



# **Escuela Superior Politécnica de Chimborazo**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“EFECTO DE LA FITAZA Y COMPLEJO ENZIMÁTICO PROBIÓTICO SOBRE  
EL DESARROLLO REPRODUCTIVO Y PRODUCTIVO DE CERDAS EN LAS  
ETAPAS DE GESTACIÓN Y LACTANCIA”**

**TESIS DE GRADO  
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR :  
FABIÁN PATRICIO BRITO SANAGUANO**

**RIOBAMBA-ECUADOR  
2006**

**Esta tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal :**

---

**Dr. Guido Brito .  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**Ing. MCs. Luis Flores  
DIRECTOR DE TESIS**

---

**Ing .MCs. Vicente Trujillo .  
BIOMETRISTA DE TESIS**

---

**Ing. MCs. Patricio Guevara  
ASESOR DE TESIS**

27 De Abril del 2006

**“EFECTO DE LA FITAZA Y COMPLEJO ENZIMATICO PROBIÓTICO SOBRE EL DESARROLLO REPRODUCTIVO Y PRODUCTIVO DE CERDAS EN LAS ETAPAS DE GESTACION Y LACTANCIA”**

**Brito ,F<sup>1</sup> – Flores Luis<sup>2</sup>**  
**Escuela Superior Politécnica de Chimborazo**  
**Facultad de Ciencias Pecuarias**  
**Escuela de Ingeniería Zootécnica**  
**Riobamba – Ecuador**

**RESUMEN**

En la Unidad de Producción Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH se realizó la investigación sobre el efecto de la fitaza y complejo enzimático probiótico sobre el desarrollo reproductivo y productivo de cerdas en las etapas de gestación y lactancia, Las unidades experimentales totales se conformaron de 12 cerdas del cruce York X Landrace, de 9 meses de edad y con un peso aproximado de 135 Kg. Se tomaron datos de dos etapas ;en la etapa de gestación y la de lactancia se evaluó el efecto de la alimentación de cerdas con la suplementación de enzimas (Phytex 500 e Hidroenzima), frente a un tratamiento control que recibió la dieta normal sin suplementación de enzimas. Se consideraron, los costos de producción y los ingresos totales, obteniéndose el mejor valor para Phytex con un índice de beneficio - costo de 1.53 lo que quiere decir que por cada dólar invertido durante estas dos etapas (gestación y lactancia) se tiene un beneficio neto de 0.53 USD. Se ha determinado que los mejores incrementos de peso para las reproductoras, en las dos etapas consideradas, lo tuvo la utilización de Phytex, con 16.61 kg. en la etapa de gestación y 89.04 kg. en la etapa de lactancia. Se recomienda la utilización de Phytex en la alimentación de cerdas durante la etapa de gestación y lactancia, ya que presentó los mejores resultados productivos durante estas fases, así como también desde el punto de vista económico.

**“EFFECT OF THE PHYTASE AND PROBIOTIC ENZYME COMPLEX ON THE REPRODUCTIVE AND PRODUCTIVE DEVELOPMENT OF SOWS IN GESTATION AND LACTATION STAGES”**

**ABSTRACT**

At the Swine Production Unit of the Cattle and Livestock Faculty of the ESPOCH , the investigation on the phytase effect and probiotic enzyme complex un the reproductive and productive development of sows in gestation and lactation stages was carried out . The total experimental units consisted of 12 York x Landrace crossbred sows, 9 years old and with an approximate weight of 135 kg . Data from two stages were collected . In the gestation and lactation stages ,the effect on sow feeding with enzyme supply (Phytex 500 and Hydroenzyme) was evaluated ,against a control treatment consisting of a normal diet treatment without enzyme supply . The production costs and the overall income were considered ,with a high value for the phytex , which showed a 1.53 benefit-cost which means that for each invested dollar during these two stage (gestation and lactation ) a 0.53 USD net benefit is obtained with phytex ,16,61 kg as compared to hydromzyme with 12,95 kg. In the gestation stage ,89,04 kg .Withphytex as compared to 73,47 kg with hydroenzyme in the lactation stage . It is recommended to use phytex in sow feeding

## **AGRADECIMIENTO**

**El agradecimiento especial a la, Unidad de Producción Porcina de la ESPOCH, por haberme permitido realizar este trabajo de investigación a la Facultad de Ciencias Pecuarias , Escuela de Ingeniería Zootecnica por albergarme en sus aulas con ciencia sabiduría hasta llegar a culminar con éxito mis estudios superiores**

**De manera especial al Ins MCs. Luis Flores Mancheno Director de mi tesis , así también a los Ingenieros : Ing.MCs Vicente Trujillo Biometrista e Ing.MCs. Patricio Guevara Asesor de tesis , por su apoyo y asesoramiento para culminar con éxito el presente trabajo de investigación .**

## **DEDICATORIA**

**Este esfuerzo va dedicado :**

**A mis queridos padres Bolívar Brito y Esthela Sanaguano los cuales me inculcaron buenos valores y me brindaron consejos necesarios para poder alcanzar las metas propuestas y ante cualquier tropiezo nunca dejaron de incentivar me .**

**A mi amada esposa Elita por el apoyo brindado durante mi carrera , a mis queridos hijos Alejandro y Elian que fueron una fuente de inspiración y de fortaleza .**

**A mis hermanos Bolívar, Fernando, Darío, Por estar siempre unidos y por el apoyo brindado .**

## **I. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad la producción intensiva de cerdos presenta problemas muy importantes, asociados principalmente a la relativamente reciente prohibición de la utilización de antibióticos, con propósitos profilácticos y/o promotores de crecimiento. Por otro lado la baja disponibilidad del fósforo en las materias primas de origen vegetal, que se debe a que gran parte del elemento se encuentra bajo la forma de ácido fítico, un componente poco utilizado por los animales no rumiantes, por la escasa actividad de la enzima fitasa que los degrada, tanto por parte del animal así como por los ingredientes de la dieta.

La incapacidad de utilización del fósforo fítico obliga a la inclusión de fuentes adicionales de fósforo de forma sistemática (fosfatos de origen mineral, harinas de hueso, conchas, etc). Este hecho supone un doble problema. Por un lado, hace que el fósforo sea un nutriente caro, alcanzando un elevado costo en la mayor parte de las raciones para aves y cerdos. Por otra parte, el hecho de que el ácido fítico no se pueda digerir, y por ello se elimine en concentraciones relativamente elevadas en las deyecciones, supone un problema adicional, ya que se considera un contaminante.

En el presente trabajo de investigación se releva la importancia que tiene el manejo alimenticio de cerdas gestantes y lactantes, puesto que en estas dos etapas se requiere alimentos de gran contenido energético y proteico, pues cuando no existe alimentación necesaria en estas dos etapas tenemos el riesgo de perder los animales y/o sus crías, ya sea por abortos, momificaciones o partos distócicos, traduciéndose en una constante pérdida de tiempo y dinero para el productor.

Gracias a los resultados obtenidos se ha podido conocer el efecto de las enzimas en la alimentación, de cerdas gestantes y lactantes del cruce Landrace X York, para nuestro medio, para así estar en las condiciones de aplicar los adelantos alcanzados en la cría de la especie porcina, sobre todo en lo relativo a la

nutrición, y a la creciente necesidad de mayores aportes de carne para el consumo humano. Por lo que se plantearon los siguientes objetivos:

1. Evaluar el efecto de la utilización Fitaza y Complejo Enzimático Probiótico sobre el desarrollo productivo de Cerdas en las etapas de Gestación y Lactancia.
2. Determinar el efecto reproductivo de la Fitaza y Complejo Enzimático Prebiótico, al ser suministrados a las cerdas en las etapas de Gestación y Lactancia.
3. Realizar un análisis de costo-beneficio, para recomendar la utilización de enzimas en la alimentación de cerdas reproductoras.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### A. ALIMENTACIÓN PORCINA

Cuando utilizamos los modelos nutricionales de las tecnologías desarrolladas en países desarrollados, los niveles proteicos recomendados para cerdos y son altamente costosos. Estos requerimientos se refieren a la cantidad diaria que debe consumir un animal en cualquier fase del crecimiento o estado de producción, para satisfacer sus necesidades metabólicas y fundamentalmente se refieren a las recomendaciones del NRC (nutrient requirement council).

Investigaciones realizadas a finales de los 80's por Wang,F y Fuller ,M. (1988), concluyen que las necesidades de proteína total animal/día son mucho menores, lo que estos investigadores plantean es el uso adecuado de los aminoácidos esenciales.

El siguiente cuadro muestra los diferentes niveles de requerimientos proteicos (<http://www.monografias.com/trabajos5/enzimo/enzimo.shtml> 2003).

**CUADRO 1. REQUERIMIENTOS DIARIOS DE PROTEINA PARA CERDOS  
SEGÚN SU FASE O ESTADO DE PRODUCCIÓN**

Estado o fase	Requerimiento diario (g/an)	
	NRC	Wang y Fuller
Cerdas gestantes	240	150
Cerdas en lactancia	1050*	400
Cerdos en levante (25 -50 kg. pv)	320	200
Cerdos en engorde (50-90kg. pv)	420	200
Cerde con camada de 10 lechones		

Fuente <http://www.cipav.org.co/cipav/resrch/livestk/ipiedad.htm>



Teniendo en cuenta los requerimientos propuestos por Wang ,F y Fuller,M (1988) y proporcionando un buen balance de aminoácidos, en especial lisina y metionina + cistina, podemos cuadrar raciones completas (proteína y energía) con el uso de los recursos disponibles de la sierra .

Muchas de estas mejoras son atribuidas a mas de 100 microingredientes utilizados como aditivos en el alimento y destinados a mejorar las condiciones nutricionales o de salud del animal. Entre estos se pueden mencionar las vitaminas, minerales trazas, promotores de crecimiento, aminoácidos, antibióticos, saborizantes, secuestrantes de olores, secuestrantes de micotoxinas, antimicoticos, pigmentantes, enzimas, etc.

Como resultado de estos avances la industria alimenticia cuenta con una serie de ingredientes activos, los cuales a pesar de ser utilizados en pequeñas cantidades por su grado de actividad, aseguran una máxima conversión alimenticia y son conocidos como micro ingredientes (<http://www.cipav.org.co/cipav/resrch/livestk/ipiedad.htm> 2004).

Ahora bien, la preparación de un alimento balanceado de optima calidad exige la correcta manipulación de estos micro ingredientes, siendo impractica la adición directa de los mismos, por el pequeño volumen requerido. Es por ello, que se deben adoptar medidas destinadas a lograr una distribución correcta, regular y sin pérdidas de estas minúsculas cantidades, tales como la utilización de premezclas. Estas no son mas que la dilución de un componente activo en un vehículo apropiado, elaborados con la finalidad de lograr una distribución mas rápida y uniforme en el alimento.

Así también, Estas pueden corregir propiedades indeseables de algunos elementos como la higroscopicidad , carga electrostática, inestabilidad, etc. (<http://www.cipav.org.co/cipav/resrch/livestk/ipiedad.htm>2004).

## B. REQUERIMIENTOS EN MACRO NUTRIENTES EN CERDAS GESTANTES

Las necesidades nutricionales corresponden al umbral mínimo de alimento diario, de acuerdo a su capacidad genética y a su estado fisiológico, para reponer las pérdidas de las reservas debidas al mantenimiento de su masa corporal y aportar los nutrientes necesarios para producir tejidos corporales. Pueden estar expresados como porcentaje del alimento o como cantidades absolutas aportadas diariamente. En las tablas siguientes se muestran los requerimientos de macro y micro nutrientes más importantes para cerdos reproductores y para animales en crecimiento según el potencial genético (<http://www.cipav.org.co/cipav/resrch/livestk/ipiedad.htm>2004).

### CUADRO 2. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES EN CERDAS GESTANTES.

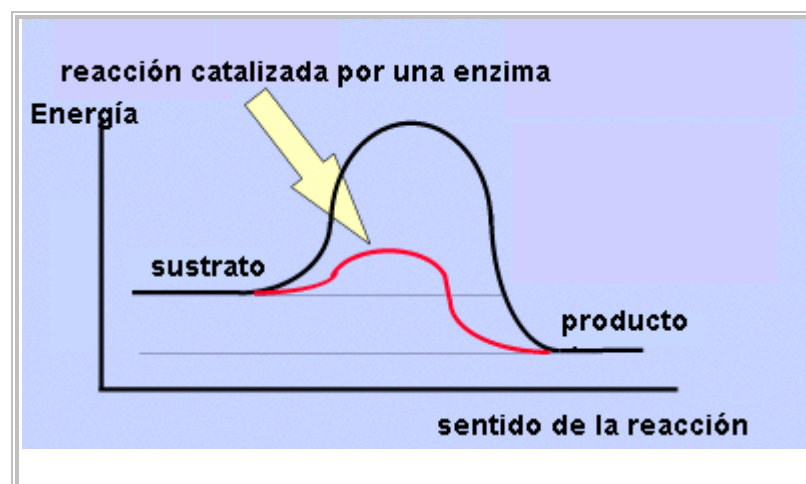
Peso vivo (kg)	150		180		220	
	Magro	Normal	Magro	Normal	Magro	Normal
Potencial genético	Magro	Normal	Magro	Normal	Magro	Normal
ED (Kcal./kg)	3460	3400	3460	3300	3460	3200
EM (Kcal./kg)	3250	3200	3250	3100	3250	3000
Consumo (ED /día)	7793	6300	7739	6400	7520	6500
Consumo (EM /día)	7325	6000	7275	6150	7070	6200
Lisina total. (%)	0.65	0.57	0.60	0.54	0.60	0.52
<b>Lisina d. (g/d) @</b>	<b>14.0</b>	<b>10.6</b>	<b>13.4</b>	<b>10.3</b>	<b>13.0</b>	<b>9.9</b>
Treonina total. (%)	0.50	0.45	0.48	0.44	0.48	0.43
Triptofano total. (%)	0.13	0.11	0.12	0.11	0.12	0.10
Metionina total. (%)	0.19	0.15	0.16	0.14	0.16	0.13

Fuente: [http://www.inta.gov.ar/pergamino/investiga/grupos/porcinos/macro\\_gestan](http://www.inta.gov.ar/pergamino/investiga/grupos/porcinos/macro_gestan).

## C. CONCEPTO DE ENZIMA

Los enzimas son [catalizadores](#) muy potentes y eficaces, químicamente son [proteínas](#). Como catalizadores, las enzimas actúan en pequeña cantidad y se recuperan indefinidamente.

No llevan a cabo reacciones que sean energéticamente desfavorables, no modifican el sentido de los equilibrios químicos, sino que aceleran su consecución (<http://www.inta.gov.ar/pergamino/investiga/grupos/porcinos/macro-2004>).



**GRÁFICO 1. Reacción catalizada por una enzima.**

### 1. Características de la acción enzimática

La característica más sobresaliente de los enzimas es su elevada especificidad. Esta es doble y explica que no se formen subproductos: ([http://www.valleyenzymes.com/sp\\_enzymetypes.asp](http://www.valleyenzymes.com/sp_enzymetypes.asp) 2005).

- a. **Especificidad de sustrato.** El sustrato (S) es la molécula sobre la que el enzima ejerce su acción catalítica.

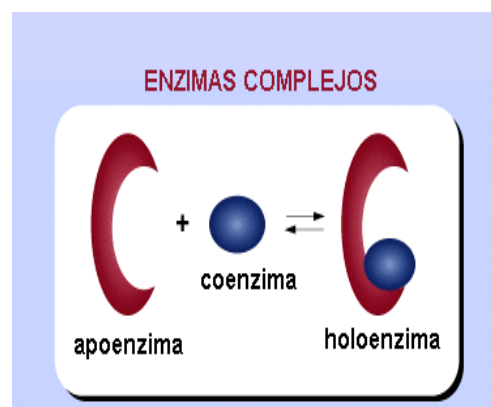
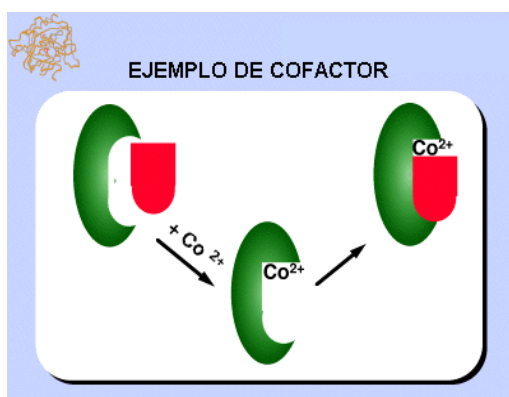
**b. Especificidad de acción.** Cada reacción está catalizada por un enzima específico.

La acción enzimática se caracteriza por la formación de un complejo que representa el estado de transición. El sustrato se une a la enzima a través de numerosas interacciones débiles como son: puentes de hidrógeno, electrostáticas, hidrófobas, etc, en un lugar específico, el **centro activo**. Este centro es una pequeña porción del enzima, constituido por una serie de [aminoácidos](#) que interactúan con el sustrato. Algunas enzimas actúan con la ayuda de estructuras no proteicas. En función de su naturaleza se denominan.

**a. Cofactor.** Cuando se trata de iones o moléculas inorgánicas.



**b. Coenzima.** Cuando es una molécula orgánica. Aquí se puede señalar, que muchas vitaminas funcionan como coenzimas; y realmente las deficiencias producidas por la falta de vitaminas responde más bien a que no se puede sintetizar un determinado enzima en el que la vitamina es el coenzima ([http://www.valleyenzymes.com/sp\\_enzymetypes](http://www.valleyenzymes.com/sp_enzymetypes), 2005).



**GRAFICO 2. Ejemplo de cofactor y enzimas complejas.**

## **2. Características de las enzimas**

Desde el punto de vista químico, las enzimas están formadas de carbono (C), Hidrógeno (H), oxígeno (O), Nitrógeno (Ni), y Azufre (S) combinados, pero siempre con peso molecular bastante elevado y común propiedades catalíticas específicas. Su importancia es tal que puede considerarse la vida como un "orden sistemático de enzimas funcionales".

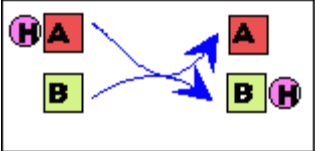
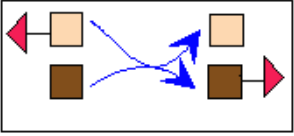
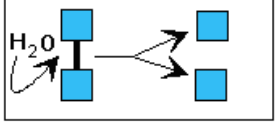
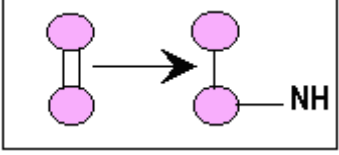
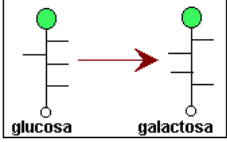
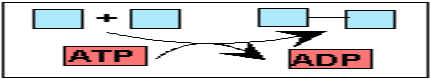
Cuando este orden y su sistema funcional son alterados de algún modo, cada organismo sufre mas o menos gravemente y el trastorno puede ser motivado tanto por la falta de acción como por un exceso de actividad de enzima ([http://www.valleyenzymes.com/sp\\_enzymetypes](http://www.valleyenzymes.com/sp_enzymetypes). 2005) .

### **3. Clasificación de las Enzima**

#### **a. Oxido-reductasas**

Son las enzimas relacionadas con las oxidaciones y las reducciones biológicas que intervienen de modo fundamental en los procesos de respiración y fermentación. Las oxidoreductasas son importantes a nivel de algunas cadenas metabólicas, como la escisión enzimática de la glucosa, fabricando también el ATP, verdadero almacén de energía. Extrayendo dos átomos de hidrógeno, catalizan las oxidaciones de muchas moléculas orgánicas presentes en el protoplasma; los átomos de hidrógeno tomados del sustrato son cedidos a algún captor. En esta clase se encuentran las siguientes subclases principales: Deshidrogenasas y oxidasas. Son más de un centenar de enzimas en cuyos sistemas actúan como donadores, alcoholes, oxácidos aldehidos, cetonas, aminoácidos,  $DPNH_2$ ,  $TPNH_2$ , y muchos otros compuestos y, como receptores, las propias coenzimas DPN y TPN, citocromos,  $O_2$ , etc. (<http://www.monografias.com/trabajos5/enzimo/enzimo> 2003).

### CUADRO 3. CLASIFICACION DE LAS ENZIMAS

<p>1. Oxido-reductasas (Reacciones de oxido-reduccion).</p>	 <p>Si una molécula se reduce, tiene que haber otra que se oxide</p>
<p>2. Transferasas (Transferencia de grupos funcionales)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <input type="checkbox"/> grupos aldehidos</li> <li>✓ <input type="checkbox"/> grupos acilos</li> <li>✓ <input type="checkbox"/> grupos glucosilos</li> <li>✓ <input type="checkbox"/> grupos fosfatos (quinasas)</li> </ul>
<p>3. Hidrolasas (Reacciones de hidrolisis)</p>	 <p>Transforman polímeros en monómeros. Actúan sobre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <input type="checkbox"/> enlace éster</li> <li>✓ <input type="checkbox"/> enlace glucosídico</li> <li>✓ <input type="checkbox"/> enlace peptídico</li> <li>✓ <input type="checkbox"/> enlace C-N</li> </ul>
<p>4. Liasas (Adición a los dobles enlaces)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <input type="checkbox"/> Entre C y C</li> <li>✓ <input type="checkbox"/> Entre C y O</li> <li>✓ <input type="checkbox"/> Entre C y N</li> </ul>
<p>5. Isomerasas (Reacciones de isomerización)</p>	 <p>glucosa      galactosa</p>
<p>6. Ligasas (Formación de enlaces, con aporte de ATP)</p>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <input type="checkbox"/> Entre C y O</li> <li>✓ <input type="checkbox"/> Entre C y S</li> <li>✓ <input type="checkbox"/> Entre C y N</li> <li>✓ <input type="checkbox"/> Entre C y C</li> </ul>

### **b. Las Transferasas.**

Estas enzimas catalizan la transferencia de una parte de la molécula (dadora) a otra (aceptora). Su clasificación se basa en la naturaleza química del sustrato atacado y en la del aceptor. También este grupo de enzimas actúan sobre los sustratos mas diversos, transfiriendo grupos metilo, aldehído, glucosilo, amina, sulfató, sulfúrico, etc.. (<http://www.monografias.com/trabajos5/enzimo/> 2003).

### **c. Las Hidrolasas**

Esta clase de enzimas actúan normalmente sobre las grandes moléculas del protoplasma, como son la de glicógeno, las grasas y las proteínas. La acción catalítica se expresa en la escisión de los enlaces entre átomos de carbono y nitrógeno (C-N) o carbono oxígeno (C-O); Simultáneamente se obtiene la hidrólisis (reacción de un compuesto con el agua)de una molécula de agua. El hidrógeno y el oxidrilo resultantes de la hidrólisis se unen respectivamente a las dos moléculas obtenidas por la ruptura de los mencionados enlaces. La clasificación de estas enzimas se realiza en función del tipo de enlace químico sobre el que actúan. A este grupo pertenecen proteínas muy conocidas: la pepsina, presente en el jugo gástrico, y la tripsina y la quimiotripsina, segregada por el páncreas. Desempeñan un papel esencial en los procesos digestivos, puesto que hidrolizan enlaces pépticos, estéricos y glucosídicos (<http://www.monografias.com/trabajos5/enzimo/enzimo> 2003).

### **d. Las isomerasas**

Transforman ciertas sustancias en otras isómeras, es decir, de idéntica fórmula empírica pero con distinto desarrollo. Son las enzimas que catalizan diversos tipos de isomerización, sea óptica, geométrica, funcional, de posición, etc. Se dividen en varias subclases.

Las racemasas y las epimerasas actúan en la racemización de los aminoácidos y en la epimerización de los azúcares. Las primeras son en realidad pares de enzimas específicas para los dos isómeros y que producen un solo producto común. Las isomerasas cis – trans modifican la configuración geométrica a nivel de un doble ligadura. Las óxido – reductasas intramoleculares catalizan la interconversión de aldosas y cetosas, oxidando un grupo CHOH y reduciendo al mismo tiempo al C = O vecino, como en el caso de la triosa fosfato isomerasa, presente en el proceso de la glucólisis ; en otros casos cambian de lugar dobles ligaduras, como en la (tabla) isopentenil fosfato isomerasa, indispensable en el cambio biosintético del escualeno y el colesterol. Por fin las transferasas intramoleculares (o mutasas) pueden facilitar el traspaso de grupos acilo, o fosforilo de una parte a otra de la molécula, como la lisolecitina acil mutasa que transforma la 2 – lisolecitina en 3 – lisolecitina, etc. Algunas isomerasas actúan realizando inversiones muy complejas, como transformar compuestos aldehídos en compuestos cetona, o viceversa. Estas últimas desarrollan una oxidorreducción dentro de la propia molécula (óxido reductasa intramoleculares) sobre la que actúan, quitando hidrógeno, a algunos grupos y reduciendo otros; actúan ampliamente sobre los aminoácidos, los hidroxácidos, hidratos de carbono y sus derivados (<http://www.monografias.com/trabajos5/enzimo/enzimo2003>).

#### **e. Las Liasas**

Estas enzimas escinden (raramente construyen) enlaces entre átomos de carbono, o bien entre carbono y oxígeno, carbono y nitrógeno, y carbono y azufre. Los grupos separados de las moléculas que de sustrato son casi el agua, el anhídrido carbónico, y el amoníaco. Algunas liasas actúan sobre compuestos orgánicos fosforados muy tóxicos, escindiéndolos ;



otros separan el carbono de numerosos sustratos (<http://www.monografias.com/trabajos5/enzimo/enzimo> 2003).

#### **f. Las Ligasas**

Es un grupo de enzimas que permite la unión de dos moléculas, lo cual sucede simultáneamente a la degradación del ATP, que, en rigor, libera la energía necesaria para llevar a cabo la unión de las primeras. Se trata de un grupo de enzimas muy importantes y recién conocidas, pues antes se pensaba que este efecto se llevaba a cabo por la acción conjunta de dos enzimas, una fosfoquinasa, para fosforilar a una sustancia A ( $A + \text{ATP} \rightarrow A - \text{P} + \text{ADP}$ ) y una transferasa que pasaría y uniría esa sustancia A, con otra, B ( $A - \text{P} + B \rightarrow A - B + \text{P}_i$ ). A este grupo pertenecen enzimas de gran relevancia reciente, como las aminoácido-ARNt ligasas conocidas habitualmente con el nombre de sintetetasas de aminoácidos-ARNt o enzimas activadoras de aminoácidos que representan el primer paso en el proceso biosintético de las proteínas, y que forman uniones C-O; las ácido-tiol ligasas, un ejemplo típico de las cuales es la acetil coenzima A sintetetasa, que forma acetil coenzima A a partir de ácido acético y coenzima A; las ligasas ácido-amoniaco (glutamina sintetetasa), y las ligasas ácido-aminoácido o sintetetasas de péptidos, algunos de cuyos ejemplos más conocidos son la glutación sintetetasa, la carnosina sintetetasa, etc. (<http://www.monografias.com/trabajos5/enzimo/enzimo> 2003).

#### **4. Acción de las Enzimas**

La acción de estas enzimas se manifiesta con la formación de enlaces entre átomos de carbono y oxígeno de diversas moléculas, o bien entre carbono y azufre, carbono y nitrógeno y carbono y carbono. Las ligasas utilizan siempre, para el proceso de reacción, la energía proporcionada por el ATP o compuestos homólogos que son degradados. Por consiguiente las enzimas de esta clase son

los únicos que intervienen en reacción no espontánea desde un punto de vista termodinámico; Actúan sobre los sustratos más diversos y revisten particular importancia en el metabolismo de los ácidos nucleicos. Estas reacciones enzimáticas se desarrollan en dos tiempos: en el primero se forma un complejo intermedio con potencia energética muy alta, en el segundo utilizan la energía obtenida para realizar la reacción de síntesis (<http://www.monografias.com/trabajos5/enzimo/enzimo> 2003).

#### CUADRO 4. ACCIÓN DE LAS ENZIMAS

Grupo	Acción	Ejemplos
1. Oxidoreductasas	Catalizan reacciones de oxidorreducción. Tras la acción catalítica quedan modificados en su grado de oxidación por lo que debe ser transformados antes de volver a actuar de nuevo.	Dehidrogenasas Aminooxidasa Deaminasas Catalasas
2. Transferasas	Transfieren grupos activos (obtenidos de la ruptura de ciertas moléculas) a otras sustancias receptoras. Suelen actuar en procesos de interconversiones de azúcares, de aminoácidos, etc	Transaldolasas Transcetolasas Transaminasas
3. Hidrolasas	Verifican reacciones de hidrólisis con la consiguiente obtención de monómeros a partir de polímeros. Suele ser de tipo digestivo, por lo que normalmente actúan en primer lugar	Glucosidasas Lipasas Peptidasas Esterasas Fosfatasas
4. Isomerasas	Actúan sobre determinadas moléculas obteniendo de ellas sus isómeros de función o de posición. Suelen actuar en procesos de interconversion	Isomerasas de azúcar Epimerasas Mutasas
5. Liasas	Realizan la degradación o síntesis (entonces se llaman sintetasas) de los enlaces denominados fuertes sin ir acoplados a sustancias de alto valor energético.	Aldolasas Decarboxilasas
6. Ligasas	Realizan la degradación o síntesis de los enlaces fuertes mediante el acoplamiento a sustancias ricas en	Carboxilasas Peptidosintetasas

energía como los nucleosidos del ATP

---

FUNTE:[http://www.fpolar.org.ve/ats/ats/ats\\_info/eventos/porcicultores/mireya\\_lopez/lopez.html](http://www.fpolar.org.ve/ats/ats/ats_info/eventos/porcicultores/mireya_lopez/lopez.html)

## 5. **Phytex 500**

La fitasa es una enzima que se encuentra en la naturaleza, principalmente, en las plantas. Se forma en la etapa de crecimiento para suplirle fósforo a la planta durante esa etapa.

La fitasa también se encuentra en el moco del intestino delgado de muchos animales, y en el caso de micro-organismos, se encuentra en el *Aspergilo sp.* y en la levadura. PHYTEX 500, se obtiene mediante un proceso natural, del *Aspergillus Níger*, Sin modificar su estructura genética. (NON-GOM) (<http://www.inta.gov.ar/pergamino/investiga/grupos/porcinos/macro-gestan.htm>).

### a. **Modo de Acción**

Inositol Hexafosfato, (IH), esta presente en cereales y materias primas de origen vegetal, en uno a tres por ciento. Este (IH) contiene ácido fosfórico en un 60% a 80%. Ejemplo, en Trigo (IH): 0.6% a 1.4% (w/w); Bran (IH): 2.6% a 5.4% (w/w); Soy Flakes (IH): 1.5% a 1.8% (w/w); Conc.Prot. (IH): 2.0% a 3.0% (w/w). La fitasa rompe la molécula (IH), liberando el ácido fosfórico (su contenido de fósforo), haciéndolo biodisponible al animal, por lo tanto, reduciendo en la misma cantidad, la necesidad de fósforo inorgánico.

PHYTEX 500 ahorros en formulación, unidades de actividad y ventajas económicas Cuando se añade PHYTEX 500 al alimento, en los niveles recomendados, se permiten un ahorro de 1.5% en proteínas y 0.1% en fósforo, en la formulación. Estos representan un ahorro, de por lo menos, el 60% de su costo de inclusión por TM de alimento. Una unidad de actividad de fitasa en PHYTEX

500, se define como "la cantidad de enzima requerida para liberar 1 micromole de fósforo inorgánico por minuto bajo las condiciones de su método de de cuantificación".

Una unidad de actividad AGR U\* se define como "la cantidad de enzima requerida para producir (en conjunto): un incremento de 1.5% (w/w) de proteína soluble y 0.1% (w/w) de fósforo liberado", a pH 5 y 37°C en un gramo de alimento standard formulado. PHYTEX 500 contiene 5,000 AGR U\* por gramo ([http://www.inta.gov.ar/pergamino/investiga/grupos/porcinos/macro\\_gesta.2004](http://www.inta.gov.ar/pergamino/investiga/grupos/porcinos/macro_gesta.2004)).

#### **b. Otros beneficios**

Insositol Hexafosfato (IH), se enlaza con minerales, tales como el hierro, el calcio y el magnesio en el alimento, disminuyendo la bio-disponibilidad de estos. (IH) también forma complejos moleculares insolubles con proteínas, Estos complejos previenen la actividad de enzimas digestivas , reduciendo la digestibilidad de estas proteínas y sus funciones, tales como las funciones emulsificadoras .

Estos complejos moleculares, por lo tanto , crean la necesidad de fósforo inorgánico, como aditivo, en la ración. y son excretados en las eses fecales, creando contaminación al medio ambiente en las operaciones porcícolas ([http://www.inta.gov.ar/pergamino/investiga/grupos/porcinos/macro\\_gesta.2004](http://www.inta.gov.ar/pergamino/investiga/grupos/porcinos/macro_gesta.2004)).

#### **c. Inclusión de Phytex 500 en la ración**

Se incluye 100 gramos por TM de alimento. PHYTEX 500 puede ser premezclado o añadido directamente a la mezcladora. 100 gramos de inclusion proveen 500,000 unidades AGR U\* por TM de alimento ([http://www.inta.gov.ar/pergamino/investiga/grupos/porcinos/macro\\_gesta.2004](http://www.inta.gov.ar/pergamino/investiga/grupos/porcinos/macro_gesta.2004)).

Peers .F.G. (1953) manifiesta que en general, la suplementación con este tipo de enzimas mejora la disponibilidad del complejo fitato-fósforo. En ciertos estudios, además, se observó una mayor ganancia diaria de peso y/o una mejor eficiencia en la utilización del alimento por parte de los animales. Estos resultados parecen indicar que esta enzima contribuye, de una manera directa o indirecta, a los procesos anabólicos corporales y, por tanto, producen beneficios ambientales en términos de reducir la cantidad de nitrógeno y fósforo excretado por los animales.

El fósforo es un nutriente esencial que, además de formar parte de los huesos, está implicado en muchas funciones biológicas: la regulación del pH intra y extracelular, la acumulación de energía en forma de ATP, el transporte de lípidos y la formación de membranas biológicas.

En cerdos, Ecckhout W. y de Paepe M. (1991) demostraron diferencias en la eficacia de fitasas mediante la comparación del incremento en la digestibilidad de P con 500 U/kg de fitasa microbiana y fitasa de salvado de trigo. La mejoría medida alcanzó 50% con la enzima microbiana mientras solo alcanzó 30% con la fitasa de salvado de trigo.

#### **d. Características**

Actividad vrs temperatura: 100% Act.@ 60 °C. Rango: 48°C to 68°C , Actividad Vrs. pH : 100% Act. @ pH 6. (Rango de 5.5 to 7). No obstante, PHYTEX 500 puede ser peeltizado a máximo: 80 ° C for 30 seconds. Con una perdida enzimatica aproximada del 5 % to 10%. Es 100% soluble en agua. Para máximo efecto, añadir después del paletizado o en alimento en polvo. ) ([http://www.inta.gov.ar/pergamino/investiga/grupos/porcinos/macro\\_gesta.2004](http://www.inta.gov.ar/pergamino/investiga/grupos/porcinos/macro_gesta.2004))

#### **6. Hydroenzyme DC**

Es un suplemento concentrado de enzimas, probióticos, y anticuerpos

especialmente diseñados para ser empleados con el objeto de lograr una digestión eficaz y completa, mejorando substancialmente la absorción de nutrientes en las cerdas, al facilitarle a las cerdas la digestión del alimento mediante el efecto hidrolítico que tienen las enzimas, mejorando la bio-disponibilidad de estos nutrientes y su absorción en el tracto digestivo. Por otra parte, se produce una reducción de viscosidad de la digesta lo que facilita su paso por el tracto digestivo, evitándole a las cerdas malestares digestivos, mejorando su estado de ánimo general. Adicionalmente, Hydroenzyme DC contrarresta los problemas de disfunción metabólica inherente a las cerdas, evita gases y resulta en un excremento seco e inodoro, también, mejorando el manejo y ambiente de las cerdas.

Por otra parte, el conjunto de pro-bióticos y anticuerpo que también integran la Hydroenzyme DC aumenta la inmunidad pasiva de las cerdas, lo que resulta en un alimento de mayor calidad que contribuye a que las cerdas tengan mayor protección contra enfermedades, reduciendo costos veterinarios., al producir un mejor estado general de salud del mismo.

El efecto neto del uso de la Hydroenzyme DC es un alimento óptimamente eficiente que provee a las cerdas con medios para una óptima digestión y vectores para mayor inmunidad, resultando en un alimento de la mejor calidad y una cerda de la mejor salud y estado de ánimo general posible (<http://www.engormix.com/s> 2005).

#### **a. Modo de acción y de dosificación**

Con Hydroenzyme DC se alcanza una disponibilidad máxima de nutrientes mediante la acción hidrolizante que tienen sus componentes: PROTEASA, AMILASA, CELULASA, LIPASA, PEPTINASA, BETA GLUCANASA, HEMICELULASA y FITASA, en los grupos de aminos, carbohidratos, lípidos

, fibras de los alimentos e inositol hexafosfato, respectivamente. Las enzimas arriba mencionadas son producidas a partir del *Aspergillus Orizae*, por el método de fermentación y extracción.

Proteína + Proteasa = Peptina + Aminoácidos

Almidón + Amilasa = Glucosa

Celulosa + Celulasa = Glucosa + Celubiosa

Grasa + Lipasa = Glicerina

Peptina + Peptinasa = Acido Galactutónico

Lactosa + Lactasa = Glucosa + Galactose

B-Glucans + Beta - Glucanasa = Hidrólisis de B-glucans + Reducción de Viscosidad de Excreta

Hemicelulosa + Hemicelulasa = Reducción de pegajosidad de excreta

Hydroenzyme DC también contiene probióticos (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium thermophilum*, *Bifidobacterium longum*, *Streptococcus faecium* y *Bacillus subtilis* dirigidos a restaurar la flora intestinal y a producir ácido láctico en micro-áreas intestinales locales, resultando en una acción microbicida y así también contribuyendo a la eliminación de los agentes patógenos en el tracto digestivo. *Bacillus subtilis*, también produce enzimas en micro-localidades intestinales, ayudando a un mejor metabolismo intestinal. Hydroenzyme DC contiene el anticuerpo: Rota-virus Bovino, el cual tiene cruce efectivo contra el Parvovirus (<http://www.avancesentecnologiaporcina.com/contenido.1.htm>2005).

La Hydroenzyme DC se dosifica, mezclado con agua o aceite, mediante equipos estándares, después del extrusor o peletizador, de acuerdo a las siguientes dosis por TM alimento y promedios de asimilización de Hydroenzyme DC por mascota: 150 gramos / TM - La Hydroenzyme DC se adiciona después de la extrusión, mezclada con aceite o agua (<http://www.avancesentecnologiaporcina.com/contenido.1.htm> 2005).

## **b. Hydroenzyme XP - Suplemento enzimático**

Hydroenzyme XP es un suplemento concentrado de enzimas y probióticos, empleado con el objeto de lograr una digestión eficaz y completa, mejorando substancialmente la absorción de nutrientes. Namkung (1999) afirma que al facilitarle al animal, la digestión del alimento mediante el efecto hidrolítico que tienen las enzimas, mejora la biodisponibilidad de este y la absorción en el tracto digestivo, resultando en un ahorro de energía que se refleja en una mejor conversión y ganancia de peso; con el consiguiente impacto favorable en los costos. Además, las enzimas Xylanasa y Lactasa, que se agregan a las básicas de la Hydroenzyme normal hacen factible el mejor uso de materias primas más económicas, tales como los subproductos de trigo y subproductos lácteos, formulados con frecuencia en los alimentos para cerdos.

Por otra parte, el conjunto de probióticos que también integra la Hydroenzyme XP incide en un mejor estado general de salud, que se traduce en una reducción importante en los niveles de mortalidad y por ende en una mejora sensible en la sobrevivencia al final de la crianza. Eventualmente, puede reducirse o prescindirse del uso de otros elementos usuales tales como son los antibióticos de rutina en el alimento y los ya clásicos promotores de crecimiento. El efecto neto del uso de la Hydroenzyme XP es una mayor producción de carne más magra, de un menor costo y una superior calidad a nivel del consumidor final; por lo que la experiencia de su utilización la confirma como un factor determinante de una cría más competitiva (<http://www.avancesentecnologiaporcina.com/contenido.1.htm> 2005).

## **c. Modo de acción y de dosificación**

Con Hydroenzyme XP se alcanza una disponibilidad máxima de nutrientes mediante la acción hidrolizante que tienen sus componentes: PROTEASA, AMILASA, CELULASA, LIPASA, PEPTINASA, LACTASA, XILANASA y FITASA



en los grupos de aminos, carbohidratos, lípidos ,fibras de los alimentos e inositol hexafosfato, respectivamente. Las enzimas arriba mencionadas son producidas a partir del *Aspergillus Orizae*, por el método de fermentación y extracción (<http://www.cipav.org.co/cipav/resrch/livestk/ipiedad.htm> 2005).

#### CUADRO 5. MODO DE ACCION Y DOCIFICACION DE HIDROENZIMAS

Proteína	+	Proteasa	=	Peptina	+	Aminoacid
Almidón	+	Amilasa	=	Glucosa		
Celulosa	+	Celulasa	=	Glucosa	+	Celubiose
Grasa	+	Lipasa	=	Glicerina		
Peptina	+	Peptinasa	=	Acido Galactutónico		
Lactosa	+	Lactasa	=	Glucosa	+	Galactosa
Xilan	+	Xilanasa	=	Xilosa (reduce viscosidad de la digesta)		
Fitasa + Inositol Hexafosfato			=	Fósforo + Componentes Residuales (Inositol )		

FUENTE <http://www.cipav.org.co/cipav/resrch/livestk/ipiedad.htm>

También contiene probióticos (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium thermophilum*, *Bifidobacterium longum*, *Streptococcus faecium*) dirigidos a restaurar la flora intestinal y a producir ácido láctico en áreas intestinales locales, resultando en una acción microbicida y así también contribuyendo a la eliminación de los agentes patógenos en el tracto digestivo. La Hydroenzyme (XP) se dosifica como cualquier otro microingrediente, sin necesidad de equipos especiales adicionales; y, dado que es un compuesto concentrado, solo es necesario diluirlo en una premezcla con un excipiente. Se usa a razón de 75 grs. de ingrediente activo por tonelada métrica de alimento para pollos; 100 grs. para cerdos y de 75 a 100 grs. de ingrediente activo por tonelada métrica de alimento para vacas. La premezcla se hace con SiO<sub>3</sub> para adicionar en la mezcladora a razón de 1 kg. por T.M de alimento de alimento. La Hydroenzyme (XP) es estable al proceso normal de peletización (80°C, 2 minutos) (<http://www.cipav.org.co/cipav/resrch/livestk/ipiedad.2004>).

**CUADRO 6. NIVELES MÍNIMOS GARANTIZADOS DE ENZIMAS Y PROBIÓTICOS**

<b>Enzima</b>	<b>UFC/lb Min.</b>	<b>Probiótico</b>	<b>UFC/lb Min.</b>
Proteasa	455.000	Lactobacilus	45.000.000.000
		Acidofilus	
Amilasa	3.412.500	Bifedobacterium	45.000.000.000
		Thermophilum	
Celulasa	182.000	Bifedobacterium	45.000.000.000
		Longum	
Peptinasa	91.000	Streptococus	45.000.000.000
		Faecium	
Lipasa	136.500		
Lactasa	2.000		
Xilanasa	817.000		
Phytasa	6,800		

FUENTE <http://www.cipav.org.co/cipav/resrch/livestk/ipiedad.htm> (2002)

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación se realizó en el Unidad Productiva Porcina de la F.C.P de la ESPOCH y tuvo una duración de 170 días los mismos que se dividieron en 114 días para el periodo de gestación y 49 días para el periodo de lactancia. Las condiciones meteorológicas se presentan en el (Cuadro 7).

#### **B. CONDICIONES METEREOLÓGICAS**

##### **CUADRO 7. CONDICIONES METEREOLÓGICAS DE LA ESPOCH**

<b>PARÁMETROS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>PROMEDIO</b>
Temperatura	°C	13,43
Humedad Atmosférica	%	65,90
Precipitación	mm/año	357,3
Heliofania	h/luz/año	1125
Velocidad del viento	m/sg	2,16

Fuente: Estación meteorológica Facultad de RRNN (2002)

#### **C. UNIDADES EXPERIMENTALES**

Las unidades experimentales totales se conformaron de 12 cerdas del cruce York X Landrace, de 9 meses de edad y con un peso aproximado de 135 Kg. El

tamaño de la unidad experimental fue de una cerda.

## **D. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES**

Para el desarrollo de la presente investigación se contó con las siguientes Materiales, Equipos e instalaciones, disponibles en el UPP de la ESPOCH.

### **1. De campo**

- Equipo sanitario.
- Jeringuillas.
- Equipo veterinario.
- Equipo de manejo
- Alimento (Balanceado)
- Corrales
- Desparasitantes a base de Ivermectina.
- Vitamina ADE
- Vacunas
- Antibióticos
- Formol
- Cloro
- Eterol
- Yodo
- Enzimas (Phytex 500 , Hidroenzima)

### **2. De laboratorio**

- Balanzas de precisión

### **3. Equipo de oficina**

- Cámara fotográfica
- Calculadora

- Computadora

#### 4. Instalaciones

En el desarrollo de la presente investigación se utilizó las instalaciones de la Unidad Productiva Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH.

### E. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL

En la presente investigación se evaluó el efecto de la alimentación de cerdas con la suplementación de enzimas (Phytex 500 e Hidroenzima), frente a un tratamiento control que recibió la dieta normal sin suplementación de enzimas, en total tres tratamientos, con cuatro repeticiones cada uno, que se distribuyeron bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) ajustado al siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Valor de la variable de respuesta

$\mu$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto de tratamientos

$\varepsilon_{ijk}$  = Efecto del error experimental

#### CUADRO 8. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO

TRATAMIENTOS	CÓDIGO	TUE	REPET	No. ANIMALES
Testigo	TES	1	4	4
Fitasa	PHYTEX	1	4	4
Hidroenzima	HIDRO	1	4	4
TOTAL UNIDADES EXPERIMENTALES				12

T.U.E. = Tamaño de la unidad experimental,

## **F. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

Durante el desarrollo de la presente investigación se registraron las siguientes mediciones:

### **1. Etapa de gestación**

- Peso inicial (kg)
- Peso final (kg)
- Consumo de alimento diario y total, (kg)
- Ganancia de peso diaria y total, (kg)
- Costo por kg de ganancia de peso, dólares

### **2. Etapa de lactancia**

- Peso al nacimiento y destete de lechones, machos y hembras, (kg)
- Mortalidad de Lechones
- Peso inicial de reproductoras, (kg)
- Peso final de reproductoras, (kg)
- Consumo de alimento diario y total, (kg)
- Costo por kg de ganancia de peso, dólares

## **G. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA**

Las variables dependientes consideradas fueron sometidas a los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de varianza (ADEVA) para un DCA.
- Prueba de separación de medias (DUNCAN,  $\alpha \leq 0.05$  Y  $0.01$ )

- Estadística descriptiva: Histogramas.

### **CUADRO 9. ESQUEMA DEL ADEVA**

<b>FUENTE DE VARIACIÓN</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
Total	11
Tratamientos	2
Error	9

### **H. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

#### **1. Descripción del experimento**

Antes del inicio de la investigación se prepararon y desinfectaron los corrales, luego se readecuaron los bebederos y comederos.

En cada una de las unidades experimentales se sortearon o randomizaron los tratamientos.

Todas las unidades experimentales tuvieron igual manejo general y alimenticio, el suministro del mismo se realizó de la siguiente forma: En la etapa de gestación se suministró 2,5 kg /día a cada animal. En la etapa de lactancia se suministró 2 kg /día a cada animal y por cada lechón 0.5 kg de alimento.

El peso de los cerdos se tomó semanalmente para calcular la ganancia de peso, de igual manera la conversión alimenticia que se determinó al relacionar el peso con el consumo de alimento. Se tomó datos de todas las fases descritas anteriormente para determinar el índice de Beneficio / costo general.

Este procedimiento experimental de campo se llevó de acuerdo al cronograma de actividades establecidas por la UPP de la ESPOCH, y de acuerdo a lo explicado anteriormente.

Durante todo el trabajo de campo se realizó la limpieza y desinfección de los

corrales. Se implementó también un calendario de manejo en el cual se llevó a cabo las siguientes actividades:

- Desparasitación a base de ivermectina.
- Vitaminización con ADE3
- Vacuna triple
- Vacuna cólera porcino
- Vacuna fiebre aftosa

#### **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los datos experimentales obtenidos se analizaron estadísticamente en las dos etapas: gestación ( $114 \pm 3$  días) y lactancia (49 días), considerándose un periodo de 164 días durante todo el ensayo. En cada una de las etapas se analizó el efecto de la utilización de enzimas en la alimentación de cerdas, sobre su comportamiento productivo.

##### **A. EFECTO DE LA UTILIZACION DE ENZIMAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CERDAS EN LA ETAPA DE GESTACIÓN.**

###### **1. Peso inicial y final**

Al analizar estas variables, se registra promedios de 131.25, 129.5 y 143.25 kg para los tratamientos: Testigo, Hidroenzimas y Phytex respectivamente al inicio de la etapa de gestación. Por otro lado en el peso final no se encontró diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio, presentando al final de la etapa de gestación promedios de 144.44, 142.04 y 159.86 kg. para el Testigo, Hidroenzimas y Phytex en su orden (Cuadro 10, Anexo 1).

###### **2. Ganancia de peso**

Para la ganancia de peso en la etapa de gestación, se obtuvo ganancias de peso promedio de 16.61 kg. para Phytex el mismo que tuvo una diferencia altamente



significativa, en relación a las Hidroenzimas y Testigo con valores promedio de 12.54 y 13.19 kg. respectivamente (Cuadro 10, Grafico 3).

La ganancia de peso diaria se distribuyó de manera similar a la ganancia de peso total, durante la etapa de gestación hallándose diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio, reportándose un incremento promedio de peso diario de 145.72 gr. para Phytex el mismo que tuvo diferencias altamente

Cuadro 10

Grafico 3

significativas, en relación a las Hidroenzimas y Testigo con promedios de ganancia diaria de 109.96 y 115.68 gr. Respectivamente (Cuadro 10).

De esta manera se obtienen los mejores resultados con Phytex, confirmando también lo que manifiesta Peers FG. (1953) que en general, la suplementación con este tipo de enzimas mejora la disponibilidad del complejo fitato-fósforo. En ciertos estudios, además, se observó una mayor ganancia diaria de peso y/o una mejor eficiencia en la utilización del alimento por parte de los animales. Estos resultados parecen indicar que esta enzima contribuye, de una manera directa o indirecta, a los procesos anabólicos corporales y, por tanto, producen beneficios ambientales en términos de reducir la cantidad de nitrógeno y fósforo excretado por los animales.

### **3. Consumo de Alimento**

El consumo de alimento diario en esta etapa fue estandarizado ya que diariamente se suministró 2.5 kg. por animal. Cada una de las dietas cubrió los requerimientos nutricionales para esta etapa. Por lo que cada dieta presentó en su composición bromatológica, 12.9% de Proteína Bruta, 3150.03 Kcal/Kg de EM para Cerdos, 5.89% de Fibra cruda y 9.58 de Estrato etéreo. Registrándose durante toda la etapa un consumo total de 285 kg. de alimento por reproductora (Cuadro 10).

### **4. Costo por kg. de ganancia de peso**

El Costo por kg. de ganancia de peso durante esta etapa se analizó, mediante la relación de la conversión alimenticia de la etapa de gestación, por el costo del kg. de alimento: obteniéndose para el ensayo un costo por kg. de ganancia de peso de 4.81 USD, para Phytex que fué el mejor, por resultar menos costoso, este tuvo una diferencia altamente significativa, en relación a las Hidroenzimas y Testigo con valores promedio de 6.37 y 6.05 USD, en su orden, durante la etapa de gestación (Cuadro 10).

## **6. Duración de la gestación**

En la variable duración de la gestación no se halló diferencia estadística entre los tratamientos en estudio presentando una duración de esta etapa promedios de 115.0, 113.25 y 114.0 días, para Hidroenzimas, Phytex y Testigo respectivamente. Es decir que la utilización de enzimas no afecta a este parámetro reproductivo, ya que a más de no existir diferencia estadística no sale del rango de  $114 \pm 3$  días que presenta una gestación normal en esta especie. Durante esta etapa no se registró mortalidad de reproductoras (Cuadro 10).

## **B. EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE ENZIMAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CERDAS EN LA ETAPA DE LACTANCIA.**

### **1. Peso inicial y final**

El peso al inicio de la etapa de lactancia, registró promedios de 130.71, 129.75 y 143.07 kg. para los tratamientos: Testigo, Hidroenzimas y Phytex respectivamente. Por su parte el peso final no demostró diferencia estadística alguna, entre los promedios de los tratamientos en estudio presentando hasta el final de la etapa de lactancia promedios de 131.54, 130.67 y 144.95 kg. para los tratamientos: Testigo, Hidroenzimas y Phytex en su orden. De esta manera se aprecia que la condición de las reproductoras, baja en esta etapa, ya que tiene que remover sus reservas corporales para alimentar a sus crías (Cuadro 11, Anexo 2).

## 2. Ganancia de peso

La ganancia de peso en esta etapa no tuvo diferencias significativas entre los tratamientos utilizados ya que se consideró el peso ganado por las madres y el

### CUADRO 11

GRAFICO 4

peso ganado por los lechones, los cuales durante esta etapa se alimentan exclusivamente de leche materna, teniéndose para el experimento pesos promedios de 82.64, 73.47 y 89.04 para los tratamientos: Testigo, Hidroenzimas y el Phytex respectivamente, durante los 49 días de la etapa de lactancia (Cuadro 11, Gráfico 4).

La ganancia de peso diaria se distribuyó de manera similar a la ganancia de peso total, sin registrar diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio, obteniéndose un incremento de peso diario de 1686.5 gr. para el Testigo, 1499.3 gr. para Hidroenzimas y 1817.1 gr para el Phytex (Cuadro 11).

Es importante recalcar la importancia que tiene la etapa de lactancia, como una etapa crítica de la producción porcina, por lo que el suministro de enzimas que permitan una eficiente asimilación de fósforo, de acuerdo a lo que manifiesta Peers FG. (1953) que el fósforo es un nutriente esencial que, además de formar parte de los huesos, está implicado en muchas funciones biológicas: la regulación del pH intra y extracelular, la acumulación de energía en forma de ATP, el transporte de lípidos y la formación de membranas biológicas.

### **3. Consumo de Alimento**

El consumo de alimento en esta etapa, estuvo en función al número de lechones que cada madre debe alimentar durante esta etapa, sin embargo no existió diferencia significativa entre el consumo total de los animales que conformaron cada uno de los tratamientos en estudio. Reportándose durante esta etapa un

consumo total de 367.50, 349.13 y 361.34 kg. para Testigo, Hidroenzimas y Phytex en su orden (Cuadro 11).

#### **4. Costo por kg. de ganancia de peso**

El Costo por kg. de ganancia de peso obtenido en esta etapa fue: 1.28 USD, para el Testigo, 1.38 USD para las Hidroenzimas y 1.18 USD para Phytex, durante los 49 días de la etapa de lactancia, que aunque no muestran diferencias significativas numéricamente se puede determinar que con la utilización de Phytex, resulta más económico obtener un kg. de ganancia de peso. De esta manera se puede determinar de manera general que las enzimas utilizadas si ayudan al desdoblamiento proteico, para mejorar la asimilación de los nutrientes existentes en cada una de las materias primas que conformaron el alimento suministrado. Durante esta etapa no se registró mortalidad de reproductoras ( Cuadro 11).

### **C. EFECTO DE LA UTILIZACIÓN DE ENZIMAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA CAMADA DE CERDAS.**

#### **1. Tamaño de camada al nacimiento y destete**

El tamaño de camada al nacimiento, para los diferentes tratamientos no tuvo diferencias estadísticas significativas, como efecto de la utilización de enzimas, por lo que se reportaron promedios de 9.00, 9.25 y 10.00 lechones por camada para los tratamientos Testigo, Hidroenzimas y Phytex respectivamente (Cuadro 12, Gráfico 9).

Al destete el tamaño de camada no tuvo diferencias estadísticas significativas, al igual que al nacimiento, por lo que se registraron medias de 9.00, 8.25 y 9.00 lechones por camada para los Testigo, Hidroenzimas y Phytex en su orden (Gráfico 9).

#### **2. Peso de lechones al nacimiento y destete**



En términos de análisis, los lechones obtenidos en la presente investigación, se dividieron en función del sexo, determinándose pesos promedios que nos permitieron evaluar el efecto de cada uno de los tratamientos:

## CUADRO 12

**GRAFICO 5**

De esta manera se ha determinado que no existió diferencia estadística, en el peso al nacimiento tanto de machos como hembras, reportándose pesos promedios al nacimiento en los machos de 1.59, 1.71 y 1.41 kg. para los tratamientos Testigo, Hidroenzimas y Phytex respectivamente y para las hembras pesos promedios de 1.39, 1.55 y 1.44 kg. para los tratamientos Testigo, Hidroenzimas y Phytex en su orden (Cuadro 12, Gráficos 5 y 6).

Al momento del destete en el día 49 tampoco existió diferencias en los pesos que presentaron los lechones tanto machos como hembras, presentándose promedios para los machos de 9.00, 8.25 y 9.00 kg. para el Testigo, Hidroenzimas y Phytex respectivamente y en las hembras pesos promedios de 9.74, 9.31 y 9.75 kg. para los Testigo, Hidroenzimas y Phytex en su orden (Cuadro 12, Gráficos 5 y 6).

### **3. Ganancia de peso de lechones hasta el destete**

Al evaluar la ganancia de peso total tanto de machos como hembras, no se encontró diferencias estadísticas significativas, registrándose para los machos incrementos promedios de 8.14, 7.60 y 8.34 kg. para Testigo, Hidroenzimas y Phytex respectivamente y en las hembras pesos promedios de 8.64, 8.39 y 7.96 kg. para los tratamientos Testigo, Hidroenzimas y Phytex en su orden (Cuadro 12, Gráficos 7 y 8).

De igual manera se distribuyó la ganancia diaria de peso, teniéndose promedios para los machos de 166.16, 155.15 y 170.23 gr. para Testigo, Hidroenzimas y Phytex respectivamente y en las hembras pesos promedios de 176.34, 171.34 y 162.46 gr. para Testigo, Hidroenzimas y Phytex en su orden (Cuadro 12).

Lo anteriormente expuesto refleja que la utilización de enzimas no influyó sobre la producción láctea, durante los 49 días de lactancia, por lo que se observa homogeneidad en los pesos (Cuadro 12).

## GRAFICO 6

GRAFICO 7

**GRAFICO 8**

**GRAFICO 9**

### **3. Mortalidad de crías**

La mortalidad de lechones si tuvo diferencias significativas en los diferentes tratamientos, no existiendo mortalidad para el tratamiento testigo, en tanto que las crías de las reproductoras alimentadas con enzimas presentan una mortalidad del 9,0 % tanto para Hidroenzimas, como para Phytex, lo cual pudo deberse al tamaño de camada y a las mismas enzimas utilizadas, ya que disminuye los anticuerpos de las cerdas, haciéndolas susceptibles a diversas enfermedades que se pueden desconocer, por su parte la mortalidad de lechones hasta el destete fue nula.

#### **D. EVALUACION ECONÓMICA DE LA UTILIZACION DE ENZIMAS EN LA ALIMENTACION DE CERDAS EN LAS ETAPAS DE GESTACIÓN Y LACTANCIA.**

Para esta evaluación se consideraron, los costos de producción y los ingresos totales, obteniéndose el mejor valor para Phytex con un índice de beneficio - costo de 1.53 lo que quiere decir que por cada dólar invertido durante estas dos etapas (gestación y lactancia) se tiene un beneficio neto de 0.53 USD, en segunda instancia se tuvo al tratamiento Testigo con un índice de 1.51 durante el experimento y finalmente las Hidroenzimas, con un índice de 1.42, valores que estuvieron en función del número de lechones vendidos para cada uno de los tratamientos, por ello la mortalidad al nacimiento, repercutió económicamente al final del experimento. Se ha determinado que con la utilización de Hidroenzimas el beneficio-costos para este ensayo fue menor, lo cual indica que si no se adiciona enzimas estaríamos obteniendo una buena rentabilidad. Por lo anteriormente expuesto, se halla contradicción con lo que expone Namkung H.(1999) que manifiesta que con la utilización de Hidroenzimas, se busca lograr una digestión eficaz y completa, mejorando substancialmente la absorción de nutrientes. Al



facilitarle al animal la digestión del alimento mediante el efecto hidrolítico que tienen las enzimas, mejora la biodisponibilidad de nutrientes y la absorción en el tracto digestivo, resultando en un ahorro de energía que se refleja en una mejor conversión y ganancia de peso; con el consiguiente impacto favorable en los costos (Cuadro 13, Gráfico 10).

### CUADRO 13

**GRAFICO 10**

## **V. CONCLUSIONES**

1. Se ha determinado que los mejores incrementos de peso para las reproductoras, en las dos etapas consideradas, lo tuvo la utilización de Phytex, con 16.61 kg. en la etapa de gestación y 89.04 kg. en la etapa de lactancia.
2. El peso de los lechones al nacimiento y destete así como la ganancia de peso total, no mostró diferencias estadísticas, lo que indica que no hubo influencia de los tratamientos.
3. Se ha comprobado que la duración de la gestación, tamaño de camada al nacimiento y tamaño de camada al destete, no presentaron diferencias estadísticas en función de los tratamientos empleados sobre las reproductoras.
4. El mejor valor para el índice de beneficio costo para esta investigación lo reporta Phytex con un índice de 1.53 lo que quiere decir que por cada dólar invertido durante las etapas gestación y lactancia se tiene un beneficio neto de 0.53 USD, demostrando ser eficiente en términos económicos y productivos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda la utilización de Phytex en la alimentación de cerdas durante la etapa de gestación y lactancia, ya que presentó los mejores resultados productivos durante estas fases, así como también desde el punto de vista económico.
2. Se recomienda la realización de nuevas investigaciones, utilizando diferentes enzimas y en otras etapas fisiológicas de porcinos, con el fin de conocer las mejores alternativas que permitan eficacia y economía .
3. Para investigaciones posteriores se recomienda que las dietas sean racionadas tanto en la mañana como en la tarde sin pasarse de los requerimientos que tienen cada uno de los animales .

## VII. LITERATURA CITADA

1. **ECUADOR ESTACIÓN METEOROLÓGICA FACULTAD DE RRNN ESPOCH 2002** .Riobamba , Ecuador .
2. **EECKHOUT, W.**1991 Efectos Cuantitativos de la industria microbiológica de las phytases con su proporción de absorción Artículo Científico Med Fac . EEUU. Edit. Americana, .pp 56,1643-1647.
3. **[http://www. monografias. com/trabajos 5/enzimo/enzimo..shtml](http://www.monografias.com/trabajos5/enzimo/enzimo.shtml)**. 2003. Monografías trabajo con enzimas .
4. **[http://www. cipav. org. co/cipav/resrch/livestk/ipiedad .htm](http://www.cipav.org.co/cipav/resrch/livestk/ipiedad.htm)**. 2004. Organizaciòn de investigación CIPAV Internacional .
5. **[http://www.inta. gov. ar/pergamino/investiga/grupos/porcinos/macro](http://www.inta.gov.ar/pergamino/investiga/grupos/porcinos/macro)** 2004. Instituto de Investigación para porcinos gestantes .
6. **[http://www.valleyenzymes. com/sp\\_ enzymetypes. asp](http://www.valleyenzymes.com/sp_enzymetypes.asp)**. 2005. Artículo científico de investigación de enzimas.
7. **[http://www.fpolar.org.ve/ats/ats/ats\\_info/eventos/porcicultores/mireya\\_lopez/lopez.html](http://www.fpolar.org.ve/ats/ats/ats_info/eventos/porcicultores/mireya_lopez/lopez.html)**. 2005. Artículo de investigación de enzimas orgánicas vegetales .
8. **[http://www.avancesentecnologiaporcina.com/contenidos/ seldic1 .htm](http://www.avancesentecnologiaporcina.com/contenidos/seldic1.htm)**. 2005. Artículos de avances científicos en alimentos porcinos.

9. <http://www.engormix.com/s>. 2005 Artículo de la empresa Engormix con productos balanceados.
10. **NAMKUNG ,H**.1999. Efectos de las enzimas en dietas metabolizables de energía y la ideal digestibilidad de nitrógeno y aminoácidos .1 a ed, Mexico Edit. Ciencia Popular .pp.78.
11. **NIEMEYER ,H** 1974 Bioquímica.1a. ed. México. Edit Panamericana pp..43-49.
12. **PEERS F.G**. 1953 La Fitaza en la Alimentación ,Bioquímica 1 a ed. España Edit. Grupo Latino .pp 102-110.
13. **WANG ,F .Y FULLER ,M** .1988 Requerimientos básicos de proteínas para cerdos Artículo Científico .EEUU. Edit. Americana .pp.34-45.