus*

hojas y cogollos en humanos. Recuperado de <http://glifos.concyt.gob.gt/digital/fodecyt/fodecyt%201999.45.pdf>

14. Molina Cruz, A., Curley Wholers, L. M., & Bressani, R. (1997). *Redescubriendo el Valor Nutritivo de las Hojas de Chaya (Cnidoscolus aconitifolius Euphorbiaceae)*. Recuperado de <http://kirika.uvg.edu.gt/infoacademica/uacademicas/inst-invest-old/boletin/b3/cienac3.html>
15. Pig improvement company. (PIC). (s.f.). *Manual de destete a Engorda PIC*. Recuperado de: <http://www.pic.com/Images/Users/30/Manual/DesteteEngorda2013Espanol.pdf>
16. Quevedo Estrada, I. C. (2009). Contenido de vitamina A y aceptabilidad de la chaya (*Cnidoscolus aconitifolius* Mill) fresca y deshidratada. Tesis de Licenciatura. Universidad Rafael Landivar. Guatemala.
17. Ray Design. (1999). Prueba T de Student para datos no relacionados (muestras independientes). Recuperado de http://www.ray-design.com.mx/psicoparaest/index.php?option=com_content&view=article&id=233:t-student-dnr&catid=52:pruebaspara&Itemid=61
18. Ross Ibarra, J. (2003). *Origen y domesticación de la chaya (Cnidoscolus aconitifolius Mill I.M. Johnst): La espinaca maya*. Recuperado de <http://www.rilab.org/pdfs/Ross-Ibarra-2003.pdf>
19. Rocha Estrada, A. (1998). *Cnidoscolus chayamansa* Mc Vaugh como fuente de proteína incorporada en dietas para *Penaeus stylirostris*. Recuperado de <http://cdigital.dgb.uanl.mx/te/1080087135.pdf>

20. Ross Ibarra, J. (2003). *Origen y domesticación de la chaya (Cnidoscolus aconitifolius Mill I.M. Johnst): La espinaca maya*. Recuperado de <http://www.rilab.org/pdfs/Ross-Ibarra-2003.pdf>
21. Rostagno, H. S., Teixeira Albino, L. F., Juarez Lopes , D., & Gomes , P. C. (2011). *Tablas Brasileñas para aves y cerdos, Composición de Alimentos y Requerimientos Nutricionales* (3 era ed.). (H. S. Rostagno, Ed., S. C. Salguero Cruz, & J. A. Prada Luengas, Trads.) Brasil: Universidad Federal de Viçosa – Departamento de Zootecnia.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**UTILIZACIÓN DE HARINA DE CHAYA (*Cnidoscolus aconitifolius*)
COMO FUENTE DE PROTEÍNA EN DIETAS PARA LECHONES
DESTETADOS**

f. _____
DELSY MARIA THEISSEN MONTESDEOCA

f. _____
Lic. Zoot. Miguel Ángel Rodenas Argueta
ASESOR PRINCIPAL

f. _____
M.Sc. Axel Jhonny Godoy Durán
ASESOR

f. _____
Lic. Zoot. Douglas Ruano García
EVALUADOR

IMPRÍMASE

f. _____
M.Sc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
DECANO