

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



**“EVALUACIÓN DE LA ENZIMA PROTEOLÍTICA ALLZYME
VEGPRO 2x EN LA ALIMENTACIÓN DE UN CICLO DE ENGORDE
PORCINO EN UNA GRANJA SEMITECNIFICADA”**

HUGO RAÚL DE LEÓN AGUIRRE

MÉDICO VETERINARIO

GUATEMALA, ABRIL DE 2014

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



**“EVALUACIÓN DE LA ENZIMA PROTEOLÍTICA ALLZYME
VEGPRO 2x EN LA ALIMENTACIÓN DE UN CICLO DE ENGORDE
PORCINO EN UNA GRANJA SEMITECNIFICADA”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD

POR

HUGO RAÚL DE LEON AGUIRRE

Al conferírsele el título profesional de

MÉDICO VETERINARIO

En el grado de Licenciado

GUATEMALA, ABRIL DE 2014

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

DECANO: MSc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
SECRETARIA: M.V. Blanca Josefina Zelaya de Romillo
VOCAL I: Lic. Sergio Amílcar Dávila Hidalgo
VOCAL II: MSc. Dennis Sigfried Guerra Centeno
VOCAL III: M.V. Carlos Alberto Sánchez Flamenco
VOCAL IV: Br. Javier Augusto Castro Vásquez
VOCAL V: Br. Juan René Cifuentes López

ASESORES:

M.A. YERI EDGARDO VELIZ PORRAS

MSc. CARLOS ENRIQUE CAMEY RODAS

M.V. SERGIO FERNANDO VÉLIZ LEMUS

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

“EVALUACIÓN DE LA ENZIMA PROTEOLÍTICA ALLZYME VEGPRO 2x EN LA ALIMENTACIÓN DE UN CICLO DE ENGORDE PORCINO EN UNA GRANJA SEMITECNIFICADA”

Que fuera aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, previo a optar al título profesional de:

MÉDICO VETERINARIO

TESIS Y ACTO QUE DEDICO

- A DIOS:** Por todas las bendiciones que pone en mi vida cada día.
- A MIS PADRES:** **Hugo** por siempre haber confiado en mí, **Stella** por siempre estar pendiente que estudiara (no le fue fácil) y ambos gracias por su amor incondicional.
- A MI HERMANA:** **Vicki** siempre está conmigo y ha sido un gran apoyo.
- A MIS SERES ESPECIALES:** **Abuela Virginia, Tío Arturo y Tía Sofí** que siempre han estado y estuvieron conmigo y sobre todo no dudaron de lo que he llegado a lograr.
- A GUATEMALA:** Por ser un país de oportunidades.
- A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA Y A LA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.** Por darme la oportunidad de hacer una educación superior y así poder ser un Guatemalteco provechoso y productivo para mi país.
- A MIS ASESORES:** A cada uno muchas gracias por su tiempo y presión para terminar esta tesis.

**A TODOS MIS
CATEDRÁTICOS:**

Que fueron una fuente de conocimiento e inspiración para la vida profesional.

A MIS AMIGOS:

Carlos Vidal, Roberto y Emerson García, Julio Cruz, Francisco Pérez, Jorge Conde, Marcos Rojas, Sergio Guerra, Donald Jiménez, Christian Ayala, Sergio Joaquín, Juan Carlos Echeverría, Juan Carlos Ochoa, Eduardo Rodas, Saúl Velázquez, Pablo Ola, Luis Choc y Miguel Gómez.

A GREX:

A cada uno de los compañeros que tuve en la granja: muchas gracias!!

**A EMPACADORA
TOLEDO:**

A los amigos que he conocido en esta empresa que me han presionado a terminar esta tesis, muchas Gracias!!

Seguro acá faltan muchas personas, a cada uno que he conocido en este largo camino de la vida muchas gracias, porque a cada uno le he aprendido algo.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS	3
III. OBJETIVOS	4
3.1 Objetivo General.....	4
3.2 Objetivo específico.....	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1 Enzimas.....	5
4.2 Carbohidrasas.....	5
4.3 Proteasas.....	6
4.4 Fitasas.....	7
4.5 Modo de acción de las enzimas en tracto digestivo.....	7
4.6 Cambios estructurales de la pared intestinal en el destete.....	8
4.7 Ventajas de las enzimas en alimentación.....	9
4.8 Aplicación de enzimas.....	10
4.9 Enzimas comerciales.....	11
V. MATERIALES Y MÉTODOS	15
5.1 Materiales.....	12
5.1.1 Recursos humanos.....	12
5.1.2 Recursos biológicos.....	12
5.1.3 Recursos de campo.....	12
5.1.4 Centro de referencia.....	12
5.2 Métodos.....	13
5.2.1 Ubicación del experimento.....	13
5.2.2 Unidades experimentales.....	13
5.2.3 División de los grupos.....	13
5.2.4 Obtención de la muestra.....	14
5.3 Diseño estadístico.....	15
5.3.1 Estudio descriptivo de corte longitudinal.....	16
5.3.2 Análisis de datos.....	15
5.3.3 Análisis costo-beneficio.....	15
5.4 Financiamiento.....	16
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
VII. CONCLUSIONES	22
VIII. RECOMENDACIONES	23
IX. RESUMEN	24

	SUMMARY	25
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
X.	ANEXOS	27

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1

Análisis estadístico de pesos, GDP y C.A.....20

Cuadro 2

Análisis costo beneficio..... 20

Cuadro 3

Comparativo general del grupo A (Allzyme vegpro 2X) vrs grupo B
(TESTIGO)..... 29

Cuadro 3

Tabla comparativa de ganancia de peso diario entre el grupo A (Allzyme
Vegpro 2X) vrs. Grupo B (TESTIGO)..... 29

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1

Comparativa de los resultados de conversión alimenticia..... 30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1

Comparativa de las ganancias de peso diario de las diferentes fases del
Ciclo de engorde de la evaluación..... 30

Tabla 2

De pesajes al finalizar cada fase de alimentación..... 31

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, los avances en genética, reproducción y nutrición han logrado obtener al cerdo actual, cuyas características corresponden a un animal con acelerada velocidad de crecimiento, un marcado desarrollo muscular, bajo contenido de grasa y una baja conversión alimenticia bajo condiciones de manejo adecuadas.

Hoy en día, el emplear enzimas en dietas de monogástricos ha logrado el abaratamiento de costos de las raciones nutricionales y por lo tanto la mejora de los parámetros en la producción. El cerdo es incapaz de digerir entre el 15 y el 25% del alimento, debido a la deficiente producción de enzimas para digerir todos los complejos de la soya, entre otros como los Factores antinutricionales(FAN), los polisacáridos no amiláceos (PNA) y fibra.

Desde la década de 1990 se vienen buscando diferentes métodos que nos ayuden a maximizar el crecimiento de los cerdos y a optimizar el rendimiento de los alimentos que a estos se proveen, esto se debe a diferentes causas entre las que tenemos la mejora en la eficiencia de la genética porcina, disponibilidad de materias primas para alimento y las variaciones en los precios de las mismas que ha ido en aumento en los últimos años.

Cabría señalar, como resalta Partridge (2001), el amplio número de aplicaciones que de las enzimas exógenas podemos hacer: mejora de la digestibilidad de los nutrientes del alimento; inactivación y/o destrucción de determinados FAN; aumento de la digestibilidad de los PNA; complementar las enzimas propias del lechón; reducción de las pérdidas a través de los purines entre otras.

Por todo lo mencionado anteriormente, este trabajo de investigación se evaluó la adición de la enzima proteolítica (Allzyme Vegpro 2x) a las diferentes

fases de alimento de engorde evaluando parámetros productivos porcinos tales como: conversión alimenticia, ganancia de peso al final de cada etapa y análisis costo beneficio de un ciclo de engorde.

II. HIPÓTESIS

La enzima proteolítica (Allzyme Vegpro 2x) adicionada en un alimento balanceado para cerdo, mejora los parámetros productivos de un ciclo de engorde en una granja semi-tecnificada.

III. OBJETIVOS

3.1 General:

- Evaluar los parámetros de un ciclo de engorde de cerdos que serán alimentados con un concentrado comercial adicionándole la enzima proteolítica.

3.2 Específicos:

- Evaluar el efecto de la adición de una enzima proteolítica en la alimentación de cerdos durante la fase de engorde sobre la ganancia de peso.
- Evaluar el efecto de la adición de una enzima proteolítica en la alimentación de cerdos durante la fase de engorde sobre la conversión alimenticia.
- Evaluación de la relación costo-beneficio durante la fase de engorde utilizando una enzima proteolítica en la alimentación.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Enzimas

Las enzimas son catalizadores orgánicos que pueden desencadenar o acelerar reacciones bioquímicas en el organismo, actuando en condiciones específicas de temperatura, pH y humedad sobre un sustrato específico. (Bartoli, 2011)

La mayoría son producidas por microorganismos (hongos, levaduras y bacterias) algunas son de origen animal como la lipasa o proteasa pancreática o de origen vegetal como la papaína (proteasa obtenida de la papaya). (Bartoli, 2011)

Si bien existen varios tipos y clasificaciones las principales enzimas utilizadas en la producción porcina son las siguientes:

- Carbohidrasas: liberan polisacáridos no almidonosos (PNA).
- Proteasas: liberan proteínas y aminoácidos.
- Fitasas: liberan fósforo de los cereales.

Las mismas se incluyen en las raciones para mejorar la digestibilidad de los cereales, liberando mayor cantidad de nutrientes, reducir la acción de los factores antinutricionales, reducir la variabilidad en la composición nutricional, aumentar la ganancia diaria y mejorar el índice de conversión y reducción de los costos de alimentación. (Bartoli, 2011)

4.2 Carbohidrasas

Este grupo de enzimas actúan sobre sustratos específicos como los polisacáridos no almidonosos liberando energía, disminuyen la viscosidad a nivel intestinal, retrasando el tránsito, aumentando la digestibilidad y produciendo heces

más consistentes y facilitan los procesos de fermentación bacteriana para la utilización de la fibra. (Bartoli, 2011)

Las enzimas más utilizadas de este grupo son las Xilanasas, B gluconasa, Galactosidasa, Celulasas y Pectinasas que actúan liberando los polisacáridos no almidonosos correspondientes de las materias primas más utilizados como maíz, trigo cebada y soja. (Bartoli, 2011)

4.3 Proteasas

Este grupo de enzimas actúan sobre las proteínas teniendo gran efecto en dietas con inclusión de soja, maíz y sorgo; aumentando la solubilidad y digestibilidad, disminuyendo la excreción de nitrógeno, complementan la acción de enzimas endógenas, disminuyendo los factores antinutricionales presentes en la soja. Si bien se utilizan en todas las categorías son muy eficaces en los lechones para la etapa de destete. (Bartoli, 2011)

En la etapa de destete el cambio de alimentaciones es un factor de riesgo dado que se pasa a usar proteína vegetal que el lechón no está preparado para digerir y si ésta además contiene factores antinutricionales agrava más el problema, por lo que la inclusión de las proteasas son de gran ayuda en esta etapa, que mejoran la digestibilidad de la proteína, disminuyendo los factores antinutricionales. (Bartoli, 2011)

Algunas ventajas del uso de proteasas al destete.

- Permite reducir los niveles de proteína bruta en la dieta.
- Permite una mayor utilización de soja bajando los costos de las fuentes proteicas.
- Se aumenta la digestibilidad de la dieta.
- Se disminuye la variación nutricional de las fuentes proteicas.

- Mejora la integridad intestinal.
- Produce un destete con menor riesgo y mejores índices de crecimiento. (Bartoli, 2011)

4.4 Fítasas

Los cerdos utilizan el fósforo de los alimentos vegetales en pequeñas cantidades, esto se debe a que dos tercios del contenido total de fósforo se encuentra unido a los fítatos en forma de ácido fítico (mioinositol hexafosforico). Las fítasas liberan el inositol las moléculas de ortofosfatos, los cuales quedan a disposición del animal. El ácido fítico es la principal reserva de fósforo de los vegetales y solo puede descomponerse por acción de las fitasas. Estas contribuyen a la liberación de aminoácidos, energía y facilitan la absorción de algunos minerales como calcio, zinc, hierro y cobre. (Bartoli, 2011)

4.5 Modo de acción de las enzimas en tracto digestivo

Las enzimas exógenas necesitan sustratos específicos para actuar, además de una dosificación correcta, capacidad enzimática adecuada para traspasar barreras del estómago, como pH bajo, acción de enzimas proteolíticas (pepsinas y su efecto se verá influenciado por el procesamiento al cual el alimento es sometido). (Teixeira, 2005)

La hidrólisis conduce a la destrucción de las mallas glucídicas, lo que permite el acceso de las enzimas endógenas a los nutrientes atrapados a nivel del íleon y un retorno a la velocidad normal del tubo digestivo, lo que reduce el riesgo de fermentaciones microbiana del íleon. La llegada de los fragmentos glucídicos a nivel del ciego provoca una producción creciente de ácidos grasos volátiles (AGV) para la microflora. La absorción de los AGV por la mucosa cólica regula los flujos

de agua, lo que permite una reducción de la humedad de la excreta. (Geraert, 2005)

4.6 Cambios estructurales de la pared intestinal en el destete

La mucosa intestinal del lechón recién destetado, pasa de ser una superficie con vellosidades largas y delgadas, una amplia superficie de absorción a otra bien distinta, con vellosidades recortadas y más gruesas que se traducen en una marcada disminución de la superficie de absorción. Tras el destete, y al microscopio, se aprecia una pared intestinal recubierta de células epiteliales dañadas; probablemente como consecuencia de la escasa ingestión de alimento (de ahí la necesidad de estimular un consumo temprano de alimento) y como respuesta inmune a determinados componentes presentes en la dieta. Las proteínas glicina y beta-conglicina parecen estar implicadas en este tipo de cambios. (Durán, 2012)

Como consecuencia de todo ello, el lechón ve comprometida su capacidad de absorción de nutrientes y por tanto su crecimiento. A pesar de los efectos negativos de determinados ingredientes, algunos autores coinciden en recomendar la utilización en porcentajes bajos de proteínas vegetales (harina de soya), de manera que se va exponiendo al lechón a los ingredientes que en el futuro supondrán el grueso de su alimentación; llegados a este punto, el empleo de enzimas exógenas que permitan una inclusión de fuentes de proteína vegetal con mayor seguridad. (Durán, 2012)

4.7 Ventajas de las enzimas en la alimentación

La utilización de enzimas en el alimento animal es para mejorar la utilización de los nutrientes, utilizando los siguientes mecanismos:

- Degradación de enlaces específicos, resistentes a las enzimas endógenas del animal.
- Degradación de factores antinutritivos que disminuyen la disponibilidad de los nutrientes.
- Accesibilidad creciente de las enzimas digestivas endógenas a los alimentos.
- Suplementación de la capacidad enzimática de animales jóvenes. (Moughan,2001)

El mercado de las enzimas en la alimentación es tan diverso como la gama de los sustratos sobre las cuales actúan. Su uso en particular dependerá de la magnitud de la respuesta animal y el costo del producto de la enzima como también el resultado que se obtenga, pues estas enzimas exógenas mejoran la digestibilidad de los sustratos, disminuyendo las pérdidas de proteínas. (Morales, 2002)

La capacidad enzimática digestiva de un animal se compone de una combinación de sus propias enzimas y de los microorganismos que se establecen naturalmente en el intestino. (Rivest, 2000)

Las enzimas exógenas, trabajan reduciendo la disponibilidad del sustrato para las bacterias en el intestino delgado, reduciendo la proliferación bacteriana y en consecuencia disminuyendo las diarreas y problemas digestivos en general, entonces se ejerce una influencia positiva fuerte y la composición de las poblaciones microbianas intestinales. Esto es de gran importancia, porque un exceso de descargas diarreicas en cerdos produce atraso y muerte en los animales y puede dar lugar a problemas de salud humana como organismos zoonóticos, tales como Salmonella, Shigella, E. coli, Clostridium. (Partridge, 2002)

Es bien sabido que las enzimas exógenas pueden mejorar la digestibilidad de los nutrientes en el intestino delgado, dando mejores resultados en todas las categorías de edad. En cerdos de 21-28 días de edad, su sistema digestivo no

produce cantidades apreciables de lipasa, amilasa y otras enzimas que degradan los nutrientes contenidos en materias de origen animal. El desarrollo enzimático de los lechones es completo hasta las 8 semanas de edad. (Cunningham, 1959)

Los cerdos jóvenes tienen una capacidad limitada de utilizar con eficacia las dietas que contienen ingredientes de baja calidad con alto contenido de fibra. Los animales jóvenes tienen una capacidad digestiva enzimática subdesarrollada comparada a los animales adultos, con lo que el efecto de los aditivos enzimáticos es menor. (Hotten, 1992)

Ninguna desventaja ha llegado a ser evidente como resultado de la adición de enzimas en el alimento, no ha habido ningún ensayo animal que haya demostrado efecto dañino alimenticio o fisiológico al usar las enzimas exógenas. (Hotten, 1992)

4.1 Aplicación de enzimas

Las formas de uso de las enzimas en la práctica se pueden dividir de dos maneras:

- Simple adición a la dieta: enzimas utilizadas “on top” de la dieta en uso (sin reformulación) mejora la digestibilidad de la dieta y consecuentemente mejora los resultados productivos. Esta forma de uso es muy común en dietas de lechones.
- Como fuente de nutrientes: cuando la enzima es utilizada para mejorar la digestibilidad de la energía, proteína y aminoácidos. La enzima puede ser usada como una matriz y utilizada para formulaciones de costo mínimo, esta forma de uso es muy común en dietas de crecimiento y terminación. (Bartoli, 2011)

Cualquiera de las dos formas de uso, para elegir la inclusión de una o más enzimas se deben tener en cuenta los siguientes pasos:

- Sustratos presentes en las materias primas de la formulación
- Nivel de actividad enzimáticas que se requiere
- Estabilidad de la enzima en el aparato digestivo
- Necesidades de la enzima a utilizar
- Costo y beneficios del uso de las enzimas. (Bartoli, 2011)

4.2 Enzimas comerciales

Las enzimas son rutinariamente usadas para el mejoramiento de digestión de la avena, cebada, centeno y trigo. Las enzimas utilizadas en la alimentación de los animales se derivan principalmente de la fermentación bacteriana o de hongos. Los productos comerciales pueden ser mezclas crudas o mezclas enzimáticas con actividades específicas. Sin embargo, las enzimas específicas son muy limitadas en su capacidad catalítica y las condiciones ambientales bajo las cuales trabajan. (Reyes, 2001)

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 MATERIALES

5.1.1 Recursos humanos

- Estudiante Investigador.
- Profesionales Asesores.

5.1.2 Recursos biológicos

- 20 lechones hembras y machos de edad contemporánea.
- Enzimas proteolíticas (Allzyme Vegpro 2x).
- Alimento terminado de diferentes fases (Inicio, crecimiento, desarrollo y finalización).

5.1.3 Recursos de campo

- Granja Experimental Veterinaria.
- Báscula.
- Costales.

5.1.4 Centro de referencia

Biblioteca Central de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
Biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
Consultas en internet.

5.2 MÉTODOS

5.2.1 Ubicación del experimento

El estudio se realizó en la unidad porcina de la Granja Experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad San Carlos de Guatemala ubicada en la ciudad de Guatemala. Esta granja se localiza a una altura de 1466 msnm con un clima sub-tropical templado.

5.2.2 Unidades Experimentales

Se utilizó 20 lechones destetados a los 28 días de edad, hembras y machos producto de cruzamiento de Yorkshire 50% y Landrace 50% (F1).

Producto: enzimas proteolíticas, Saco de 25 Kg. Este producto consta de una proteasa derivada de *Aspergillus oryzae* al 40 %, dosis 1 Kg. / tonelada de alimento balanceado. (Allzyme Vegpro 2X del Laboratorio All Tech). Concentrado de diferentes etapas por quintal en harina.

5.2.3 División de los grupos

Etapas de alimentación en las cuales se adicionó la enzima proteolítica:

1. Alimento iniciador comercial (Fase 1)
 - (a) Alimento iniciador + Enzima proteolítica (All zyme Vegpro 2x)
 - (b) Alimento iniciador

2. Alimento crecimiento comercial (Fase 2)
 - (a) Alimento crecimiento + enzima proteolítica (Allzyme Vegpro 2x)
 - (b) Alimento crecimiento

3. Alimento desarrollo (Fase 3)
 - (a) Alimento desarrollo +enzima proteolítica (Allzyme Vegpro 2x)

(b) Alimento desarrollo

4. Alimento Finalizador (Fase 4)

(a) Alimento finalizador + enzima proteolítica (Allzyme Vegpro 2x)

(b) Alimento finalizador

Se evaluó el peso de la siguiente manera:

- Pesaje a los 28 días (día destete),
- pesaje a las 8 semanas de edad (termino de fase I),
- pesaje a las 10 semanas de edad (termino de fase II),
- pesaje a las 18 semanas de edad (termino de fase III),
- pesaje a las 22 semanas de edad en el grupo A y 24 semanas en el grupo B (termino de fase IV).
- También se evaluó la conversión alimenticia en cada etapa.
- Se evaluó el análisis costo-beneficio del estudio completo.

5.2.4 Obtención de la muestra

Los animales se dividieron en dos grupos de 10 cerdos cada uno al azar, hembras y machos y en edad contemporáneos, se identifico como Grupo A (alimento con enzima) y como Grupo B (alimento sin enzima).

La enzima proteolítica (Allzyme Vegpro 2X) se administró en dosis de 1 kg. por tonelada de alimento y el grupo B se utilizó como testigo (sin enzima proteolítica), todos los animales estuvieron bajo las mismas condiciones ambientales, la alimentación se presupuestó por fases según peso corporal se administró en comederos de piso de concreto tipo canal, el agua fue suministrada en bebederos automáticos a libre acceso, el espacio vital fue de 0.35 a 1 metro cuadrado dependiendo de la fase en piso de concreto.

5.3 Diseño Estadístico

5.3.1 Estudio descriptivo de corte longitudinal

Para recabar los datos para este estudio se tomaron diferentes parámetros a lo largo de la prueba tales como: alimento ofrecido, alimento rechazado y alimento ingerido, también se realizó pesajes de los animales en cada cambio de fases de alimentación para poder calcular la conversión alimenticia.

5.3.2 Análisis de datos

Para el análisis estadístico de la información se utilizó la prueba de T de Student.

5.3.3 Análisis costo-beneficio

La conversión alimenticia fue el parámetro zootécnico para el análisis de costo-beneficio de este programa de alimentación.

5.4 Financiamiento

El alimento fue provisto por la Cooperativa Madre y Maestra (COMAYMA), los cerdos de la Granja Experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FASE I

La primera fase tuvo una duración de 30 días para el grupo A con un consumo de alimento de 476.5 libras, un rechazo de 3.5 libras y un peso ganado de 360 libras. Inicio el grupo A con 16.7 libras de peso promedio y terminaron con 52.7 libras.

Para el grupo B la primera fase tuvo una duración de 31 días con un consumo de 490 libras de alimento, 0 libras de rechazo y la ganancia de peso fue de 275 libras. Inició el grupo B con 15.2 libras de peso promedio y terminó con 42.7 libras.

Estos resultados detallan una conversión alimenticia (CA) de 1.32 para el grupo A y de 1.78 para el grupo B, cuando para esta fase el rango aceptable es de 1.5.

FASE II

La segunda fase tuvo una duración de 18 días para el grupo A y de 23 días para el grupo B.

El grupo A consumió 450 libras de alimento, hubo 0 libras de rechazo y el peso ganado fue de 227 libras. Se inicio con un peso de 52.7 libras promedio y se terminó con 75.5 libras de peso en promedio.

El grupo B consumió 660 libras de alimento, hubo 0 libras de rechazo y el peso ganado fue de 288 libras. El inicio del grupo en la segunda fase fue de 42.7 libras y terminó con un peso de 70.7 libras.

La conversión alimenticia del grupo A fue de 1.56 y la CA alimenticia del grupo B fue de 1.76. Lo esperado para esta fase de CA era de 1.9.

FASE III

Para el grupo A esta fase duró 47 días, consumió 2230 libras de alimento, no hubo rechazo y la ganancia de peso fue de 856 libras, terminó la fase con un peso de 161.1 libras por animal promedio.

El grupo B duró en esta fase 49 días, consumió 2270 libras de alimento, no hubo rechazo de alimento y la ganancia de peso fue de 814 libras, terminó la fase con un peso de 158.5 libras.

La conversión alimenticia del grupo A fue de 2.6 y la del grupo B de 2.79, lo esperado era en un rango entre 2.75

FASE IV

Para el grupo A esta cuarta fase duró 32 días, el consumo de alimento fue de 1770 libras, no hubo rechazo de alimento y la ganancia de peso de 535 libras. El peso final de 214.6 libras.

Para el grupo B la fase duro 39 días, el consumo de alimento fue de 2240 libras de alimento, no hubo rechazo y la ganancia de peso de 578 libras. El peso final de 216.3 libras.

La conversión alimenticia para el grupo A fue de 3.30 y para el grupo B 3.87. Lo esperado para este grupo era 3.75.

Los cambios de cada fase se realizaron según las recomendaciones de la fábrica de alimento, por lo que al alcanzar el peso esperado se cambio de fase de alimento y el grupo control se continuo alimentando con la misma fase hasta llegar al peso esperado por lo que la duración de cada fase fue mas larga.

**CUADRO 1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PESOS, GDP Y
CONVERSIÓN ALIMENTICIA**

PESOS POR SEMANA	<i>Grupo A</i>	<i>Grupo B</i>
Media	104.12	97.88
Varianza	6639.48	6299.47
P(T<=t) dos colas	0.041	

GANANCIA DIARIA DE PESO	<i>GRUPO A</i>	<i>GRUPO B</i>
Media	710.26	609.33
Varianza	21623.41	33921.33
P(T<=t) dos colas	0.042	

CONVERSION ALIMNETICIA	<i>Grupo A</i>	<i>Grupo B</i>
Media	2.195	2.55
Varianza	0.85	1.00
P(T<=t) dos colas	0.033	

Tanto el grupo tratamiento (grupo A) como el testigo (grupo B), desde el inicio denotaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la ganancia de peso y conversión alimenticia (Ver cuadro 1). Ya en esta fase se notó una diferencia de 25.85% el grupo A obtuvo una conversión alimenticia de 1.32 y el grupo B de 1.78. Aunque la conversión alimenticia del grupo B está entre los rangos esperados para el cruce genético que se manejó, la adición de enzimas proteolíticas mejoró la ganancia de peso diario, ya que en esta fase se ganaron

1.2 libras en promedio por animal/día, mientras que el grupo B ganó solo 0.88 libras promedio por animal/día.

Esto también se ve reflejado en la disminución de alimento ofrecido en dicha fase, lo que repercutirá de forma positiva en la relación costo-beneficio del ciclo de engorde.

En la segunda fase se obtuvo una ganancia de peso similar en ambos grupos pero los días de la fase fueron menos en el grupo A que en el grupo B. La conversión alimenticia en esta etapa también tuvo una diferencia significativa ya que la cantidad de alimento consumido en el grupo A (450 libras) fue mucho menor que el grupo B (660 libras) y los días que duró la fase en el grupo A fueron 18 mientras que el grupo B se llevó 23 días de duración de la misma.

En la tercera fase hubo diferencia significativa tanto en ganancia de peso por animal/día como conversión alimenticia. Aunque la conversión alimenticia del grupo B se mantuvo en los estándares esperados para el cruce que se trabajó, el grupo A se mantuvo por debajo de eso lo que se traduce en menor cantidad de alimento ofrecido, mayor ganancia de peso y menos días para lograr alcanzar esos parámetros.

El haber tenido un buen inicio en el ciclo de engorde del grupo A en ganancia de peso y conversión alimenticia viene a beneficiar marcadamente la cuarta fase del ciclo de alimentación, habiendo diferencia significativa del grupo A sobre el grupo B en los parámetros evaluados. Para el grupo A esta fase duró 32 días mientras que para el grupo B la fase duró 39 días, el consumo de alimento es marcadamente mayor entre el grupo A y grupo B, ya que el grupo B consumió 47 libras/animal mas, en promedio para alcanzar el peso esperado en comparación al grupo A.

Existe una diferencia estadísticamente significativa en el grupo A (Allzyme

vegpro 2X) sobre el grupo B (testigo) en cada una de la fases en lo relacionado a ganancia de peso y conversión alimenticia. (ver cuadro 1)

En la fase I la ganancia de peso diaria fue un 26.1 % mayor en el grupo A sobre el grupo B. En la fase II la ganancia de peso diaria fue 1 % mayor en el grupo A sobre el grupo B. En la fase III la ganancia de peso diaria fue mayor en un 8.8 % en el grupo A sobre el grupo B. Y en la fase IV la ganancia de peso diaria fue un 11.4% mayor en el grupo A.

CUADRO 2. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO

	GRUPO A (ALLZYME VEGPRO 2X)	GRUPO B (TESTIGO)	Diferencia
<i>Costo de alimentación</i> <i>(Quetzales)</i>	8,963.40	10,276.30	+1,312.60
<i>Costos fijos de</i> <i>producción (Quetzales)</i>	2,987.80	3,425.00	+437.20
<i>Costo de tratamiento</i> <i>(Kg/Tm de alimento en</i> <i>quetzales)</i>	148.90	0	
<i>Costo de libra producida</i> <i>(Quetzales)</i>	5.93	6.81	-0.88
<i>Costo total de producción</i> <i>(Quetzales)</i>	12,100.10	13,701.3	+1,601.20
<i>Venta de libra producida</i> <i>(Quetzales)</i>	8.00	8.00	0

En el análisis costo-beneficio se observa un amplio margen de mejora productiva económica en la utilización de la enzima proteolítica Allzyme Vegpro 2x, ya que existe un menor consumo de alimento, el costo de libra producida es Q.0.88 menos. Todo esto debido a que se mejoró la GDP y la C.A., también hay un impacto en costos fijos ya que los días que se utilizan las instalaciones se reduce lo que conlleva una disminución de costo de mano de obra, ocupación de espacio, electricidad y agua aunque esto no se cuantificó a fondo en este estudio.

VII. CONCLUSIONES

- Existe una mejora en la ganancia diaria de peso al adicionar enzimas proteolíticas en el alimento de un ciclo de engorde, ya que existe una ganancia de 76.7 gramos extra por día al utilizar *enzima Proteasa (Allzime Vegpro 2X)* en la alimentación de un ciclo de engorde.
- En la fase de inicio de alimentación de cerdos es donde se tuvo una marcada ganancia de peso y mejora en conversión alimenticia.
- El grupo A que se adicionó la enzima proteolítica en alimento tuvo un costo de producción de Q. 0.88 menos/libra producida respecto al grupo B sin enzima proteolítica.
- A los cerdos que se les adicionó la enzima proteolítica al alimento alcanzaron 13 días antes el peso a mercado lo que resulta en una mejor rentabilidad.
- El consumo de alimento disminuyó hasta un 13% en un ciclo completo de engorde utilizando *enzima Proteasa (Allzime Vegpro 2X)*

VIII. RECOMENDACIONES

1. Usar enzimas proteolíticas en las diferentes fases de un ciclo de engorde da una mejora en ganancia de peso diaria y conversión alimenticia.
2. Evaluar el uso de esta enzima en dosis diferentes en un ciclo de engorde.
3. Usar este protocolo de uso de enzimas proteolíticas con diferente líneas genéticas y evaluar los resultados en líneas de alta producción cárnica.

IX. RESUMEN

La utilización de enzimas en la nutrición de los cerdos, puede ser una buena alternativa como aditivo en raciones balanceadas con la finalidad de mejorar la digestibilidad de los alimentos e incrementar la productividad de las explotaciones porcinas.

El presente estudio contiene resultados de la adición de la enzima proteolítica Allzyme Vegpro 2x en un ciclo de engorde, 20 cerdos divididos en 2 grupos (tratamiento y control) desde los 28 hasta 170 días, estos animales fueron asignados en un diseño completamente aleatorio.

Se demostró en la evaluación una mejora en la conversión alimenticia de 14.3%, un 5.6% más peso corporal al final del ciclo de engorde y un 11.3% más de ganancia diaria de peso en el grupo del tratamiento respecto al control.

Todas estas mejoras en los índices zootécnicos evaluados se reflejan en una mayor productividad en un ciclo de engorde y un impactante resultado positivo en la relación costo-beneficio. Los resultados muestran efectos significativos ($P < .05$).

SUMMARY

The use of enzymes in pig nutrition can be a good alternative as an additive in balanced rations in order to improve the digestibility of food and increase the productivity of pig farms.

The result of this study contains the addition of the proteolytic enzyme Allzyme Vegpro 2x in fattering cycle, 20 pigs divided in 2 groups (treatment and control) since the day 28 until 170 in a completely randomized design.

The evaluation shows improvement in feed conversion of 14.3%, 5.6% more weight at the end of fattering cycle and 11.3% improved of daily weight gain of the treatment group compare the control.

All these improves in indexes zootechnical evaluated reflex more productivity and positive cost-benefit effect. The results show significant effects ($P < 0.05$).

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bartoli, F; Labala, J. 2011. Uso de enzimas en nutrición porcina.(en línea) Consultado 23 jul. 2012 Disponible en <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Materiales/Produccion/Aspectos%20Nutricionales/USO%20DE%20ENZIMAS%20EN%20NUTRICION%20PORCINA.pdf>
2. Cunningham, H. 1959. Digestion of starch and some of its Degradation products by Newborn pigs. (en línea) Consultado 23 jul. 2012 Canadá. Disponible en <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Materiales/Produccion/Aspectos%20Nutricionales/USO%20DE%20ENZIMAS%20EN%20NUTRICION%20PORCINA.pdf>
3. Durán, R. 2012. Enzimas exógenas sus efectos sobre la nutrición y sobre la flora microbiana intestinal del lechón destetado. (en línea) Consultado 23 jul. 2012. México. Disponible en <http://www.engormix.com/MAporcicultura/nutricion/articulos/evaluacion-enzima-proteasa-alimentacion-t2457/141-p0.htm>
4. Geraert, P. 2005. Dietary carbohydrates: a review of their physicochemical properties and digestibility in poultry and swine. Eastern nutrition conference. Canada.
5. Hotten, P. 1992. Why consider enzymes as a feed additive? Pigs Misset. (en línea) Consultado 23 jul. 2012. Disponible en http://www.bibliodigital.udec.cl/sdx/UDEC4/tesis/2009/caro_p/doc/caro_p.pdf
6. Morales-Maldonado, M. 2002. Digestibilidad ileal y comportamiento productivo de cerdos alimentados con dieta a base de trigo, adicionadas on

proteasa fungal. (en línea) Consultado 23 jul. 2012. México. Disponible en http://www.bibliodigital.udec.cl/sdx/UDEC4/tesis/2009/caro_p/doc/caro_p.pdf

7. Moughan, P. 2001. Functional feed additives, pig progress (en línea) Consultado 23 jul. 2012. Disponible en http://www.bibliodigital.udec.cl/sdx/UDEC4/tesis/2009/caro_p/doc/caro_p.pdf
8. Partridge, G. 1998. Digestive disorders in swine, pig progress. (en línea) Consultado 23 jul. 2012. Inglaterra. Disponible en http://www.bibliodigital.udec.cl/sdx/UDEC4/tesis/2009/caro_p/doc/caro_p.pdf
9. Reyes, H. 2001. Análisis económico de experimentos agrícolas con presupuestos parciales: reenseñando el uso de este enfoque. Basado en el manual de CIMMYT
10. Rivest, J. 2000. A dynamic model of protein digestion in the small intestine of pigs. (en línea) Consultado 23 jul. 2012. Disponible en <http://www.ergonomix.com/MA-porcicultura/nutricion/articulos/evaluacion-enzima-proteasas-alimentacion-t2457/141-p0.htm>
11. Teixeira, A; Lopes, P. 2005. Utilizacao de enzimas exógenas em dietas com diferentes fontes e niveis de proteína para leitões na fase de creche. R. bras. Zootec. Brazil. p 900-906.

XI. ANEXOS

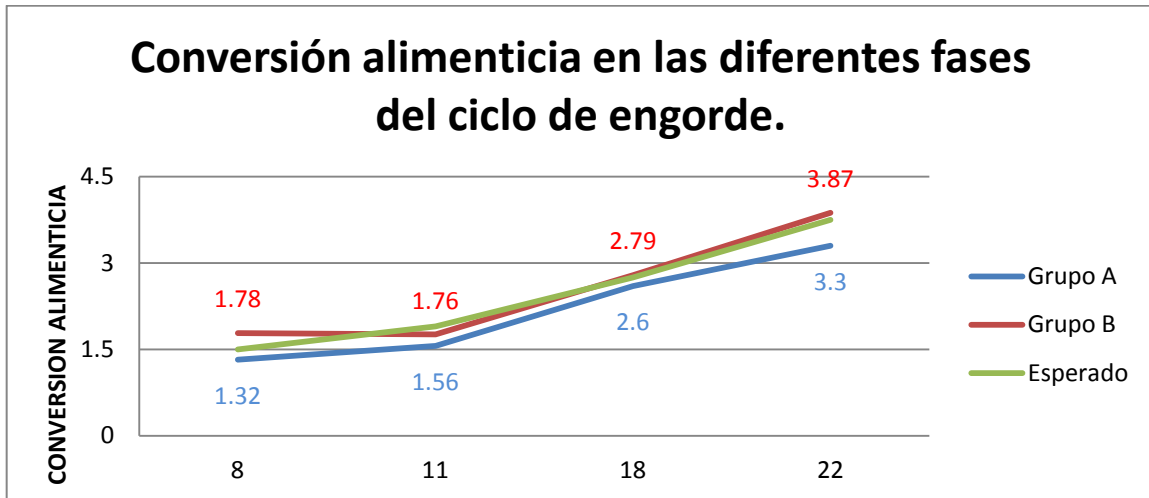
CUADRO 3. COMPARATIVO GENERAL DE GRUPO A (Allzyme vegpro 2X) VRS GRUPO B (TESTIGO)

	GRUPO A	GRUPO B
ALIMENTO CONSUMIDO EN KGS.	2239.31	2572.71
PESO GANADO EN KGS.	926.82	914.10
CONVERSIÓN ALIMENTICIA	2.41	2.81
DURACIÓN EN DIAS	157	170

TABLA 1. COMPARACIÓN DE LA GANACIA DE PESO DIARIO ENTRE EL GRUPO A (Allzyme vegpro 2X) VRS GRUPO B (Testigo)

	Grupo A (Allzyme vegpro 2X)	Grupo B (Testigo)
Fase I	544.8 grs/día	402.7 grs/día
Fase II	572.5 grs/día	568.4 grs/día
Fase III	826 grs/día	754 grs/día
Fase IV	760 grs/día	672 grs/día
X vida	675.8 grs/día	599.2 grs/día

GRÁFICA 1. RESULTADOS DE CONVERSIÓN ALIMENTICIA ENTRE TRATAMIENTO, CONTROL Y ESPERADO



GRÁFICA 2. COMPARACIÓN DE LAS GANACIAS DE PESO DIARIO DE LAS DIFERENTES FASES DEL CICLO DE ENGORDE DE LA EVALUACION

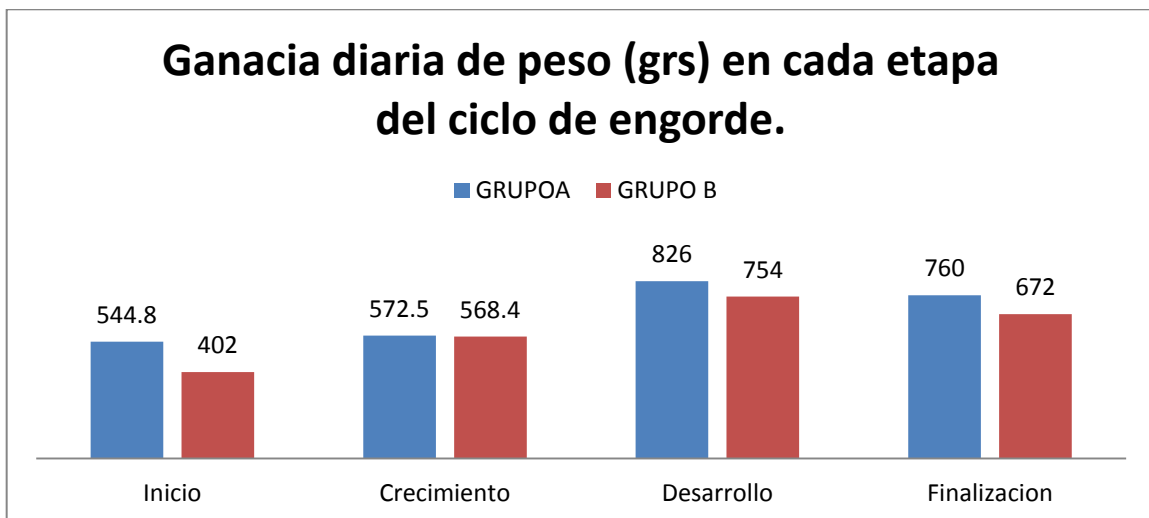
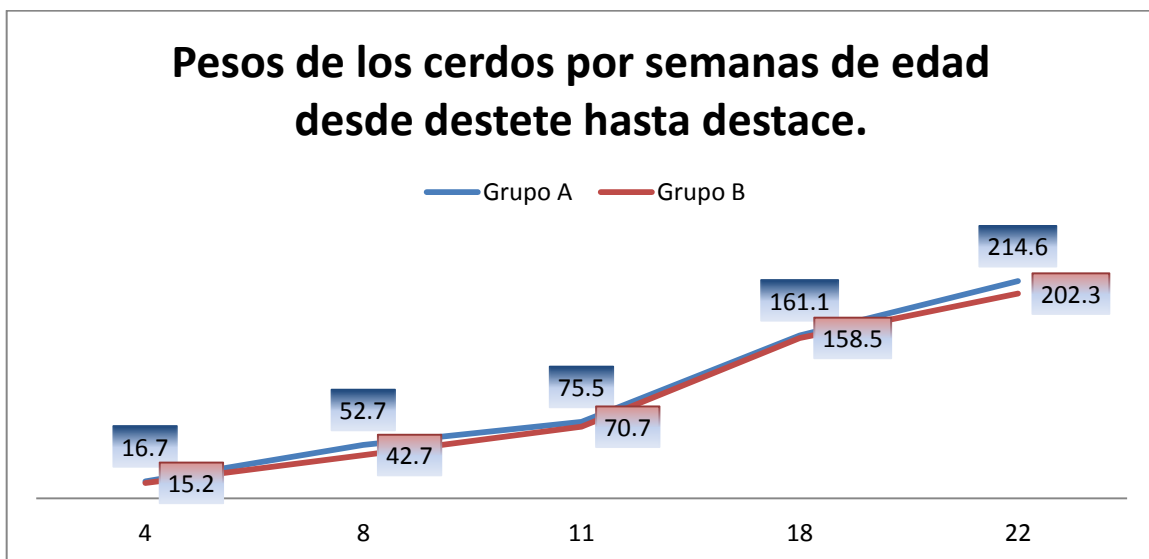


TABLA 2. PESAJES AL FINALIZAR CADA FASE DE ALIMENTACIÓN



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

**“EVALUACIÓN DE LA ENZIMA PROTEOLÍTICA ALLZYME
VEGPRO 2x EN LA ALIMENTACIÓN DE UN CICLO DE ENGORDE
PORCINO EN UNA GRANJA SEMITECNIFICADA”**

f. _____
Hugo Raúl De León Aguirre

f. _____
M.A. Yeri Edgardo Veliz Porras
ASESOR PRINCIPAL

f. _____
M.V. Sergio Fernando Véliz Lemus
ASESOR

f. _____
MSc. Carlos Enrique Camey Rodas
ASESOR

IMPRÍMASE

f. _____
MSc. Carlos Enrique Saavedra Vélez
DECANO