



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

“Efecto de superdosis de fitasa sobre el desempeño productivo de cerdas reproductoras y su progenie durante la lactancia”

Trabajo de titulación previo a
la obtención del título de
Médico Veterinario
Zootecnista

Autor:

José Agustin Balvoa Tenelema

CI: 0302480389

Correo electrónico: jose_balvoa@hotmail.com

Director:

Dr. Diego Fernando Rodríguez Saldaña Mg.

CI: 0103899308

Cuenca, Ecuador

13-enero-2020



I. RESUMEN

El estudio se desarrolló en Triunfo, Guayas, en una granja comercial “PorciGran” el objetivo fue evaluar la inclusión de superdosis de fitasa microbiana en cerdas durante la lactancia sobre el comportamiento productivo y reproductivo. Se utilizó 20 cerdas ($n=20$) y se dividieron aleatoriamente en dos tratamientos: T1) Control: fitasa a dosis normal (800 OTU/Kg de alimento) considerando su matriz nutricional y T2) Superdosis: (1600 OTU/Kg de alimento, de los cuales 500 OTU con matriz nutricional + 500 OTU *on top*). Las cerdas fueron alojadas en jaulas individuales y alimentadas *ad libitum* estimulando el consumo. se avaluó: (peso, condición corporal, mm de grasa dorsal) al final del parto, semanal hasta el destete, además; intervalo destete – celo/cubrición (días abiertos), tasa de repetición y confirmación de preñez (al día 30 post-inseminación). En los lechones se evaluaron: nacidos totales, nacidos vivos, peso vivo al nacimiento, semanal y al destete; biomasa total al nacimiento, semanal y al destete; y mortalidad predestete. Además, se tomaron 4 muestras de leche de cada tratamiento en los días: 0 (parto), 11 y 21 (destete) para evaluar su densidad, sólidos totales, grasa, proteína, cenizas, calcio y fósforo. Se utilizó un T de Student para comparar las medias entre los tratamientos y chi-cuadrado para porcentajes. El uso de superdosis (T2) no mostró mayores diferencias significativas más que las esperadas con respecto a la dosis normal (T1); por lo tanto, el peso en cerdas, en el día 0-7 (8,3 vs 15,8), así como, la tasa de fertilidad (100% vs 60%) ($p<0,05$) fueron los peores en T2, no hubo diferencias significativas respecto a la CC y mm de GD, totales destetados, viabilidad pre-destete, y días abiertos. En la composición nutricional de la leche la superdosis tuvo mayor concentración de sólidos totales (29,9 vs 25,4), fósforo (0,11 vs 0,09), cenizas (0,87 vs 0,75) y densidad (1,04 vs 1,01) ($p<0,05$). En conclusión, la superdosis en cerdas reproductoras durante la lactación no tiene efectos positivos sobre los parámetros productivos y reproductivos.

Palabras claves: Comportamiento productivo. Parámetros reproductivos. Cerda, Lechones.



II. ABSTRACT

This study was carried out in Triunfo, Guayas, Ecuador, in the pig farm PORCIGRAN located in the Achote site; objective was to evaluating the inclusion of microbial phytase superdose in sows during lactation on their productive and reproductive behavior. 20 sows ($n = 20$) were used and randomly divided into two treatments: T1) Control: phytase at normal dose (800 OTU / Kg of food) considering its nutritional matrix and T2) Superdose: (1600 OTU / Kg of food, of which 800 OTU with nutritional matrix + 800 OTU *on top*). The sows were housed in individual cages and fed ad libitum stimulating consumption. In sows were evaluated: (weight, body condition, mm of dorsal fat) at the end of labor, weekly until weaning, also, interval - heat / coverage (open days), repetition rate and confirmation of pregnancy (at day 30 post-insemination). In piglets were evaluated: total born, live births, live weight at birth, weekly and at weaning; total biomass at birth, weekly and at weaning; and pre-southeast mortality. In addition, 4 milk samples were taken from each treatment on days: 0 (delivery), 11 and 21 (weaning) to assess their density, total solids, fat, protein, ash, calcium and phosphorus. A Student's T was used to measure the means between treatments and chi-square for percentages. The use of superdose (T2) showed no significant differences more than expected with respect to the normal dose (T1). Therefore, the weight in sows, on day 0-7 (8.3 vs. 15.8), as well as the fertility rate (100% vs. 60%) ($p < 0.05$) were the worst in T2. There was no major significance with respect to the CC and mm of GD, weaned totals, pre-weaning viability, and open days. In the nutritional composition of milk, the superdose had a higher concentration of total solids (29.9 vs. 25.4), phosphorus (0.11 vs. 0.09), ashes (0.87 vs. 0.75) and density (1.04 vs 1.01) ($p < 0.05$). In conclusion, the superdose in breeding sows during lactation has no a positive effects on productive and reproductive parameters.

Keywords: Productive behavior. Reproductive parameters. Sow. Piglets.



ÍNDICE DE CONTENIDO

I. RESUMEN.....	2
II. ABSTRACT.....	3
III. ÍNDICE DE CONTENIDO	4
IV. ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
V. ÍNDICE DE TABLAS.....	7
VI. ÍNDICE DE ANEXOS.....	8
VII. AGRADECIMIENTOS	11
VIII. DEDICATORIA	12
1. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Objetivos.....	14
2. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1. Antecedentes.....	16
2.2. El fósforo en la alimentación de los cerdos	17
2.3. Historia acerca del uso de las enzimas	18
2.4. Bases conceptuales de las enzimas.....	18
2.5. Clasificación general de las enzimas exógenas	19
2.6. Aspectos generales sobre la fitasa	20
2.7. Superdosis de fitasa en cerdos	25
3. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.2. Área de estudio.....	30
3.3. Metodología para la investigación experimental.....	30
3.4. Unidades experimentales	31
3.5. Unidades experimentales y Selección de animales.....	31
3.6. Alojamiento.....	31
3.7. Alimento.....	31



3.8.	Datos tomados y métodos de evaluación	32
3.9.	Evaluación de los lechones	34
3.10.	Análisis de leche.....	34
3.11.	Diseño experimental	35
3.12.	Esquema del análisis estadístico.....	35
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	35
4.1.	Peso Corporal y pérdida de peso	35
4.2.	Condición corporal y mm de grasa dorsal	36
4.3.	Días abiertos y tasa de fertilidad.....	38
4.4.	Parámetros productivos de la cerda durante la lactación	40
4.5.	Análisis de leche.....	42
5.	CONCLUSIONES.....	44
6.	RECOMENDACIONES	45
IX. 8.	ANEXOS	57



III. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura química del mioinositol, ácido fítico y fitatos.....	21
Figura 2. Degradación del fitato a inositol y fósforo.....	26
Figura 3. Ubicación Satelital de la Granja Experimental.....	30
Figura 4. Determinación de la condición corporal de las cerdas.....	33



IV. ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Origen y Ubicación de las fitasas	22
Tabla 2: Perfil nutricional del alimento ofrecido a las cerdas en lactación.....	32
Tabla 3: Efecto de la superdosis de fitasa bacteriana sobre el peso corporal de la cerda durante el periodo de lactación.....	35
Tabla 4: Efecto de la superdosis de fitasa sobre la condición corporal y milímetros de grasa dorsal de las cerdas durante la lactancia.....	36
Tabla 5: Efecto de la superdosis de fitasa sobre los días abiertos y la tasa de fertilidad de la cerdas durante el periodo de lactancia.....	38
Tabla 6: Efecto de la superdosis de fitasa sobre los parámetros productivos de la cerda durante el periodo de lactancia.....	40
Tabla 7: Efecto de la superdosis de fitasa sobre el peso y biomasa de los lechones, semanales hasta el destete	41
Tabla 8: Efecto de la superdosis de fitasa sobre la composición de la leche de la cerda durante la lactancia	43



V. ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Matriz nutricional de la enzima utilizada durante experimento.....	57
Anexo 2: Ubicación de las unidades experimentales.....	58
Anexo 3: Valoración y registro de peso de las unidades experimentales.....	59
Anexo 4: Valoración de la condición corporal y milímetros de grasa dorsal.....	61
Anexo 5: Valoración de peso de los lechones durante la lactancia.....	62
Anexo 6: Recolección de muestras de leche para el análisis de la composición nutricional.....	63



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio
Institucional

José Agustin Balvoa Tenelema, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Efecto de superdosis de fitasa sobre el desempeño productivo de cerdas reproductoras y su progenie durante la lactancia", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 13 enero del 2020

José Agustin Balvoa Tenelema
C.I.: 0302480389



Cláusula de Propiedad Intelectual

José Agustin Balvoa Tenelema, autor del trabajo de titulación "Efecto de superdosis de fitasa sobre el desempeño productivo de cerdas reproductoras y su progenie durante la lactancia", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 13 de enero del 2020

José Agustin Balvoa Tenelema
C.I.: 0302480389



VI. AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento sincero a mis padres Transito y Manuel, por apoyarme en cada momento duro de la vida y por dejarme la mejor herencia que una persona puede recibir, agradezco igualmente a mi querida hermana Carmen por su apoyo incondicional a lo largo de mi vida estudiantil. Como no, un agradecimiento grande al Dr. Guido Rodríguez por brindarme la gran oportunidad de poder realizar este trabajo de investigación en su granja, así mismo, un agradecimiento muy especial al Dr. Diego Rodríguez Saldaña por ser una gran persona y profesional, por brindarme su apoyo en todo momento para el desarrollo de este trabajo, finalmente a mis compañeros de estudio por formar parte de mi vida estudiantil y compartir los buenos y malos momentos.

Dios les bendiga a todos, sin ustedes mis queridos amigos este gran logro hubiese sido un fracaso.

José Balvoa Tenelema



VII. DEDICATORIA

Este trabajo de investigación va dedicado con mucho cariño a mi hija Lisbeth Camila, por ser un impulso para seguir luchando día a día para un porvenir mejor.

Con mucho cariño,

José Balvoa Tenelema.



1. INTRODUCCIÓN

El éxito de una explotación porcina es tener mayor número de lechones destetados por año, las cuales se ha logrado mejorando cada vez más los parámetros productivos y reproductivos en las cerdas madres las mismas son el pilar fundamental de la empresa porcina (Morillo y otros, 2013; Córdova, 2016). El incremento de la productividad en la cerda a sido un reto para los investigadores, numerosos avances se a logrado gracias a las mejoras geneticas, manejo y alimentación con perfiles nutricionales de muy alto valor a base de cereales especialmente maiz y soya (Soria Flores y col, 2009).

Durante la lactancia la demanda de nutrientes en la cerda es sumamente elevada ya que se busca una mayor producción láctea para amamantar camadas numerosas, y cubrir las necesidades nutricionales del lechón, (Gimenez, 2011; Paulino, 2012; Fortozo, 2016). Por lo general el lechón a partir del nacimiento pasa por etapas críticas, debido a que es totalmente dependiente de la productividad materna para poder sobrevivir y exponer un adecuado peso al destete (Estévez, 2016); por lo tanto, es necesario un mayor cuidado y alimentación de calidad directamente suplementada a la madre (Soria Flores y col, 2009).

Una de las alternativas para mejorar la calidad nutricional de las raciones de origen vegetal para cerdas en lactancia ha sido mediante la utilización de enzimas exógenas como la fitasa, la cual ha sido una excelente alternativa para poder mitigar los efectos negativos de los factores antinutricionales (FAN) (Stahl , Han, Roneker, y Lei, 1998), los cuales están representados principalmente por los fitatos o ácido fítico, mismo que reduce el valor nutricional de los ingredientes de origen vegetal (Reis , Mariscal , y Aguilera, 2005).

El ácido fítico (AF) conocido también fitato o fitina (*myo*-inositol hexafosfato o IP6) (Selle y Ravindran, 2007) tiene una gran capacidad para formar complejos o unirse a moléculas con carga positiva como: Zn, Ca, Fe, Mn, Mg y proteína (Domínguez, Ibáñez, y Rincón, 2002), haciendo imposible la solubilización de fósforo y su digestión por parte de los animales (Sánchez -Torres, y otros, 2010).



Esta situación obliga adicionar fuentes de P inorgánico en forma de fosfatos mono y di cálcicos, además, estos excedentes minerales que están secuestrados en el AF son eliminados por vía fecal lo cual conduce a la contaminación ambiental (Fahey, Frank, y Masters, 1980). Por lo tanto, el uso de la fitasa exógena es la mejor opción para suplementar dietas vegetales en la alimentación de animales monogástricos, (Acosta y Cárdenas , 2004).

La fitasa, es una enzima muy utilizada a la dosis de 500 OTU/Kg. Dado que cada comprende como la actividad de fitasa que libera 1 mol de ortofosfato inorgánico por unidad de tiempo a un pH entre 5,5 - 37° C (Selle y Ravindran, 2007). Posteriormente Wilcock y col, (2016); Soto, Walk, y York, (s/f) determinaron que con mencionada dosis no existe una fracción completa de IP4 hasta IP1, y que los fragmentos (IP3, IP2, IP1) aún tendrían la capacidad de atrapar a la pepsina y minerales similar a lo que hace el (IP6-IP4) con lo cual surge un efecto perjudicial sobre la utilización de nutrientes y el desempeño animal; entonces, con la finalidad de complementar la acción de la fitasa sobre estos ésteres más pequeños del AF (IP4 hasta IP1) se han realizado trabajos con superdosis de fitasa, la cual corresponde a la suplementación de la enzima mayor a 1500 FTU/Kg de alimento, lo cual mejoraría la utilización de energía y aminoácidos, (Beeson, Walk, Bedford, y Olukosi, 2015), y por ende mejoraría los parámetros productivos en monogástricos.

Con base a lo establecido, el presente trabajo pretendió evaluar el comportamiento de los parámetros productivos y reproductivos en cerdas lactantes y su progenie cuando se hace uso de una superdosis de fitasa (OptiPhos®).

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de la superdosis de fitasa microbiana (OptiPhos®) en cerdas reproductoras durante la lactación sobre su desempeño productivo y reproductivo.

1.1.2. Objetivos específicos



- Evaluar el efecto de la superdosis de fitasa (OptiPhos ®) sobre el desarrollo productivo de cerdas en la etapa de lactancia reflejada en su progenie.
- Determinar el efecto de la superdosis de fitasa sobre la composición nutricional y densidad de leche en cerdas en lactancia.
- Determinar el efecto reproductivo de la superdosis de fitasa en cerdas en lactación.

1.1.3. Hipótesis

La aplicación de superdosis de fitasa bacteriana (OptiPhos) en el alimento durante la fase de lactación mejora el peso al destete de los lechones y los parámetros productivos y reproductivos en cerdas reproductoras.



2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

La reproducción es un factor muy importante en la producción porcina, ya que el principal objetivo es alcanzar el mayor número de lechones destetados por unidad de tiempo y al mínimo costo posible (Trolliet, 2005). Entre los parámetros reproductivos más relevantes, se mencionan: edad de la cerda a la primera cubrición, duración de la gestación de la cerda, fertilidad al parto, número de partos por cerda por año, total de lechones nacidos, lechones nacidos vivos, intervalo destete celo, número de lechones por cerda al año, y el número de partos que se traduce como vida útil de la cerda (Lopez, 2011).

La mortalidad de los lechones es una de las principales causas de pérdidas económicas en el sitio 1 de una granja de ciclo completo, siendo el cerdo la especie que mayor porcentaje de mortalidad neonatal puede presentar (10-15%) en comparación a otras especies (Pérez, 2009), este porcentaje de mortalidad puede deberse a que los lechones nacen con deficiencias fisiológicas muy marcadas, entre las cuales están: el bajo peso al nacimiento, con una capa de grasa muy fina, carencia de una capa protectora de pelo y bajas reservas corporales (Quiles A. , 2004). En este sentido, la mortalidad de lechones durante la primera semana de vida constituye una causa importante de ineficiencia en la producción porcina con una alta incidencia en los costos de producción por lechón destetado (Fortozo, 2016).

Con los grandes avances genéticos que se ha estudiado hasta la actualidad se ha logrado conseguir 15 cerdos por camada en cerdas primerizas, llegando hasta 18 por camada en cerdas multíparas, pero a medida que el desempeño productivo aumenta, las reservas minerales en los huesos, especialmente de Calcio (Ca) y Fósforo (P) se reducen rápidamente y de manera especial durante las fases finales de la gestación e inicio de la lactancia (Durán, 2016). La carencia de Ca y P en las hembras productoras se relaciona directamente con una disminución de la producción lechera, mayores pérdidas de peso y condición corporal (CC), y en el caso de las cerdas, menores crecimientos de durante sus dos primeros ciclos reproductivos, una deficiente eficiencia alimentaria, y una menor masa muscular



en las canales finales que salen a mercado (Jones, 2016). Estas deficiencias a más de marcar marcan un impacto económico negativo en una empresa, desencadenan una desmineralización ósea, lo que provocaría una osteoporosis y como consecuencia mayor incidencia de cojera e incluso fracturas de extremidades al final de la lactación (Durán, 2016).

2.2. El fósforo en la alimentación de los cerdos

El P es un mineral esencial para las funciones vitales de los animales, ya que interviene básicamente en el metabolismo celular, mantenimiento, crecimiento, desarrollo, de músculos y huesos; puesto que no hay reacción química en la célula sin que intervenga el P (Gerardo y Villanueva, 2010). Alrededor del 80% del P en el animal forma parte de los huesos y dientes, el 20% restante se encuentra en los diferentes componentes del organismo, tales como; el metabolismo (formación de ATP, creatina, enzimas, entre otros), en los ácidos nucleicos y en los fosfolípidos de la membrana celular del organismo (Vitti y Kebreab, 2010).

Según Rebollar y Mateos, (2011), la gran limitante de poder obtener la totalidad de P del alimento es que entre el (60 al 85%) de P vegetal está ligado al ácido fítico (IP6), en forma de fitatos (fósforo fítico), por tanto, la disponibilidad de P para cerdos y monogástricos en general es de apenas la tercera parte del total de P, por tal razón, en ausencia de fitasa se debe suministrar fuentes extras de P mineral, especialmente en forma de P inorgánico como fosfato (bicálcico y monocálcico) (Quiles A, 2010) lo cual incrementa el costo de las dietas en comparación cuando se incluye fitasa en las dietas.

Generalmente, los monogástricos poseen una escasa actividad de la fitasa endógena; esta enzima es la encargada de hidrolizar la molécula de fitato o ácido fítico (AF) presente en los alimentos de origen vegetal (Zeng Z. K., y otros, 2014). El AF es considerado como un factor antinutricional (FAN) debido a que forman quelatos con minerales (Ca, Zn, Mg, Fe), además pueden reaccionar con proteínas, carbohidratos, lípidos o enzimas al afectar la solubilidad de los nutrientes (Sánchez, y otros, 2010; Barraza, Moreno, y Morgado, 2018). Adicionalmente, se ha comprobado que ingredientes como maíz y sorgo el P es



disponible en un 10 a 15%, el 25 a 30 % en pasta de soya y el 50% en trigo (Cromwell G. L., 1992).

2.3. Historia acerca del uso de las enzimas

El uso de las enzimas se dio hace cientos de años, comenzando con los procesos de fermentación para la fabricación de queso, vino y cerveza. En 1860, Luis Pasteur aclaró el funcionamiento de las enzimas indicando que los fermentos mantienen una reacción directa con la estructura celular de las levaduras, posteriormente en 1876 Willian Kune expresó el nombre de enzima, con la cual se refirió a los “fermentos solubles” que no están unidos a las células vivas. El término deriva del término griego *en* (en) y *zyme* (levadura) (Acosta y Cárdenas, 2006). A partir de que Mandels en 1976 probó que las enzimas pueden extraerse de las células de levadura, iniciaron el uso de las enzimas hasta que a finales de 1980 las enzimas exógenas comenzaron a jugar un papel importante al mejorar de forma fundamental la eficiencia de la producción de carne y huevos (Barletta , 2010).

La aplicación comercial de enzimas exógenas como aditivo sobre la nutrición animal no tiene más de 20 años, sus fines de uso han sido: 1) mejorar la digestibilidad de las dietas mediante la restricción o eliminación de factores antinutricionales de los polisacáridos no amiláceos (PNA) que permite incluir ingredientes alternativos en las dietas; 2) reducir el impacto ambiental tal es el caso del uso de la fitasa para minimizar la eliminación del P al medio ambiente; 3) enzimas diseñadas para ingredientes convencionales (sin subproductos) como maíz o sorgo (Rodríguez, 2016).

2.4. Bases conceptuales de las enzimas

Las enzimas son biomoléculas de naturaleza proteica que aceleran la velocidad de una reacción hasta alcanzar un equilibrio. Constituyen el tipo de proteínas más numerosos y especializados que actúan como catalizadores de reacciones químicas específicas de los seres vivos o sistemas biológicos. Muchas de las enzimas no trabajan solas, se organizan en secuencia, también llamadas rutas metabólicas y muchas de ellas tienen la capacidad de regular su actividad enzimática (Benjamin, 2011). La actividad catalítica de las enzimas depende de



que mantengan su plegamiento, es decir, su estructura tridimensional. En estas estructuras tridimensionales se forman cavidades, llamadas “sitio activo” las cuales muestran afinidad por moléculas específicas (sustrato) que se convertirán en producto. Como cualquier catalizador, al finalizar la transformación del sustrato y liberarse el producto del sitio activo la enzima vuelve a su estado original (Ramírez, 2014).

Todos los animales utilizan enzimas para la digestión de nutrientes que consumen; estas pueden ser de origen endógeno (producción propia del animal) o producidas por microorganismos presentes de forma normal en el intestino, sin embargo el aprovechamiento de los nutrientes en el proceso digestivo no es 100% eficiente (McDonald, y otros, 2011; Rodríguez, 2016), debido a diferentes factores como la presencia FAN, así como, la escasa o nula actividad de enzimas digestivas endógenas que degraden los enlaces químicos y generen la liberación de nutrientes (Mora y otros, 2017).

La adición de la fitasa en dietas para cerdos conduce a incrementos significativos de masa corporal, ganancia diaria de peso, conversión alimenticia y digestibilidad del P especialmente, puesto que los cerdos pierden el apetito a medida que el P es deficiente en la alimentación (López, 2008). Además, la fitasa mejora notablemente la digestibilidad y calidad de alimento, aumentando no solamente la disponibilidad y digestibilidad de P sino de otros nutrientes con los que interactúa negativamente, de esta manera optimiza la ganancia diaria y el índice de conversión (Labala J. , 2013).

2.5. Clasificación general de las enzimas exógenas

Una manera general de clasificar a las enzimas es mediante su especificidad de acción, es decir de acuerdo con el sustrato sobre la cual actúan, y se mencionan seis grandes grupos de clasificación (Thomas M, 2008).

1. Oxidorreductoras. Son aquellas que catalizan las reacciones de oxidorreducción, es decir, la transferencia de electrones o sus equivalentes entre un donante y un receptor.
2. Trasferasas. Catalizan la transferencia de un grupo químico entre un donante y un aceptador.



3. Hidrolasas. Catalizan la ruptura de enlaces químicos con la participación del agua.
4. Liasas. Catalizan reacciones en las cuales se produce la adición o sustracción de grupos químicos a dobles enlaces.
5. Isomerasas. Catalizan la interconversión de 2 isómeros.
6. Ligasas. Catalizan la unión covalente de 2 sustratos mediante la energía de hidrólisis de nucleósidos trifosfatados, generalmente el ATP.

2.6. Aspectos generales sobre la fitasa

La fitasa es una enzima hidrolasa que cataliza la hidrólisis del AF para formar ésteres de P inorgánico, el cual será fácilmente asimilable por el animal; el AF está presente naturalmente en las plantas donde constituye las dos terceras partes del contenido total del fósforo (Adeola y Cowison, 2011). Las fitasas pueden ser de origen microbiano, como las producidas por bacterias, hongos y levaduras o de origen vegetal producidas por las plantas, formadas justo en la etapa de crecimiento para suplirle P a la planta durante esta etapa (López, 2008; Méndez Batán, 2007).

El constante crecimiento demográfico, el contexto del cambio climático, la incertidumbre económica financiera y el aumento de la competencia por los recursos naturales, ha motivado a generar un cambio de pensamiento en cómo ser más productivo, más eficiente y más amables con el planeta, ya que en un tiempo determinado el uso de las materias primas tendrán algún tipo de limitación, frente a estos retos se han generado herramientas necesarias para solucionar el problema, uno de ellos es el uso de enzimas como la fitasa (Barraza y col, 2018)

2.6.1. Concepto de Fitasa

Las fitasas son enzimas pertenecientes al grupo de las fosfatasas, las cuales se consideran como un conjunto diferenciado de enzimas que se clasifican en fosfatasas alcalinas, fosfatasas ácidas de alto y bajo peso molecular y fosfatasas-proteína (Vicent, Crowder y Averrill, 1992). De estas las fosfatasas ácidas son las más estudiadas y aplicadas en alimentos para monogástricos; las fosfatasas ácidas son de tipo hidrolasas, actúan rompiendo los enlaces fosfomonoéster degradando los fitatos a ésteres menores de mioinositol (IP5, IP4, IP3, IP2, IP1 y

mioinositol) y P inorgánico, los cuales tienen menor o nulo efecto quelante dependiendo de su tamaño (Neira Vielma y otros, 2013).

El AF conocido también fitato o fitina (*myo*-inositol hexafosfato o IP6) (Selle y Ravindran, 2007) es un organofosforado compuesto por un anillo de *myo*-inositol de 6 carbonos; cada carbono unido a un grupo fosfato y cargado negativamente con gran capacidad para formar complejos o unirse a moléculas con carga positiva como cationes y proteína (Domínguez y col, 2002). Aproximadamente, el 50 a 80% de fósforo está ligado al AF, por tal razón el P presente en los alimentos de origen vegetal esta poco disponible para los monogástricos (Steiner y otros , 2007).

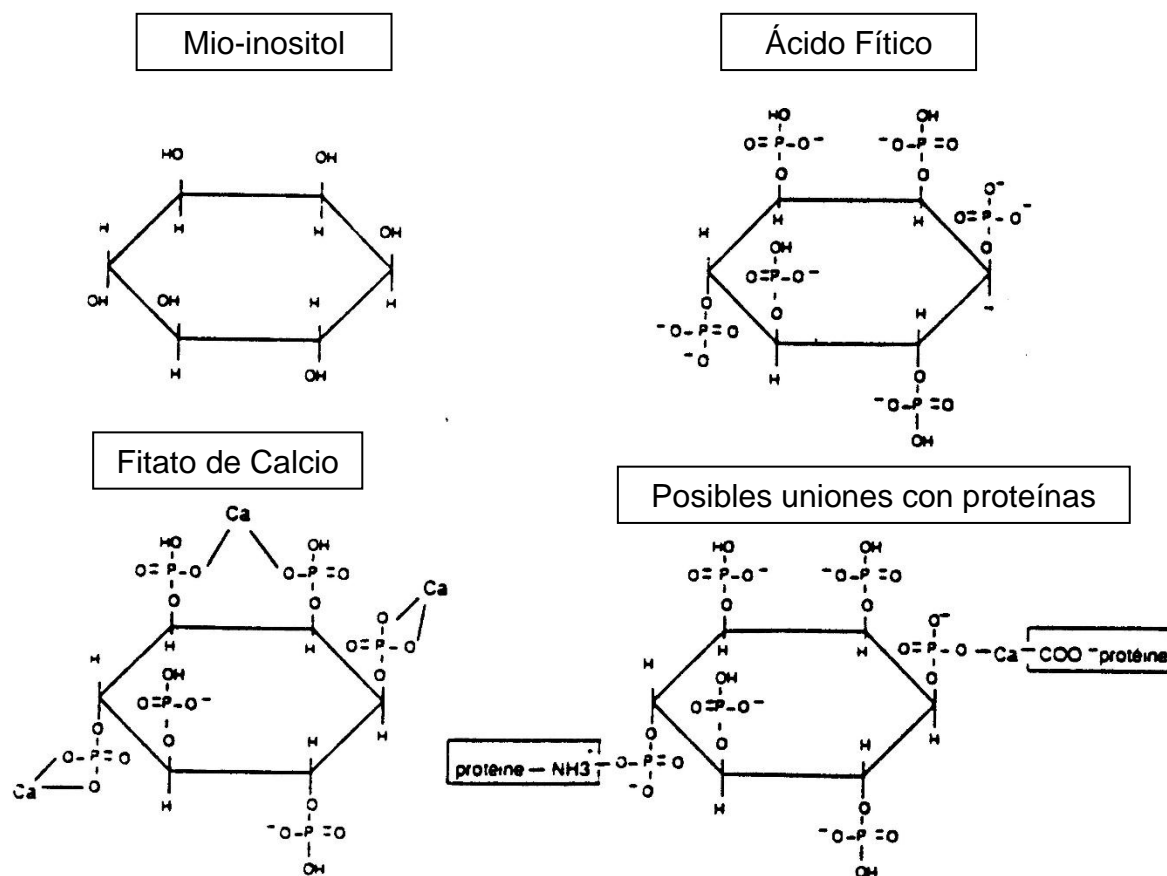


Figura 1. Estructura química del mioinositol, ácido fítico y fitatos.

Fuente: Rebollar y Mateos, (2011)

Del mismo modo, Rebollar y Mateos (2011), señalan que el AF es una molécula de inositol con 6 grupos de ortofosfato unidos mediante enlaces éster; químicamente, la molécula de IP-6 se define como ***mioinositol 1, 2, 3, 4, 5, 6, hexakis didihidrógeno fosfato*** (Figura 1). El AF al unirse con diversos minerales

y oligoelementos para formar los mencionados fitatos, provoca una reducción de la disponibilidad de minerales (Quiles A., 2010). Por esta razón, el fitato es considerado como factor antinutricional porque también afecta negativamente a la digestibilidad de otros nutrientes, como aminoácidos, carbohidratos y pepsina, reduciendo el desempeño animal, y afectando la energía neta del alimento (Rodríguez, 2016; Emanuel y Reimer, 2010).

Generalmente, las fitasas se han clasificado en dos tipos: las 3-fitasas comúnmente sintetizadas por microorganismos y animales y las 6-fitasas producidas por las plantas; las primeras comienzan la desfosforilación del *myo*-inositol hexafosfato a partir del carbono (C) en la posición 1 o 3 del anillo, mientras que el segundo comienza el proceso por el C en la posición 6 (Tamim, Angel y Christman, 2004); la diferencia entre las dos es que tienen actividades enzimáticas a un pH variable, por ejemplo la 6-fitasa, tiene su actividad a un pH óptimo de 5,5, mientras que la 3-fitasa varía entre 2,5 a 5,5; por tal motivo las fitasas vegetales tienen limitaciones de eficacia en el tracto digestivo, siendo un 40% menos efectiva que la fitasa microbiana (Emanuel y Reimer, 2010).

Tabla 1. Origen y ubicación de las fitasas

Origen	Ubicación
Animal	Estómago, Intestino delgado (Bovinos y Porcinos).
Vegetal	Cascarilla y granos de cereales, legumbres y algunos vegetales.
Microbiana exógena	<i>Aspergillus ssp.</i> , <i>Candida</i> , <i>Pseudomonas</i> , entre otros.
Microbiana endógena	<i>E.coli</i> , principalmente.

Fuente: Neira y col, (2013)

2.6.2. Acción de la Fitasa en cerdos

Las dietas animales generalmente son de origen vegetal conformadas principalmente por cereales y leguminosas, (Rutherford y col, 2004), por lo tanto en la formulación de las dietas se toma en cuenta el balance apropiado entre macronutrientes que se encargan de proporcionar la mayor parte de energía metabólica, así como, micronutrientes esenciales en procesos importantes del



organismo, como: desarrollo fisiológico, productivo, como es la ganancia de peso, producción de leche entre otros, y regulación de procesos metabólicos (Neira y otros, 2013). Una de las alternativas para aprovechar casi por completo los nutrientes quelados en las dietas de origen vegetal es mediante el uso de las fitasas sobre las dietas de monogástricos (Johnston y Southerm 2000). Estas enzimas con escasa actividad en el sistema digestivo de los monogástricos mejora la digestibilidad y disponibilidad del P y otros minerales cuando son aplicadas de manera exógena en porcinos (Jongbloed, 1987; Quiles A., 2010).

Algunos trabajos realizados con adición de 500 FTU/Kg de alimento en dietas de monogástricos señalan que puede sustituir 1,15 gramos de fósforo bicálcico, y 1 gramo de fosfato monocálcico (Jongbloed, 1987). Del mismo modo, Leiva Villanueva (2015), menciona que no existe diferencia estadística entre un control positivo vs negativo en cerdos de engorde, pero la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia superó en el control positivo (861g vs 726g con $p<0,05$); (2,21 vs 2,52 con $p<0,05$) respectivamente, además, con 1000 FTU existió mayor ganancia de peso frente a 500 FTU (885 vs 779 con $p<0,05$).

La fitasa en la dieta cumple su actividad en el estómago (40 – 50%) y el 16 – 31 % en el intestino delgado anterior (Quiles A., 2010); en lechones la mayor parte de actividad parece suceder en el estómago, dado que la vida media de la ingesta en el estómago asciende aproximadamente a una hora; e igualmente el valor del pH del contenido del estómago se sitúa en el ámbito óptimo para la actividad de la fitasa (Young y otros, 2014). En el cerdo el alimento permanece la mayor parte del tiempo en el estómago; a ello se suma, el pH ácido, lo que permite mejor actividad de la fitasa y por ende una mayor digestibilidad del P. Autores como Yi y Kornegay (1996), señalaron que un 40 a 50 % de la actividad de las fitasas añadidas a dietas de cerdos se detectan en el estómago, mientras un 16 a 30 % ocurren en la parte superior del intestino delgado.

2.6.3. Efecto biológico de la fitasa en el cerdo en etapa de engorde

En el lechón y el cerdo de engorde es posible encontrar efectos manifiestos posterior a la aplicación de la fitasa microbiana; según López, (2008), la digestibilidad aparente del P en cerdos de engorde y lechones, a partir de



raciones puramente vegetales aumenta de 20 a 25 puntos mediante la adición de 1000 FTU/Kg de alimento, suplementos superiores a esta cantidad ya no se nota efectos sobre la digestibilidad del P en el lechón de 25 Kg, ni en pollos de engorde. Además, señala que mientras mayor tiempo permanezca el alimento en el estómago, mayor será la eficacia de la fitasa; por lo tanto, el efecto varía de acuerdo con el estado fisiológico digestivo del cerdo. La mayor actividad de la fitasa se ha registrado en cerdas lactantes, cerdos en crecimiento – engorda, cerdas en el final de la gestación, lechones, y por último cerdas en mitad de gestación. Estas diferencias son respecto a las condiciones del estómago, así como a los distintos tiempos de retención de alimento en el tubo digestivo.

2.6.4. Fitasa en cerdas lactantes

En un estudio citado por Paul, y otros, (1997), se señala que la fitasa v+ia alimento durante la época de lactación parece tener mayor actividad comparado a la etapa de gestación, además, la eficiencia de absorción de P aplicando 500 FTU/Kg de alimento fue de 3.4% mayo que durante la gestación, pero 6,6% menor durante el crecimiento y engorde. Pero la eficacia de la fitasa en la liberación de P digestible, disminuyó de acuerdo con el estado fisiológico iniciando por lactancia, crecimiento y finalización, final de la gestación, preiniciales y mitad de la gestación; las cantidades promedios de fósforo digestible generado fueron 1,03 - 0,83 - 0,74 - 0,66 y 0,32 g/Kg de alimento respectivamente. A más de la liberación del P, este trabajo evidenció la liberación y aumento de la digestibilidad aparente de Ca en lechones y por otro lado en cerdos de crecimiento y engorde (4,6% y 4% respectivamente).

Siguiendo la misma línea Mora y col, (2017), señalan no haber encontrado un resultado positivo en su trabajo para la ganancias del peso promedio semanal en lechones destetados, solamente se puede evidenciar una diferencia numérica a la tercera semana con 200 g, en cuanto al consumo de alimento se registró mayor ganancia de peso a la tercera semana con 400 g, seguido por 200 g y 0 g, en la eficiencia alimenticia se encontró una diferencia estadística significativa entre los tratamientos siendo más eficiente el tratamiento con 0 g, seguido por 200 g, y 400 g, con valores de conversión alimenticia (2,73, 2,86 y 3,31 respectivamente).



Como conclusión, el autor destaca que solamente pudo sacar provecho con 200 FTU/Kg de alimento en cuanto al costo beneficio comparado a los demás tratamientos, mas no encontró una la eficacia de la fitasa sobre sus variables planteadas.

En contraste, Kemme y otros, (1997) usaron una dieta nula en fitasa y otra con la adición de 400 g de fitasa sobre la dieta, las mismas que se ofreció a cerdas desde el día 107 de gestación hasta el destete, y encontraron mayor digestibilidad total aparente de materia seca, materia orgánica, cenizas, proteína cruda, Ca, Mg y P total ($p<0,01$) para la dieta con la adición de fitasa comparado con el control negativo que fue una dieta pura a base de maíz-soya. Además, con la adición de fosfato monocálcico sobre el tratamiento, aumentó en un promedio de 6,7% la digestibilidad; estos resultados contundentes encaminan con mayor seguridad al desarrollo de la presente investigación.

2.6.5. Acción de la Fitasa en lechones

Para Young y otros, (2014), el efecto de la fitasa mejora cuadráticamente al incrementar la dosis desde 300 – 600 FTU/Kg de alimento en etapas de gestación y lactación; los resultados demuestran que existen mayor número de nacidos totales ($p<0,05$), nacidos vivos ($p=0,05$), peso vivo de la camada ($p<0,01$) y cerdos destetados ($p<0,05$); además, observaron un aumento lineal en el peso al destete de los lechones ($p<0,05$) al incrementar el nivel de fitasa. Finalmente, la suplementación de fitasa a la mitad de la gestación y durante la lactancia aumentó la digestibilidad total del P y Ca. En cerdas tanto gestantes como lactantes, la inclusión de fitasa mejoró la integridad ósea de la progenie, y mostró potencial para aumentar el tamaño y rendimiento de la camada, sin afectar las características óseas de las cerdas ni de los recién nacidos.

2.7. Superdosis de fitasa en cerdos

2.7.1. Dosis de fitasa en cerdos

La dosis de fitasa en cerdos es variable, pero se ha comprobado que con 1000 U (unidades) de fitasa/Kg de alimento, produce una mejora en la digestibilidad de P hasta 28 unidades porcentuales, *“lo que equivale aproximadamente a 1g de P*

digestible por Kg de alimento; las principales firmas que comercializan fitasa recomiendan 500 U de fitasa / Kg de alimento, con una equivalencia de 0,80g de P digestibles / Kg de alimento” (López, 2008).

2.7.2. Concepto de superdosis de fitasa

El concepto de la superdosis de fitasa se basa en el principio de aplicar tres a cuatro veces más de la dosis estándar, iniciando por 1000 FTU/Kg u OTUS/Kg de alimento (Cowieson y otros, 2013); la fitasa puede tener un valor nulo o parcial en la matriz nutricional de la enzima, considerando que esta matriz nutricional corresponde a los nutrientes y energía que la fitasa libera de su sustrato que es el AF. Comúnmente, en superdosis la cantidad adicional de enzima adicionada es *on top*, es decir 750 OTUs/Kg con matriz nutricional de la enzima más 750 OTUs/Kg *on top*, garantizando de esta manera una mayor reducción del fitato (Figura 2) (Dos Santos y Bedford, 2012).

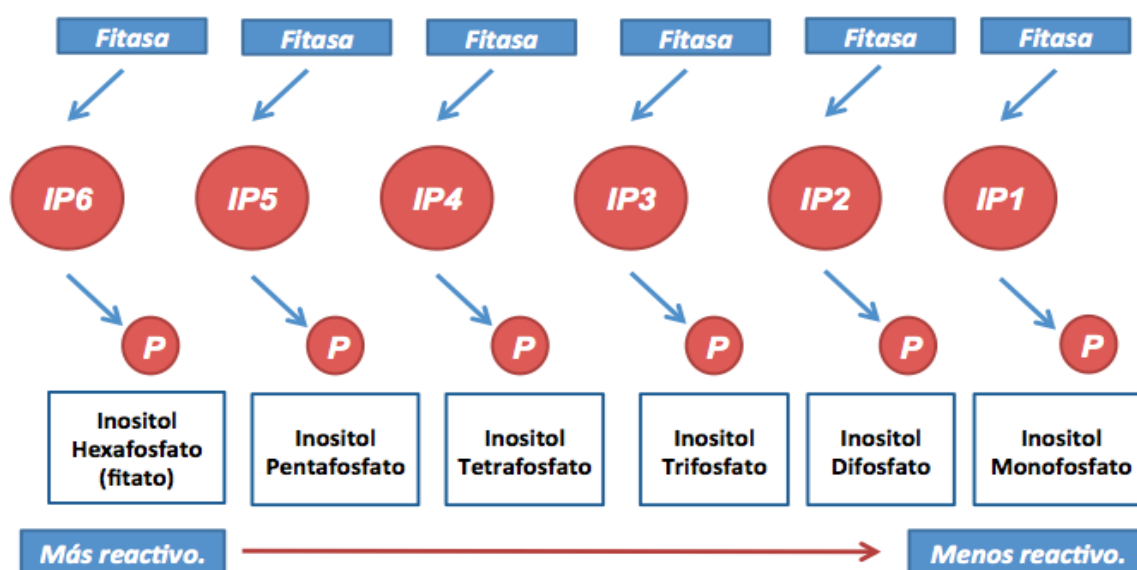


Figura N° 2. Degradación del fitato a Inositol y fósforo paso a paso por la acción de la fitasa.

Fuente: Bedford (2016)

Hasta la actualidad está demostrado claramente que la aplicación de fitasa en dietas de cerdos aumenta la digestibilidad de minerales como P, Ca, Mg, Mn, Zn, Cu y Fe, con un nivel de dosificación de 500 a 1000 FTU/Kg de alimento (Barraza y col, 2018). Pero con dosis superiores a los 1000 FTU/Kg (Superdosis) se ha



realizado limitada investigación para explorar si existe aún más la digestibilidad ileal aparente de los aminoácidos, así como la liberación de los minerales y proteína mencionada, lo cual mejoraría el desempeño productivo de los monogástricos (Zeng Z. K. y col, 2014).

Si la suplementación con la fitasa en la dieta va más allá de un cierto nivel, es probable que el fitato soluble sea el factor limitante en la reacción química; por lo tanto, se acepta que solo se tuviera un pequeño efecto adicional sobre la digestibilidad del P en cerdos a niveles de dosis superiores a 1500 FTU/Kg (Zeng y col, 2014). Sin embargo, numerosos estudios citados en párrafos anteriores demuestran que las fitasas continúan mejorando el rendimiento, las características óseas, la digestibilidad de los minerales en dosis hasta 1000 FTU/Kg de alimento.

Existen datos actuales acerca del uso de la superdosis de fitasa (2000 UFT/Kg) con la fitasa comercial de AB Vista (Quantum Blue®), los cuales indican que la fitasa a esta “superdosis” tiene la habilidad de romper casi completamente la molécula de fitato y sus ésteres (Wilcock y col, 2016), dando como resultado la ausencia casi completa de la molécula de fitato y al mismo tiempo una valiosa oportunidad para alcanzar una respuesta para el incremento de niveles de suplementación de Fe y otros minerales, principalmente P, Ca y Mg (Bradley, 2016)

Además, Wilcock y col, (2016), confirman que el uso de la superdosis en etapas tempranas no solo mejora la utilización mineral, sino que asegura que los cerdos tengan un óptimo inicio de vida, además, una adecuada utilización de energía y aminoácidos. La rápida destrucción del IP6 con una menor acumulación de esterres de fitato (IP4 a IP3) pueden mejorar el desempeño, no solo a la etapa temprana sino también en cerdos en finalización. Además, manifiesta que en un ensayo realizado con 12 pruebas en cerdos de engorde alimentados con fitasa Quantum Blue (>1000 FTU/Kg), la ganancia de peso mejoró en promedio 1,6 Kg en comparación al tratamiento control, más aún el índice de conversión alimenticia mejoró en 6 puntos.



En conclusión, el fitato (IP6) y los ésteres del fitato (IP5-3) resultan ser quelantes potenciales de los minerales, es decir que hasta el nivel de IP3 aún mantienen características de FAN; entonces a través del uso de superdosis de fitasa va a existir una fractura más acelerada del IP6 al IP2, incluso al IP1 o mioinositol, reduciendo la acumulación de ésteres del fitato y un incremento en la producción de inositol, que puede ser un componente con efectos promotores de crecimiento y salud en los animales; al mismo tiempo, este concepto está vinculado a una mejor utilización de energía, aminoácidos y minerales. A través del uso de superdosis de fitasa, la casi completa destrucción del fitato y los ésteres del fitato son una mejora tanto en la etapa de inicio como en el desempeño de los cerdos de engorde (Bedford, 2016; Wilcock y col, 2016).

Esos datos de las diferentes literaturas ya establecidas son un indicativo que aún falta hacer énfasis en investigaciones futuras acerca de la aplicación de enzimas exógenas como es la Fitasa con dosis superiores a la dosis estándar, con la finalidad de evaluar su efecto más allá de la digestibilidad del P ligado a los fitatos de los ingredientes vegetales con las que se le nutre al ganado porcino; así como también mejorar la digestibilidad de los oligoelementos, proteína, almidón y aminoácidos ligados a los fitatos. Pero aún no se tiene claro si es posible mejorar zootécnicamente los parámetros productivos – reproductivos de cerdas lactantes y su progenie mediante el uso de una superdosis de fitasa bacteriana (OptiPhos) de Huvepharma, la cual se centra esta investigación.



3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Materiales

3.1.1. Recursos de materiales disponibles

- Computadora
- Impresora
- Overol
- Botas
- Casco
- Mandil

3.1.2. Recursos de materiales utilizados

a) Materiales Físicos

- Guantes de caucho
- Cinta métrica
- Medidor de grasa dorsal
- Papel de ordeño
- Cámara fotográfica
- OptiPhos (Fitasa)
- IntroscoPIO Renco (medidor de grasa dorsal)

b) Biológicos

- Cerdos

c) Químicos

- Alcohol 70%
- Desinfectantes (jabón)

d) Materiales de Laboratorio

- Balanza

e) Materiales de oficina

- Registro de campo
- Bolígrafos
- Memoria extraíble
- Calculadora

- Marcadores

3.2. Área de estudio

La presente investigación se realizó en una granja de cerdos comercial (PorciGran), ubicada en la Provincia del Guayas, cantón El Triunfo, sector Achiote kilómetro 17 vía a Bucay (Figura 3). La granja mencionada se encuentra ubicada en una altitud de 44 msnm, temperatura de 15-34°C, con una pluviosidad promedio de 1000 mm anuales.



Figura 3. Ubicación satelital de la Granja PorciGran, Sector el Achiote.

Fuente: Directorio cartográfico de Google Maps, (2019).

3.3. Metodología para la investigación experimental

3.3.1. Factores en estudio

Los factores en estudio corresponden a las dos dosis de fitasa que se observan en los tratamientos

3.3.2. Tratamientos

Los tratamientos del presente trabajo corresponden a la continuación de un proyecto de investigación de la granja, por lo tanto, se continuó el trabajo con las cerdas previamente seleccionadas durante la gestación y se mantuvieron en los mismos tratamientos:



Tratamiento 1 (control): alimento con dosis normal de fitasa y formulado considerando la matriz nutricional de la enzima para 800 FTU/Kg de alimento. (200 g/TM de OptiPhos ®) considerando su matriz nutricional (Anexo 1).

Tratamiento 2 (Superdosis): Alimento con superdosis de fitasa (1600 OTU/Kg de alimento), de los cuales 800 FTU/Kg de alimento con valor en la matriz nutricional + 800 FTU/Kg de alimento adicionados *on top* (400gr/TM de Optiphos ®).

3.4. Unidades experimentales

- Unidad experimental: Jaula con una cerda y sus lechones.
- Número de unidades experimentales: 20
- Unidades experimentales por tratamiento: 10
- Número de individuos por tratamiento: 10

3.5. Unidades experimentales y Selección de animales.

Se utilizaron 20 cerdas gestantes (Landrace x Large White) de segundo y tercer parto, con un número mayor o igual a 11 lechones nacidos vivos en el parto anterior, así mismo, con ningún antecedente de repetición de celo y enfermedad reproductiva (abortos). Las cerdas fueron distribuidas aleatoriamente en los dos tratamientos quedando 10 animales en cada tratamiento, siendo cada una de ellas una unidad experimental.

3.6. Alojamiento.

Las cerdas estaban alojadas en jaulas individuales separadas entre sí por una pared de material elástica, con piso de slats y con dimensiones de 1 m de ancho x 2 m de largo y 0,5 de alto; todas las jaulas contaban con comederos y bebederos automáticos individuales, el techo del galpón fue de zinc y sobre el mismo contenía aspersores de agua para controlar la temperatura interna, además, existía ventiladores para el control de la temperatura ambiental y focos infrarrojos como fuente de calor para los lechones (Anexo 2).

3.7. Alimento

Las dietas fueron en presentación pellet y formuladas a base de maíz, trigo y pasta de soya, el programa y perfil nutricional del alimento se adaptó para las cerdas lactantes (Tabla 2) más la adición de la fitasa OptiPhos® a la dosis correspondiente. El alimento se ofreció a las cerdas a voluntad a partir del segundo día del parto, dividiendo en 4 veces al día conforme sea necesario y estimulando su consumo; en los siguientes horarios del día: 6:00 am, 11:00 am, 18:00 pm, 00:00h.

Tabla 2. Perfil nutricional del alimento ofrecido a las cerdas en lactación

Nutriente	Unidad	Valor
Materia Seca	%	85,9
Humedad	%	14,1
Proteína Cruda	%	20,59
Extracto Etéreo	%	10,5
Fibra Cruda	%	6,63
Cenizas	%	5,45
Lisina Total	%	1,00
Metionina Total	%	0,30
Cistina Total	%	0,43
Metionina + Cistina	%	0,60
Treonina Total	%	0,83
Triptófano Total	%	0,26
FDN	%	18,3
Calcio	%	0,79
Fósforo Total	%	0,42
Fósforo Fítico	%	1,07
Fósforo Digestible	%	0,38
Cl	%	0,17
Na + K-Cl	%	0,19
Colina Total	%	1,31
Energía Metabolizable Cerdos	Kcal/Kg	3400

Fuente: Rostagno, (2017).

3.8. Datos tomados y métodos de evaluación

3.8.1. Control de peso de las unidades experimentales

El peso de las cerdas designadas como unidades se registró una vez terminada el labor de parto, para lo cual, se utilizó una báscula de precisión (Weight indicator con capacidad de 500 kg), posteriormente se realizó la misma metodología al día 7, 14 y 21 con la finalidad de obtener un peso en cada etapa (Anexo 3).

3.8.2. Medición de la condición corporal (CC) y los milímetros de grasa dorsal

La condición corporal (CC) se determinó tomando en cuenta lo descrito por Sanz y col, (s/f), en una escala de 1 a 5 puntos, fijándose que 1 es el punto más crítico con bajo peso y 5 el punto más alto en cuanto peso del (Figura 4). Con base a esta información se registró la CC y los mm de grasa dorsal (GD) al momento de parto y de forma semanal hasta el momento del destete en los días (parto, 7, 14 y 21) respectivamente (Anexo 4), estos datos son indicativos del estado nutricional y las reservas corporales del animal.

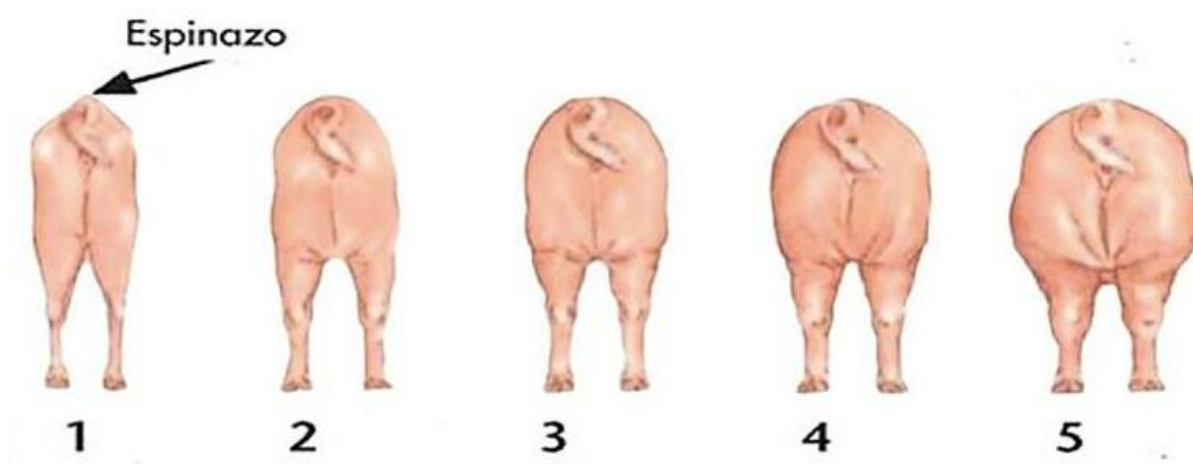


Figura 4. Determinación de la condición corporal de las cerdas.

- Puntuación**
1. Cerda emaciada, el espinazo es prominente
 2. Delgada, el espinazo es prominente
 3. Ideal para la lactación y al destete, el espinazo es palpable
 4. Leve sobrepeso, no se ve el espinazo
 5. cuerpo obeso, exceso de grasa

Fuente: Sanz y col, (s/f).

Para la medición de los milímetros de GD se usó un introscoPIO marca Renco (medidor de grasa dorsal) (Anexo 4), y se tomó en cuenta los siguientes pasos establecidos y descritos por Rodríguez E, (2010):

- Identificar la última y penúltima costilla.
- Ubicar el punto P2, a una distancia de 5-6cm de la línea media de la columna vertebral.



- En la zona determinada anteriormente colocar gel para ultrasonografía.
- Colocar la sonda perpendicularmente, con ligera presión para eliminar las burbujas que se pueden formar entre la sonda y la piel.
- Realizar la lectura en la pantalla del equipo de ultrasonido.

3.8.3. Valoración del porcentaje de preñez

Una vez realizado el destete, se registraron las siguientes variables reproductivas posdestete:

- 1) Días abiertos; para contabilizar los días abiertos se tomó en cuenta a lo mencionado por Córdova (2016), donde se consideró como el intervalo destete cubrición fértil frente a la aparición del primer estro- concepción o servicio efectivo, para lo cual se contó desde el día del destete hasta el momento de la identificación del celo e inseminación artificial.
- 2) Evaluación de la tasa de fertilidad al día 30 post-inseminación; para evaluar la tasa de fertilidad se basó en lo enunciado por Herrera y Conde (2010); donde se considera fértiles a aquellas cerdas que no retornan celo a los 21 días después del servicio, y en contrate aquellas que repiten sirven para evaluar la tasa de repetición.

3.9. Evaluación de los lechones

Se registró el total de lechones nacidos, lechones nacidos vivos, nacidos muertos, nacidos momificados, nacidos viables (no descartes), y descartes con peso inferior o igual a 700 gramos, posteriormente, se tomó el peso de cada uno de los lechones viables (Anexo 5), así mismo, se consideró la biomasa total (sumatoria de lechones vivos) y biomasa viable (sumatoria de lechones viables sin descartes) al nacimiento, del mismo modo, se tomó en cuenta el peso, la biomasa, la mortalidad, al día 7, 14 y 21 (destete), estos datos fueron válidos para determinar el número de lechones que alcanzan el destete, la biomasa con las que llegan y la ganancia de peso por semana.

3.10. Análisis de leche

En el análisis de leche se seleccionaron aleatoriamente 5 madres de cada tratamiento para tomar las muestras al momento de parto, al día 11, y 21,



sumando un total de 30 muestras (Anexo 6) ($n=15$). Posteriormente las muestras fueron enviadas al laboratorio donde se analizó la química proximal de las muestras, en la cual incluye la densidad, sólidos totales, grasa, proteína, cenizas: calcio y fósforo.

3.11. Diseño experimental

Se utilizaron dos tratamientos con un diseño experimental lineal completamente aleatorizado; con 10 réplicas por tratamiento en donde cada jaula se consideró como una unidad experimental.

3.12. Esquema del análisis estadístico

Los datos fueron procesados en Microsoft Excel® y exportados al paquete estadístico *Statistical Package for the Social Science* versión 24 (IBM SPSS v 24.00) en el que se aplicó la prueba T de Student para la comparación de medias homogéneas entre los dos tratamientos y para la comparación de las proporciones entre los tratamientos se usó el test de chi-cuadrado con ($p<0,05$).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Peso Corporal y pérdida de peso

Los resultados del peso corporal y pérdida de peso se muestran en la Tabla 3, en la cual se pueden evidenciar que existe una diferencia estadística significativa a favor del tratamiento control; y siendo la peor para la superdosis de fitasa (8,3 vs 15,8 kg con $p=0,025$), a partir de la segunda semana la pérdida de peso no difiere estadísticamente entre los tratamientos a lo largo del proyecto. Resultados similares fueron expuestos por Wealleans y col, (2015) quienes utilizaron 0, 250, 500, 1000 y 2000 FTU/Kg y los resultados reflejaron diferencias estadísticas entre sí para las tres primeras dosis, y solamente diferencia numérica con 2000 FTU/kg respecto a los demás tratamientos. Además, según Young y col, (2014) al usar dietas bajas en calcio con suplementación de 300 a 600 FTU/Kg de alimento, tampoco encontró diferencia estadística respecto al peso de las cerdas durante la etapa de lactación.

Tabla 3. Efecto de superdosis de fitasa bacteriana sobre el peso corporal de la cerda (Kg) durante el periodo de lactación.

Variables	Peso Día 0	Peso Día 7	Peso día 14	Peso día 21	Pérdida de peso 0-7	Pérdida de peso 0-14	Pérdida de peso 14-21
Control	240	232	227,7	223,1	8,3 ^{ab}	4,3	4,5
Superdosis	232	216	220,5	209,4	15,8 ^b	3,7	11,18
Significancia	0,24	0,017	0,34	0,31	0,025	0,13	0,13
E.S	3,03	3,31	3,67	4,45	2,2	3,6	6,7
CV (%)	13,58	14,81	16,44	19,94	6,96	11,47	21,29

C.V. Coeficiente de variación. ^{ab} Medias en la misma fila con distintas letras difieren significativamente ($p < 0,05$).

La cerda reproductora en etapa de lactación sufre un desbalance energético negativo que lo le obliga a usar sus reservas corporales mantenidas durante la gestación, lo cual conduce a una pérdida de peso y llegar con una baja condición corporal a momento del destete (Estévez, 2016), además, la disminución de peso y condición corporal se da debido a la incapacidad de la cerda lactante en consumir todo el alimento necesario para mantener su producción láctea, lo que conduce a una altísima demanda de nutrientes, que indirectamente es corregido con la adición de 500 FTU/Kg de alimento (Trolliet, 2005; Durán, 2016). Por lo tanto, es de suma importancia lograr altos consumos de alimento haciendo una buena nutrición con fórmulas muy concentradas en nutrientes y un correcto manejo de alimentación (Labala y col, 2006).

4.2. Condición corporal y mm de grasa dorsal

Los resultados con referencia a la condición corporal y milímetros de grasa dorsal se registran en la Tabla 4, donde se puede evidenciar que no hay diferencia estadística alguna entre los grupos a lo largo del periodo de lactación. Por lo tanto, las cerdas de los dos grupos experimentales pierden los milímetros de grasa dorsal y condición corporal semanalmente hasta el destete.

Tabla 4. Efecto de la superdosis de fitasa bacteriana sobre la condición corporal y milímetros de grasa dorsal.

Variable	Tratamiento
----------	-------------

	Control	Superdosis	Significancia	ES	C.V (%)
CC día 0	3,5	3,42	0,69	0,098	0,31
CC día 7	3,27	3,07	0,3	0,12	0,38
CC día 14	3,1	2,82	0,21	0,15	0,5
CC día 21	2,9	2,97	0,69	0,13	0,45
Pérdida de CC 0-7	0,22	0,35	0,35	0,12	0,38
Pérdida de CC 7-14	0,17	0,25	0,69	0,13	0,44
Pérdida de CC 14-21	0,2	0,15	0,07	0,11	0,37
mm GD día 0	16,8	15,9	0,41	0,53	1,68
mm GD día 7	15,1	13,7	0,13	0,4	1,28
mm GD día 14	14	13,7	0,73	0,49	1,56
mm GD día 21	13,7	13,5	0,84	0,59	1,88
Pérdida de GD 0-7	1,7	2,2	0,29	0,26	0,82
Pérdida de GD 7-14	1,1	0	0,25	0,37	1,19
Pérdida de GD 14-21	0,3	0,2	0,92	0,66	2,11

ES: Erros estándar de la muestra; CC: Condición corporal de la cerda; mm GD: Milímetros de grasa dorsal; CV (%): Coeficiente de variación de la muestra

En este sentido, García y col, (2011) utilizaron 5000 FTU/Kg de alimento, en una dieta a base de sorgo y pasta de soya, y la compararon con otra ajustado a los requerimientos nutricionales recomendados por el NRC, (1998), como resultado no evidenciaron diferencias significativas, mientras que otros investigadores manifiestan que tales características varían de acuerdo con valor proteico dado, capacidad genética y el sexo (Hansen y Lewis, 1993). En la presente investigación hay una variación numérica de los milímetros de grasa dorsal entre los dos tratamientos, con una disminución de 3,1 milímetros de grasa dorsal para la dosis estándar a 2,4 mmGD para la superdosis durante periodo experimental.

Algunas investigaciones recalcan la eficacia de la fitasa sobre los rendimientos productivos de los cerdos, por ejemplo, Oliveira Silva, y col, (2004), recalcan que existe mayor ganancia de peso por día cuando utiliza fitasa en sus diferentes dosis (400, 800 y 1200 FTU/Kg de alimento), sin embargo, no reportan diferencia significativa entre los tratamientos, pero si frente a la dieta control en cuanto a la ganancia de peso en la etapa de crecimiento, lo que se debió a que la enzima promueve un aumento en el uso de los nutrientes de la ración. Literalmente, la pérdida de peso y de condición corporal, se da de manera directa debido al crecimiento de la camada y al número de lechones (Wealleans y col, 2015). Pero con referencia a la condición corporal en la etapa de lactación de la cerda las



investigaciones anteriores no mencionan resultados, paralelamente en la presente investigación no se encontraron diferencias estadísticas entre los dos tratamientos para la condición corporal. Por otra parte, Lerchundi, (2006), afirma que no existe una respuesta lineal de fitasa añadida sobre la digestibilidad del fósforo, es decir que la respuesta por unidad de fitasa es más acentuada con niveles bajos de enzima. Además, Natuphos, (1998), Bio-Feed Phytase, (2000) manifiestan que existe una clara dosis respuesta en la adición de fitasa hasta alcanzar un nivel de 1.000 FTU/Kg de alimento, no encontrándose que exista por encima de este nivel una ulterior mejora de la digestibilidad del fósforo.

Generalmente, la suplementación de calcio y fósforo en los alimentos de cerdas lactantes son fundamentales para que las reservas de estos minerales en los huesos sean óptimas cuando alcance el pico de producción y no exista desmineralización ósea y puedan presentarse cojeras en las cerdas, lo que se relaciona directamente con la falta de apetito y consumo de agua, lo que al mismo tiempo predispondría a una mayor pérdida de peso y condición corporal (Durán, 2016), por consiguiente, es clave la inclusión sistémica de fitasa en dietas de lactancia.

4.3. Días abiertos y tasa de fertilidad

Los resultados referentes a los días abiertos se registran en la Tabla 5; se puede observar que no existe diferencia estadística entre tratamientos, habiendo solamente diferencia numérica (4,5 vs 4,3). Por el contrario, la variable tasa de fertilidad evidenció diferencia ($p<0,05$) cubriendo el 100% de fertilidad para la dosis estándar con 0% de tasa de repetición frente a la superdosis, en la cual solamente el 60% de las cerdas fueron fértiles con un 40% de repetición al día 30 postinseminación. Estos resultados difieren con los establecidos por varios autores, entre ellos el de Young y col, (2014) quienes usaron fitasa sobre una dieta a base de maíz y pasta soya formulada de acuerdo a las recomendaciones de NRC (1998) para cerdas en lactación y evaluaron tres tratamientos: 1) dietas baja en Ca y P, 2) dietas bajas en Ca y P con 500FTU/kg de alimento, 3) dieta normal en Ca y P, los resultados fueron diferentes numéricamente (4,65 – 4,70 – 4,42 respectivamente), mas no evidenciaron diferencia estadística en los días

abiertos; situación que puede deberse a factores externos a los tratamientos como lo es la variación genética o la generada por efecto del personal en granja en relación a los protocolos de detección de celo e inseminación.

Tabla 5. Efecto de la superdosis de fitasa microbiana sobre los días abiertos y la tasa de fertilidad en cerdas reproductoras durante la lactación.

VARIABLE	Tratamiento		Significancia	ES	C.V (%)
	Control	Superdosis			
Días Abiertos	4,5	4,3	0,47	0,16	0,53
RECuento	10	10			
Fertilidad (%)	100 ^{ab}	60 ^b	0,025	0,0	0,0
Repetición (%)	0,0	40	0,025	0,0	0,0

E.S: Error estándar de la muestra; C.V (%): Coeficiente de variación; (%): porcentaje de la muestra; ^{ab} medias en la misma fila con distintas letras difieren entre si significativamente ($p < 0,05$).

Los resultados del presente trabajo reflejan mayores ventajas para la dosis normal de fitasa en cuanto a la tasa de fertilidad, donde el 100% de las cerdas se fertilizaron y no presentaron repetición alguna al día 30 posinseminación, mientras que para la superdosis de fitasa solamente el 60% se fertilizaron; algunos estudios se relacionan con los resultados de este trabajo, por ejemplo Márcio y col, (2015); Wealleans y col, (2015) manifiestan que a medida que la cerda pierde peso durante la lactancia los días de intervalo a aparearse se alargan (días abiertos), como también son menos propensas a volver al estro dentro de los 10 días posdestete, reducen su tasa de ovulación y supervivencia embrionaria; además, en sus resultados encontraron que existe un efecto lineal sobre la pérdida de peso con dosis más altas de fitasa (250, 500 y 1000 FTU/Kg); pero con 2000 FTU ya no representó la diferencia estadística entre los tratamientos.

En cerdas lactantes se busca optimizar las raciones alimenticias, mejorando en si la calidad de dietas sin afectar su rendimiento productivo, y evitando pérdidas de reservas corporales, las cuales afectan al intervalo destete-concepción, celos fértiles y una alta prolificidad (Labala, Sanchez y Estévez, 2006); pero en la presente investigación se identificó que con dosis estándar de fitasa existe mayor porcentaje de fertilidad en cerdas reproductoras en estado de lactancia.

4.4. Parámetros productivos de la cerda durante la lactación

Los resultados obtenidos sobre los parámetros productivos de las cerdas en experimento se muestran en la Tabla 6. En donde no existe un efecto claro de la superdosis de fitasa, solamente existe diferencias numéricas entre los dos tratamientos, en este sentido, resultados similares fueron reportados por Wealleans y col, (2015), quienes al utilizar una dieta con todos los nutrientes necesarios para la lactación comparada con un alimento reducido en un 16% en fósforo y 15% en calcio pero adicionada diferentes dosis de fitasa (250, 500, 1000, 2000 FTU/Kg); en sus resultados no se evidenciaron diferencias significativas para el total de lechones nacidos, nacidos vivos, tasa de mortalidad predestete y el total de lechones destetados. Por otro lado, Young y col, (2014) encontraron mayor viabilidad del número de lechones al nacimiento cuando usaron 300 FTU/Kg, frente a 0 y 600 FTU/Kg, resaltando que la fitasa fue adicionada a una dieta baja en calcio y fósforo, comparada con otra con niveles de calcio y fósforo normales.

Tabla 6. Efecto de la superdosis de fitasa bacteriana sobre los parámetros productivos de la cerda durante la lactancia.

Variable	Tratamiento		Significancia	ES	C.V (%)
	Control	Superdosis			
LTN	15,2	14,5	0,68	1,15	3,64
LNV	13,3	12,9	0,75	0,73	2,31
LNM	1,1	0,8	0,62	0,5	1,59
LNVL	12,8	11,7	0,24	0,61	1,9
LMPRED	1,9	1,7	0,25	0,5	1,59
LTD	10,9	10	0,75	0,48	1,52
RECuento	128	117			
Viabilidad (%)	85,2	84,6	0,09	0,48	1,52
Mortalidad (%)	14,8	15,4	0,09	0,5	1,9

LTN: Lechones totales nacidos; LNV: Lechones nacidos vivos; LNM: Lechones nacidos muertos; LNVL: Lechones nacidos viables; LMPRED: Lechones muertos predeste; LTD: Lechones totales destetados.

Los resultados de peso y biomasa de los lechones al nacimiento y semanal se presentan en la Tabla 7, en la cual se puede observar un incremento numérico conforme avanza la edad de los cerdos a favor del tratamiento superdosis de

fitasa, cabe destacar que inicia con un valor inferior a la dosis estándar (1,34 vs 1,31 Kg), pero para el día 7 de experimento supera a la dosis estándar y continua con un comportamiento lineal hasta el destete (5,69 vs 5,85 kg), paralelamente al comportamiento del peso, se manifiesta la biomasa total de los lechones, pero tampoco se encontró diferencia estadística alguna. Probablemente, este hecho sucedió por la concentración de una mayor cantidad de minerales presentes en la leche materna; resultados similares son expuestos por Grela y col, (2010), quienes al usar 500 FTU/Kg en una dieta básica compuesta por cebada, trigo, avena, harina colza y pasta de soya, y compararla con otros dos tratamientos; dieta básica sin fitasa como control negativo y dieta básica añadida fosfato dicálcico (10 g/Kg) (Grupo II); existió mayor peso de los lechones al día 21 (0,046) y 28 (0,044) cuando se adicionó fitasa comparado al grupo II y control, del mismo modo la biomasa fue mayor al nacimiento hasta el día 21, pero no existió diferencia estadística entre los tres tratamientos. Por otro lado, Lyberg, Andersson, Simmons, y Lindberg (2007) encontraron mayor productividad numérica y tamaño de camada al nacimiento de cerdas alimentadas con fitasa y reducción de fósforo comparada con una dieta alta en fósforo sin fitasa.

Tabla 7. Efecto de la superdosis de fitasa bacteriana sobre el peso y biomasa de los lechones semanales hasta el destete.

Variables	Peso día 0	Peso día 7	Peso día 14	Peso día 21	Biomasa día 0	Biomasa día 7	Biomasa día 14	Biomasa día 21
Control	1,34	2,56	3,77	5,69	13,48	25,65	37,74	56,98
Superdosis	1,31	2,67	4,05	5,85	10,2	26,75	40,5	58,88
Significancia	0,73	0,61	0,46	0,68	0,0	0,0	0,0	0,0
ES	0,71	0,15	0,26	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
CV (%)	0,22	0,48	0,83	0,95	0,0	0,0	0,0	0,0

ES: Error estándar de la muestra; CV: Coeficiente de variación

Para Nychoti, Sands, Connor y Adeola (2006); Torres y Hurtado (2007) indican que la cerda y el desarrollo de los lechones no es afectada positivamente por la adición de fitasa, sino más bien por otros factores como; tipo genética, manejo interno de cada granja relacionado con sanidad, alimentación, infraestructura y asistencia técnica. De igual manera, Wealleans y col, (2015) afirman que el peso



de los lechones desde el nacimiento al destete, son similares entre tratamientos (250, 500, 1000 y 2000 FTU/Kg), vs una dieta con todos los nutrientes adecuados para lactación.

4.5. Análisis de leche

Los resultados de análisis de leche se exponen en la Tabla 8, en la que se puede evidenciar que hay una diferencia numérica a favor de la superdosis de fitasa en la mayor parte de valores (Humedad, sólidos totales, proteína, grasa, cenizas, calcio, fósforo, hierro, densidad y pH). Para el día del parto (Día 0), existe mayor humedad con menor concentración de sólidos totales para el tratamiento control frente a la superdosis: 74,6 de humedad vs 70,35 y 25,4 de sólidos totales vs 29,6 respectivamente. Además, existe una diferencia significativa en la concentración de fósforo y el valor del pH. Solamente para el día 11 el contenido de cenizas y la densidad fueron estadísticamente diferentes y para el día 21 la concentración de proteína fue estadísticamente superior para la dosis normal de fitasa. Grela y col, (2010) no encontraron diferencias estadísticas a lo largo del periodo de lactancia (28 días) en mencionadas variables; por otro lado, Csapó y otros, (1996), confirmaron que el contenido de nutrientes orgánicos y minerales tanto en el calostro como en la leche de la cerda depende de la raza, la lactancia sucesiva, fase de lactancia y la nutrición correspondiente, por consiguiente el contenido de macro y micro minerales en la sangre de la cerda incrementa inmediatamente antes del destete. Así mismo, Czech y Grela, (2004), confirmaron que la suplementación de dosis estándar de fitasa microbiana en dietas ricas en fitatos aumentó significativamente el contenido de fósforo, zinc y cobre en el calostro y en la leche. Los resultados del análisis de leche en trabajos anteriores solamente se han registrado con dosis normal de fitasa entre 300 a 600 FTU/Kg, con dosis superiores a esa los resultados aún no están disponibles, mientras que en la presente investigación se realizó con superdosis de fitasa.

Tabla 8. Efecto de la superdosis de fitasa sobre la composición química de la leche de la cerda durante la lactancia.



Variables	Normal	Superdosis	Normal	Superdosis	Normal	Súper dosis	Error Estándar	CV (%)
Humedad	74,6 ^a	70,35 ^{ab}	83,6	83,7	84,26	82,89	2,08	4,35
Solidos totales	25,4 ^a	29,6 ^{ab}	16,38	16,21	15,73	17,11	2,08	4,35
Proteína	15,99	16,04	6,63	6,06	6,57 ^{ab}	5,98 ^b	0,44	0,20
Grasa	7,03	7,22	5,30	5,07	5,42	5,26	0,30	0,094
Cenizas	0,82	0,95	0,75 ^a	0,87 ^{ab}	0,75	0,85	0,76	0,006
Calcio	0,70	0,71	0,063	0,067	0,06	0,31	0,25	0,06
Fósforo	0,09 ^a	0,11 ^{ab}	0,12	0,13	0,12	0,13	0,008	0,000
Hierro	2,01	2,08	0,81	0,78	0,76	0,79	0,57	0,003
Densidad	1,02	1,01	1,01 ^a	1,04 ^{ab}	1,03	1,02	0,21	0,000
Ph	6,96 ^a	7,06 ^{ab}	7,02	7,06	7,07	7,08	0,10	0,12

E.S: Error estándar de la muestra; C.V (%): Coeficiente de variación,

^{ab}Medias en la misma fila con letras distintas difieren entre si estadísticamente.



5. CONCLUSIONES

Al analizar los resultados de este trabajo, se puede deducir que la superdosis de fitasa no tiene un efecto positivo sobre los parámetros productivos en cerdas durante la etapa de lactancia. Por otro lado, al analizar la calidad y composición nutricional de la leche se puede concluir que mejora las concentraciones del contenido lácteo. Pero sobre comportamiento reproductivo de las cerdas el efecto es aún peor que la dosis normal.



6. RECOMENDACIONES

Dado el comportamiento parecido sobre la mayor parte de variables del presente trabajo entre los dos tratamientos, sería interesante, tomar en cuenta una sola raza de cerdas con buenas habilidades maternas, además, se pueden evaluar otras variables reproductivas apoyadas con ultrasonido como: Tamaño y calidad de folículos preovulatorios, folículos viables preovulatorios, presencia de ovocitos fértiles 7 días postinseminación y reabsorción embrionaria, partiendo desde el momento de celo de las cerdas con un mayor número de tratamientos con diferentes dosis de fitasa, incluyendo los controles positivo y negativo.

Además, se sugiere tomar en cuenta la estación anual, para el desarrollo de trabajos sucesivos ya que en nuestro país en época invernal existe un marcado asenso de temperatura diurna y nocturna especialmente en las regiones costaneras, lo que puede generar un estrés calórico en las cerdas, la misma que podría alterar el comportamiento de los animales y obtener resultados que no sean efecto de los tratamientos.



7. BIBLIOGRAFÍA.

Acosta , A., y Cárdenas , M. (2004). Enzima en la alimentación de aves. La Habana Cuba. *Redalyc.org: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe*. Recuperado el 10 de 02 de 2019, de Fitasas: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017672001.pdf>

Acosta, A., y Cárdenas, M. (2006). Enzimas en la alimentacion de las Aves. IA Habana, Cuba.: Revista Cubana de Ciencias Agrícolas. *Revista Cubana de Ciencia Agricola*, Volumen 40 (40), p. 377-387.

Adeola, O., y Cowieson, A. (2011). Oppotunitiesand challenges in using exogenous enzymes to improve nonrumiant animl production. *Australia: Departament of Animal Sciences. Board-invited Reviw*. Volumen 89(2), 1189-3214 . Recuperado el 08 de 08 de 2018, de https://www.researchgate.net/profile/Aaron_Cowieson/publication/292771303_Opportunities_and_challenges_in_using_exogenous_enzymes_to_improve_nonruminant_animal_production/links/56b321b908ae795dd5c838e5.pdf

Barletta , A. (2010). *Enzymes in Farm Animal Nutrition*, 2Nd Edition. (M.R Berford y G.G. Partridge, Eds) (Primera).

Barraza Amador , B., Moreno Castro , J., y Morgado Gamero, W. (2018). FITASAS MICROBIANAS RECOMBINANTES EN LA PRODUCCION DE ALIMENTOS PARA ANIMALES MONOGÁSTRICOS. (Tesis de maestría). *Universidad Libre. KM 7. Antigua vía. Puerto Colombia. Facultad*. doi: 10.13140/RG.2.2.14340.83841

Bedford, M. (2016, 22 of may). Phytase superdosing - Where are the benefits coming from?. Reino Unido.: Recuperado el 05 de 04 de 2019, de <https://www.engormix.com/MA-porcicultura/noticias/abvistamuestra-efectos-positivos-t22581/p0.htm>

Beeson, L., Walk, C. L., Bedford, M. R., y Olukosi, O. (2015). Total tract retention and phytate hydrolysis in broiler diets deficient in available phosphorus on growth performance and nutrients utilization. *Monogastric Science*



Research Center, SRUC. Obtenido de
<http://www.poultryscience.org/psa15/abstracts/94.pdf>

Benjamin , F. (2011). *Capítulo I. Las enzimas*. Recuperado el 15 de 04 de 2019

Bio-Feed Phytase. (2000). A new enzyme for animal feed.

Bradley, C. (13 de 04 de 2016). *Mejorando el nivel de hierro en cerdos jóvenes con una superdosis de fitasa*. Recuperado el 10 de 10 de 2018, de <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/mejorando-nivel-hierro-cerdos-t33256.htm>

Córdova I, Alejandro.(2016). Consecuencias del Síndrome de Infertilidad Estacional en Cerdas sobre Parámetros reproductivos. Anim. Feed Sci. Metropolitan Autonomus University. Vol (1), 36-39.

Cowieson, A., Bedford, M., York , T., y Wyatt , C. (2013). *Exploit Benefits From "Superdosing" Phytase*. Recuperado de http://mydigimag.rrd.com/article/Exploit_Benefits_From_%25E2%2580%2598

Cromwell, G. L. (1992). The Feedstuffs for pigs. Pig News and information. Volumen 138 (2), 75N -78N. Recuperado el 08 de 08 de 2018, de https://www.researchgate.net/profile/Richard_Coffey2/publication/14805614_Improving_the_bioavailability_of_phosphorus_in_soybean_meal_and_corn-soybean_meal_for_pigs/links/55952d7b08ae5d8f392fac8b/Improving-the-bioavailability-of-phosphorus-in-soybean-meal

Csapó, J., Martin , T., Csapó - Kiss Z.S, y Hazas Z. (1996). *Proteins, fats, vitamin and mineral concentrations in porcine colostrum and milk from parturition to 60 days*. Int. Dairy J. Vol. (6), 881-902.

Czech , A., y Grela , E. (2004). *Biochemical and hematological blood parameters of sow during pregnancy and lactation fed the diet with different source and activity of phytase*. Anim. Feed Sci. And technology, Vol. 116 (3-4): 211-223.



- Domínguez Martínez, B., Ibáñez Gómez, M. V., y Rincón León , F. (2002). *Acido Fítico: aspectos nutricionales e implicaciones analíticas*. (A. L. Nutrición, Ed.) doi:0004-0622
- Dos Santos, T., y Bedford, M. (2012). Ingredient Phytate content and variability including susceptibility to phytase degradation. *2nd ed. International Phytase Summit, 12Th December 2012, Rome, Italy*.
- Durán Giménez, R. (2016). Alimentación de Cerdas de Alta Prolificidad. Madrid, España.: *Regional Technical Manager Danisco Animal Nutrition*, Recuperado el 12 de 08 de 2019, de www.produccion-animal.com.ar
- Durán Giménez, R. (2016). *Utilización de Fitasas en cerdos: Una herramienta de real rentabilidad*. (R. T. Manage, Ed.) Recuperado el 08 de 08 de 2018, de https://www.3tres3.com/articulos/revision-del-uso-de-fitasas-en-ganado-porcino-datos-recientes_35195
- Emanuel Matín , M., y Reimer, A. (2010). Utilización de enzimas exógenas en la alimentación porcina. *Universidad de la Pampa* Recuperado el 22 de 03 de 2019, de http://www.biblioteca.unlpam.edu.ar/rdata/tesis/a_maruti549.pdf
- Estévez Alfayate, J. (2016). *Manejo alimentario durante la gestación y lactancia en una unidad integral porcina*. La Habana. Cuba.: *Rev. Prod.anim.*, Volumen 28 (2-3), p. 1-11. Recuperado el 19 de 08 de 2019 de <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v28n2-3/rpa01216.pdf>
- Fahey, G., Frank, A., y Masters, S. (1980). *Influence of various purified and isolated cell wall fibers on the utilization of certain nutrients by swine and hamsters*. (J. f. Sci, Ed.) Recuperado el 30 de 07 de 2018, de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1365-2621.1980.tb07587.x>
- Fernández , M. T., y Rodríguez, H. (Agosto de 2006). Aplicaciones biologicas de las fitasas: papel en los fertilizantes microbianos. La Habana, Cuba: *ICIDCA: Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azucar*, doi: 0138-6204. Recuperado desde <http://www.redalcy.org/articulo.oa?id=223120664004>.



- Fortozo Monroy , I. (2016). Principales Causas de Mortalidad Perinatal por Manejo en Lechones. (Tesis de pregrado). *Universidad Autónoma de México*. Ciudad de México. Recuperado el 30 de 07 de 2018, de <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/49830>
- García , R., Ramírez, J., Lara, L., Salinas, J., Valdéz, A., Hernández , J., y Kawas, J. (2011). *Efecto de la suplementación de fitasa en ditas par cerdos de engorde*. (U. A. Narro", Ed.) Recuperado el 30 de 04 de 2019
- Gerardo, J., y Villanueva, C. (15 de 06 de 2010). *Nutrición del ganado: Fósforo*. ("S. México, Ed.) Recuperado el 15 de 03 de 2019, de <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/nutricion-ganado-fosforo-t28458.htm>
- Gimenez, J. (10 de 2011). *La Alimentacion de los Cerdos*. . Recuperado el 07 de 2018, de <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/alimentacion-cerdos-t29103.htm>
- Grela , E., Matras, J., Czech, A., y Krusucki, W. (2010). The influence of microbial phytase supplementation to diets with high or low native phytase activity on sow reproductive traits and composition of calostrum and milk. *Lubin, Poland.: Journal of Animal and Feed Sciences. University of Life Sciences*. Recuperado el 12 de 06 de 2019 de. CITA.
- Hansen, B., y Lewis, A. (1993). *Effects of dietary protein concentration (corn soybean meal ratio) on the performance and carcass characteristics of growing boars, barrows and gilts*. (J. o. Science, Ed.) doi:71:2122-21-32
- Herrera P.M.A, Conde M,P. 2010. Control Artificial de celo en ganado porcino. Veterinarios Kubus, S.A. Revista Firma Ganadera.
- Horacio, S., Teixeira, L.F., Lopes, D., Kazue., Guilherme, F., Saraiva, Alyson., (2017). Tablas Brasileñas para Aves y Cerdos: Composición de Alimentos y *Requerimientos Nutricionales*. *Universidad Federal de Vicosa, Departamento de Zootecnia*.



- Jones, R. (12 de 02 de 2016). *La productividad de las cerdas, el metabolismo del calcio y el Panbonis*. (N. S. Ltd, Ed.) Recuperado el 15 de 03 de 2019, de <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/productividad-cerdas-metabolismo-calcio-t33020.htm>
- Jongbloed, A. (1987). Phosphorus in the feeding of pigs. Effect of diet on the absorption of phosphorus by growing pigs. *Thesis, ivvo, Lelystad*. Recuperado el 08 de 08 de 2018, de <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/201468>
- Kemme, P. a., Radcliffe, J. S., Jongbloed, y Mroz, Z. (1997). The Effects of Sow Parity on Digestibility of Proximate Components and Minerals During Lactation as Influenced by Diet and Microbial Phytas Supplementation. Netherlands; *Institute for Animal Science and Helth*. Recuperado el 14 de 08 de 2018, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9263062>
- Labala, J., Sanchez , M., y Estévez , A. (2006). Alimentación de la Hembra en la Etapa de Lactación. Córdoba. Argentina.: *Producción Porcina MERCOSUR*. Recuperado el 30 de 07 de 2018, [CITA](#)
- Labala, J. (2013). *Nutrición Porcina*. (U. Porcino, Ed.) Obtenido de Adictivos en la Alimentación Porcina.
- Leiva Villanueva, Y. (2015). *Eficacia de una nueva fitasa Microbiana en dietas de cerdos en crecimiento*. (Tesis de Máster), Universidad Politecnica de Valencia, España.: Recuperado el 30 de 07 de 2010, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/61722/TFM%20FITASA%20cerdos%20crecimiento.pdf?sequence=1>
- Lerchundi Monje, G. (2006). *Obtención de Enzima Fitasa a Partir de una Cepa del Hongo Aspergillus ficuun, Por Medio de Fermentación en Sustrato Sólido y Sumergido*. (tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- López , M. (2011). *Parametros Reproductivos Porcinos (Influencia del Cambio Climático)*. Recuperado el 08 de 08 de 2018, de



file:///C:/Users/Cyber/Downloads/CONSECUENCIASDELSDNDROMEDEINFERTILIDAD.pdf

López Calderon , J. G. (2008). La Fitasa en la Nutrición De Cerdos (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, Coahuila, México.: Recuperado el 30 de 07 de 2018, de <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Archivos/fitasaenlanutriciondecerdos.pdf>

Lyberg, K., Andersson, H., Simmons, A., y Lindberg, J. (2007). *Influence of different phosphorus levels and phytase supplementation in gestation diets on sow performance*. J Anim Physiol Anim Nutr 2007; 91: 304-3011.

Márcio , A., Goncalves, Steve, S., Mike , D., Tokach, M., Joel , M., y Goodband. (24 de July de 2015). Fact sheets - comparing phytase sources for pigs and effects of superdosing phytase on growth performance of nursery and finishing pigs. Kansas,. *Journal of Swine Health and Production*, Vol. 24, pp. 98-101.

McDonald, P., Edwards , R., Greenhalgh, J., Morgan , C., Sinclair, L., y Wilkinson , R. (2011). *Animal nutrition*. 365. Recuperado el 16 de 04 de 2019, de Animal Nutrition: <http://www.cabdirect.org/abstracts/19701406676.html>

Méndez Batán, J. (15 de 11 de 2007). Avances en nutrición y alimentación animal/. Madrid, España.: COREN S.C.L. Ourence. Recuperado el 21 de 03 de 2019, de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/avances-nutricion-alimentacion-animal-t27378.htm>

Mora Huilcapi, C., Rodríguez Alava, J., Gómez Villalva, J. C., y Zambrano Moreira, R. (2017, 01 de Diciembre). Fitasa en Dietas de Lechones en el Canton Babaoyo provincia de los Rios Ecuador. *AGRO-UTB*. Recuperado de

Morillo Alujas, A., Alvarez-Rodriguez, J., Mata , V., Cano López , D., y Test and Trials, G. (2013). La Conmposición de las Dietas de las Cerdas Lactante y La Producción Láctea. Madrid. España.: *Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos de Lleida*. Recuperado el 15 de 02 de 2019, de



http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-produccion_porcina_general/216-13CAP_VI.pdf

N.R.C. (National Research Council), (1998). Nutrient Requirement of Swine. 10th revised Edition. *National Academy Press*. Washington. DC.

Natuphos. (1998). The natural key to higher yields. BASF; We Create Chemistry. Vol. (1) 23-42.

Neira Vielma, A. A., Nava Reyna, E., Ilina, A., Michelena Álvarez Gergina, Gaona Lozano, J. G., y Martínez Hernández, J. L. (2013, enero-abril). Aspectos Fundamentales de las Fitasas. *Universidad Autónoma de Aguas Calientes*. Volumen (57), p. 59-63. Recuperado el 21 de 03 de 2019, de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Articulo%208.pdf>

Nychoti, C., Sands, J., Connor, M., y Adeola, O. (2006). *Effect of supplementing phytase to corn or wheat based gestation and lactation diets on nutrient digestibility and sow and litter performance*. (C. J. Sci, Ed.) Recuperado el 2019

Oliveira Silva, H., Tadeu Fialho, E., Tadeo Fonseca, R., Augusto de Freitas, J., Viera Logato, R., y Artenio Schouten, N. (2004, 10 de noviembre). Phytase in Rations of Growing Pigs; Performance Blood Parameters and Bone Mineral Content. Lavras. PAIS. Recuperado el 30 de 05 de 2019 de

Paul, A., Kemme, A., Jongbloed, A., Zdzislaw, M., y Anton, C. (1997). The Efficacy of *Aspergillus niger* Phytase in Rendering Phytate Phosphorus Available for Absorption in Pigs Is Influenced by Pig Physiological Status. Netherlands, *Institute of Animal Science and Health (ID-DLO)*. Recuperado el 08 de 08 de 2018, de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9263060>

Paulino, J. (2 de 7 de 2012). *Nutrición de Cerdas lactantes Hiperprolíficas*. (N. a. Dominicana, Ed.) Recuperado el 15 de 03 de 2019, de <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/nutricion-cerdas-lactantes-hiperprolificas-t29587.htm>



Pérez, F. A. (2009, 01 de enero). Prácticas de manejo del lechón en maternidad: estrategias para mejorar su sobrevivencia y aumentar la productividad. *REDVET: Revista Electrónica de Veterinaria.*: Volumen (11), p. 3-10.

Quiles, A. (Enero de 2004). *Factores que Inciden en la Mortalidad Neonatal en los Lechones*. (U. d. Murcia, Ed.) doi:1688-2075

Quiles, A. (2010). *Papel de las fitasas en la alimentación porcina*. Murcia, España.: *Intervet: la Investigación marca la diferencia*. Recuperado, de <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Archivos/Papel%20de%20las%20fitasas%20en%20la%20alimentacion%20porcina.pdf>

Ramírez Ramírez , J. (2014, 01 de Diciembre). Enzimas: ¿Qué son y cómo funcionan?. rdU: *Revista digital Universitaria*. Volumen (12), p. 1-6. Recuperado el 15 de 04 de 2019. CITA.

Rebollar, P. G., y Mateos, G. G. (20 de December de 2011). *El Fósforo en Nutrición Animal, Necesidades, Valoración de Materias Primas y Mejora de la Disponibilidad*. (U. P. Madrid, Ed.) Recuperado el 10 de 02 de 2019, de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/El_fosforo_en_nutricion_animal_necesidades_valorac.pdf

Reis , R. P., Mariscal , L. G., y Aguilera, L. (2005). *Efecto de diferentes cereales en dietas de iniciación para lechones sobre la digestibilidad de los nutrimentos y la preferencia alimentaria*. (V. Mex, Ed.) Recuperado el 30 de 07 de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/613/61343302.pdf>

Rodríguez Saldaña, D. F. (2016). Efecto de superdosis de Fitasa Bacteriana Sobre los Niveles de Oxígeno en Sangre y Parámetros Productivos de Pollos Machos Cobb 500 a 2664 msnm (tesis de maestría). *Universidad Central del Ecuador*. Quito, Ecuador.

Rodríguez-Estéves, V. (2010). *El Anaestro y la Infertilidad de la Cerda*. *Mundo Porcino*. doi:9788492569311 cita.

Rutherford, S. M., Chung, T. K., Morel, P., & Moughan, P. J. (2004). Effect of Microbial Phytase on Ileal Digestibility of Phytate Phosphorus, Total



Phosphorus, and Amino Acids in a Low-Phosphorus Diet for Broilers. New Zealand.: *Chemstock Animal Helth Ltd.* Recuperado el 27 03 de 2019, de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/rutherford2004.pdf

Sánchez -Torres, E., Barrera-Silva, M., Cervantes-Ramírez, M., Morales-Trejo , A., Landero-Viera, J., Araiza-Piña, B., y Yáñez-Hernández, J. (2010). Digestibilidad de Proteína, Aminoácidos, Fósforo, Calcio y energía en Dietas Sorgo-Pasta de Soya Adicionadas con Fitasa en Cerdos Jóvenes. Tlaxaca. México.: *Agrociencia. Universidad de Tlaxaca.* Recuperado el 08 de 03 de 2019, de <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v45n3/v45n3a5.pdf>

Sanz Nuñez, M. A., García Flores , A., y Wennberg , J. (s.f.). *Evaluación del estado corporal de la cerda.* Recuperado el 14 de 08 de 2018, de <http://www.ciap.org.ar/ciap/Sitio/Archivos/Evaluacion%20del%20estado%20corporal%20de%20la%20cerda.pdf>

Selle, P. H., y Ravindran, V. (14 de June de 2007). *Microbial phytase in poultry nutrition.* (ELSEVIER, Ed.) Recuperado el 10 de 02 de 2019

Soria Flores, A., Mariscal Landin, G., Gómez Rosales , S., y Cuaron , J. (2009). *Effect of fibrolytic enzymes and phytase on nutrient digestibility in sorghum-canola based feeds for growing pigs.* Recuperado el 30 de 07 de 2018, de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301663301>

Soto Salanova, M. F., Walk, C. L., & York, T. (s/f). *Superdosificación de fitasas ¿mito o realidad?.* LUGAR DE PUBLICACION. M. W. AB Vista, Recuperado el 10 de 02 de 2019, de http://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/8799_%20superdosificacion%20de%20fitasas.pdf

Stahl , C. H., Han, M., Roneker, R., y Lei, X. G. (1998). *Supplemental dietary phytase improves iron bioavailability to weanling pigs.* (J. A. Sci, Ed.) Recuperado el 30 de 07 de 2018, de <https://dl.sciencesocieties.org/publications/jas/pdfs/77/8/2135>

Steiner , T., Mosenthin, R., Zimmermann, B., Greiner, R., y Roth, S. (2007). Distribution of phytase activity, total phosphorus and phytate phosphorus in



legume seed, cereal and cereal by-products as influenced by harvest year and cultivar. Hohenheim, Germany.: *ScienceDirect. ELSEVIER*. Recuperado el 08 de 08 de 2018, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0377840106001829>

Tamim, N. M., Angel, r., y Christman , M. (2004). *Influence of dietary calcium and phytase on phytate phosphorus hydrolysis in broiler chickens*. (P. Science, Ed.) doi:10.1093/ps/83.8.1358

Thomas, M., (2008). Bioquímica: Libro de Texto con Aplicaciones Clínicas. Barcelona, España.: *REVERTE*, S.A. 4th ED, p. 413.

Torres-Novoa, D., y Hurtado - Nery, V. (2007). Análisis de parámetros de desempeño zootécnico en la fase de cría en un porcicola comercial del departamento del Meta. Los Llanos, Colombia: *ORINOQUIA*. 2 (11), p. 61-64 . doi:0121-3709

Trolliet, J. C. (2005). *Productividad Numérica de la Cerda Factores y Componentes que Afectan*. Rio Cuarto, Argentina.: *Facultad de Agronomía y Veterinaria. Universidad Nacional de Rio Cuarto*. Recuperado el 18 de 07 de 2019

Vicent, J. B., Crowder , M. W., & Averrill, B. A. (1992). *Hydrolysis of phosphate monoesters: a biological problem with multiple chemical solutions*. (T. i. Biochemical, Ed.) doi:10.1016/0968-0004(92)90246-6

Vitti, D. M., y Kebreab, E. (2010). *Phosphorus and calcium utilization and requirements in farm animals*. (CABI, Ed.) Mexico. Recuperado el 08 de 08 de 2018. LIBRO.

Wealleans, A. L., Bold, R. M., Dersjant-Li, Y., y Marlborough. (2015). The addition of a *Buttiauella* sp. phytase to lactating sow diets deficient in phosphorus and calcium reduces weight loss and improves nutriente digestibility. *Journal of American Society of Animal Science*. doi:10.2527/jas2015-9317

Wilcock, P., Woodstock, C., y Road, B. (2016). *Superdosis de Fitasa - Mas alla de la liberación de fósforo*. (R. Unido, Ed.) Recuperado el 15 de 09 de 2018,



de <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/superdosis-fitasa-mas-alla-t39488.htm>

- Yi, Z., y Kornegay, E. (1996). *Sites of phytase activity in the gastrointestinal tract of young pigs*. Recuperado el 08 de 08 de 2018, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0377840196009595>
- Young, D. J., Anim, S., Merlin, D. L., Eric, v. H., Richer, J., & Beob, G. K. (2014, 14 de enero). Effects of Phytase supplementation on reproductive performance apparent total tract digestibility of Ca and P and bone characteristics in gestating and lactating sows *Rccp: Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. Recuperado el 14 de 08 de 2018, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-06902014000300004
- Zeng, Z. K., Wang, D., Piao, Z. S., Li, P. F., Zhang, H. Y., Shi, C. X., & Yu, S. K. (Feb de 2014). Effects of Adding Super Dose Phytase to the Phosphorus-deficient Diets of Young Pigs on Growth Performance, Bone Quality, Minerals and Amino Acids Digestibilities. *Minnesota. EE.UU.: Asian Australas. J. Anim. Sci.* doi:10.5713/ajas.2013.13370.

8. ANEXOS

Anexo 1. Matriz nutricional de la enzima utilizada en el experimento (800–1600FTU/Kg de alimento).

PIGS		400 FTU			800 FTU			1200 FTU			1600 FTU		
Nutrient	Unit	Matrix Value (per kg feed)	Fixed dose 100 g/T (per kg product)	Variable dose 0-100 g/T (per kg product)	Matrix value (per kg feed)	Fixed dose 200 g/T (per kg product)	Variable dose 100-200 g/T (per kg product)	Matrix value (per kg feed)	Fixed dose 300 g/T (per kg product)	Variable dose 200-300 g/T (per kg product)	Matrix value (per kg feed)	Fixed dose 400 g/T (per kg product)	Variable dose 300-400 g/T (per kg product)
av. P pigs	g/kg	1.20	12000	12000	1.48	7400	2800	1.70	5667	2200	1.95	4875	2500
dig. P pigs	g/kg	0.96	9600	9600	1.20	6000	2400	1.36	4533	1600	1.56	3900	2000
Ca	g/kg	1.20	12000	12000	1.48	7400	2800	1.70	5667	2200	1.95	4875	2500
Na	g/kg	0.12	1200	1200	0.15	750	300	0.17	567	200	0.17	425	0
Crude Protein	g/kg	2.00	20000	20000	3.00	15000	10000	3.80	12667	8000	4.20	10500	4000
SID Lys	g/kg	0.08	800	800	0.12	600	400	0.15	500	300	0.16	400	100
SID Meth	g/kg	0.03	250	250	0.04	185	120	0.05	167	130	0.05	125	0
SID Cys	g/kg	0.18	1750	1750	0.26	1308	866	0.34	1123	753	0.35	886	175
SID Meth + Cys	g/kg	0.21	2100	2100	0.30	1495	890	0.39	1283	860	0.41	1013	200
SID Threo	g/kg	0.05	500	500	0.08	375	250	0.09	300	150	0.10	250	100
SID Tryp	g/kg	0.03	300	300	0.05	225	150	0.06	200	150	0.06	150	0
SID Gly + Ser	g/kg	0.28	2800	2800	0.42	2093	1386	0.54	1797	1204	0.57	1418	280
SID Arg	g/kg	0.08	800	800	0.12	598	396	0.15	513	344	0.16	405	80
SID Val	g/kg	0.13	1300	1300	0.19	972	644	0.25	834	559	0.26	658	130
SID Isoleuc	g/kg	0.15	1500	1500	0.22	1121	743	0.29	963	645	0.30	759	150
Dig. Energy pigs	MJ/kg	0.040	397	397	0.060	298	199	0.075	251	157	0.082	204	63
Dig. Energy pigs	kCal/kg	9.5	95000	95000	14.25	71250	47500	18	60000	37500	19.5	48750	15000

Optiphos@phytase can be combined in the feed with Hostazym® X.

The releasing value for metabolizable energy (AME) of each enzyme type, should than be applied as 80% of the original



Anexo 2. Ubicación de las unidades experimentales y toma de datos





Anexo 3. Valoración y registro de peso de las unidades experimentales

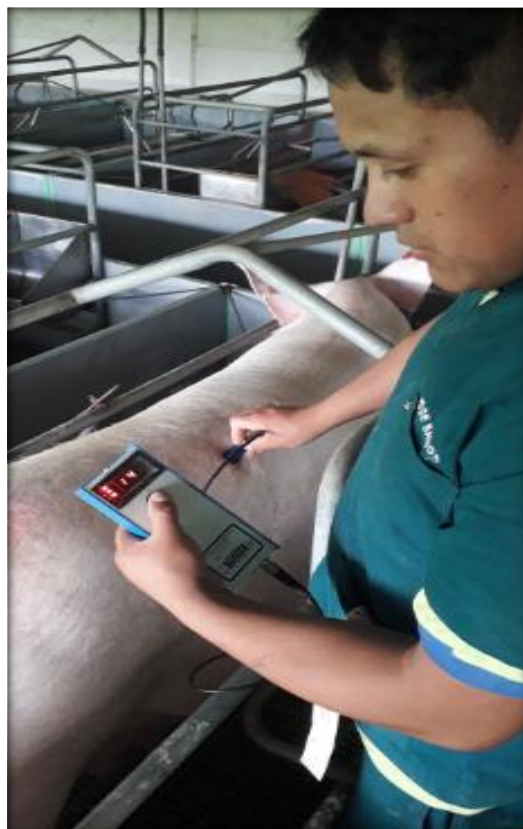
REGISTRO DE CAMADA						
DIA 7		CAMADA #		SALA#		
52		2		A		
CERDA			VERRACO		INICIO	
IDENTIFICACION	RAZA	NUMERO #	RAZA	TERMINO		
641	HYPER	LAND	3	ATENDIDO X		
Peso	C.C	mm G.D.	BIOMASA	FCHA. PARTO		
218	2,5	15	26.85			
L.VIVOS	VIABLS.	NO.VIABLS	PAT.ABIRT	DESCARTE	MUERTOS	MOMIAS
11	11					
LECHONES		PEZONES		PESOS		
NUMERO	SEXO	DERECHO	IZQUIERDO	DIA 7	DESTETE	
1	H	/	/	2,1	/	/
2	H			2,15		
3	H			2,55		
4	H			2,75		
5	M			2,55		
6	M			2,05		
7	M			2,7		
8	M			2,4		
9	M			2,85		
10	M			2,45		
11	M			2,3.		
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
TOTAL						
PROMEDIO						



REGISTRO DE CAMADA															
SEM. DE PARTO		S2		CAMADA #		2		SALAR		A		PARINDERA #		85	
CERDA				VERRACO				INICIO				16-30			
IDENTIFICACION		RAZA		NUMERO #		RAZA		TERMINO		23-00		ATENDIDO X		Jose Balboa	
641		HYPER		2ADC		3		FCHA. PARTO		28/12/2014					
Peso		C.C		mm G.D.		BIOMASA									
242		4		18		16.45									
VIVOS		VIABLES		NO VIABLES		PAT. ABIRT		DESCARTE		MUERTOS		MOMIAS		TOTALES	
17		15		2		-		2		-		-		17	
LECHONES		PEZONES		PESOS		OBSERVACIONES									
NUMERO		SEXO		DERECHO		IZQUIERDO		NACIMIENTO		DESTETE					
1		H						0,65		✓		No viable			
2		H						0,95							
3		H						1,1							
4		H						1,25							
5		H						1,25							
6		H						0,7							
7		H						0,95							
8		H						1,05							
9		H						1,2							
10		H						1,25							
11		H						1,3							
12		H						1,1							
13		H						1,3							
14		H						1,4							
15		H						0,60		✓		No viable			
16		H						0,70							
17		H													
18															
19															
20															
TOTAL															
PROMEDIO															
MANEJO EN SALA															
FECHA		DIAS		MANEJO DE LECHONES		FECHA		MANEJO CERDA		DOS					
		2DO		HIERRO				OXITOCINA							
		3ER		TATUAR				OXITETRA							
		4TO		BAYCOX				FAROWSURE							



Anexo 4. Valoración de la condición corporal y milímetros de grasa dorsal.



Anexo 5. Valoración de peso de los lechones durante la lactación



Anexo 6. Recolección de muestras de leche para el análisis de la composición nutricional.

