

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA

CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

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

TRABAJO EXPERIMENTAL:

**“EVALUACIÓN DE DOS NIVELES DE FITASAS EN LA DIETA DE CERDOS EN
LA ETAPA DE ENGORDE”**

AUTOR:

GANDHY VLADIMIR TOCTO TORRES

TUTOR:

DR. JUAN LEONARDO MASACHE MASACHE

CUENCA – ECUADOR

2019

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, Gandhi Vladimir Tocto Torres con documento de identificación No. 0106699648, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación: “EVALUACIÓN DE DOS NIVELES DE FITASAS EN LA DIETA DE CERDOS EN LA ETAPA DE ENGORDE”, mismo que ha sido desarrollado para aportar por el título *de Médico Veterinario Zootecnista*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca febrero del 2019



Gandhy Vladimir Tocto Torres

C.I. 0106699648

CERTIFICACIÓN

Yo, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “EVALUACIÓN DE DOS NIVELES DE FITASAS EN LA DIETA DE CERDOS EN LA ETAPA DE ENGORDE”, realizado por Gandhy Vladimir Tocto Torres, obteniendo el *Trabajo Experimental* que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, febrero del 2019



Dr. Juan Leonardo Masache Masache
C.I. 1103109003

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Gandhi Vladimir Tocto Torres, con número de cédula 0106699648, autor del trabajo de titulación: “EVALUACIÓN DE DOS NIVELES DE FITASAS EN LA DIETA DE CERDOS EN LA ETAPA DE ENGORDE”, certifico que el total contenido del *Trabajo Experimental* es de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Cuenca, febrero del 2018



Gandhy Vladimir Tocto Torres

AUTOR

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

MANUEL Y TERESA:

Los mejores seres del mundo que Dios me ha dado, a quienes agradezco por darme la vida y apoyarme en mis proyectos, para poder cumplirlos, les doy gracias por todo el esfuerzo que ellos han realizado, que sin esperar nada a cambio dan su vida por brindarnos un futuro mejor a sus hijos.

A MIS HERMANOS

MISSAEL Y CARLA

Por el afecto, cariño y consejos que me han brindado durante todo este proceso de mi formación como profesional, por estar ahí conmigo en las buenas y en las malas y darme la fuerza necesaria para poder sobre salir y seguir adelante, a quienes agradezco y deseo lo mejor de la vida.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, quiero agradecer a Dios y la Virgen Santísima por darme la oportunidad de contar siempre con personas buenas que me han sabido guiar por el buen camino del éxito, también agradezco a mis padres por darme la vida, por su comprensión y por ser el pilar fundamental en este proceso de mi vida para llegar a culminar mi meta propuesta, de la misma manera agradezco a mis hermanos, primos, amigos quienes me han ayudado con sus consejos y apoyo a seguir adelante para llegar a culminar mi meta propuesta.

A mis compañeros de generación, Nicolás, Santiago, Jefferson, Rommel, Esteban, José, por ser parte de incontables aventuras que pasamos juntos en este proceso de aprendizaje y culminación de la carrera.

A los profesores de la carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia por impartir sus conocimientos sin egoísmo y darme las herramientas y bases necesarias para poder desarrollarme y poder tener un buen desempeño profesional en la vida cotidiana y al Dr. Juan Masache, por ser el tutor de mi investigación por su conocimiento y paciencia con la revisión de mi tesis.

A Katy por ser un pilar fundamental en todos estos años que ha pasado a mi lado y ayudarme a seguir adelante cuando en momentos difíciles declinaba.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo la finalidad de evaluar dos niveles de fitasas en la dieta de cerdos en la etapa de engorde en la Parroquia Selva Alegre, Cantón Saraguro, Provincia de Loja.

El trabajo experimental se realizó con 15 cerdos los cuales se dividió en tres grupos, conformados de cinco animales cada jaula, en donde se estableció tres tratamientos que estuvieron conformados de diferente porcentaje de fitasa cada grupo de estudio, el T1 se suministró 2,5% fitasa, T2 se administró 5% de fitasa y T3 se utilizó como testigo.

En cuanto al análisis estadístico que se empleó en este trabajo experimental fue "Análisis de varianza con submuestras" de esta manera podemos determinar que la suplementación de fitasa dio un efecto positivo, en cuanto a la ganancia de peso y conversión alimenticia de los cerdos.

En lo cual podemos demostrar que el T1(2,5% de fitasa) se obtuvo una ganancia de peso final de 655 libras, el T2 (5% fitasa) con un peso de 675 libras y el T3 (0% de fitasa) como testigo, con un peso de 623 libras.

Mediante los resultados obtenidos se determinó que los tratamientos se comportaron de diferente manera, dando como mejor resultado el T2 (5% fitasa) alcanzando un peso final de 675 libras, en cuatro meses de estudio.

ABSTRACT

The present research work aimed to evaluate two levels of Phytase in the diet of pigs at the stage of fattening the parish Selva Alegre, Canton Saraguro, province of Loja.

The experimental work was carried out with 15 pigs which are divided into three groups, comprised of five animals each piggery, in which they settled three treatments that were formed in different percentage of Phytase each study group, the T1 was administered 2.5% Phytase, T2 was given 5% of Phytase and T3 was used as a witness.

In terms of the statistical analysis used in this experimental work was "analysis of variance with subsamples" in this way we can determine supplementation of Phytase gave a positive effect, in terms of growth and weight gain of piglets.

In which we can show that T1 (2.5% of Phytase) 655 pound final weight gain was obtained, T2 (5% Phytase) with 675 pound and the T3 (phytase 0%) as a witness, with 623 pounds.

By the results obtained was determined that treatments behaved differently, resulting in better T2(5% phytase) reaching a final weight of 675 pounds, in four months of study.

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. PROBLEMA.....	15
1.2. Delimitación	16
1.2.1 Temporal.....	16
1.2.2 Espacial.....	16
1.2.3 Académica	17
1.3. Explicación del problema	17
1.4. Objetivos.....	18
1.4.1 Objetivo General.....	18
1.4.2 Objetivo Especifico	18
1.5. Hipótesis.	18
1.5.1 Hipótesis alternativa	18
1.5.2 Hipótesis nula	18
1.6. Fundamentación Teórica	18
2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRAFICO	20
2.1. Cerdo.....	20
2.1.1 Origen e historia	20
2.1.2 Clasificación Taxonómica del cerdo	20
2.1.3 Producción porcina	21
2.1.4 Población Porcicola Nacional.....	21
2.1.5 Raza criolla ecuatoriana.....	23
2.1.6 CERDOS.....	24

2.1.7 LA PRODUCCION DE CERDOS	24
2.1.8 NUTRICION EN PORCINOS	24
2.1.9 Cerdo para engorde.....	25
2.2. FOSFORO Y SU IMPORTANCIA.....	25
2.3. Enzimas.....	27
2.3.1 Uso de Enzimas Exógenas y Endógenas	28
2.4. QUE ES LA FITASA QUIMICAMENTE.....	29
2.4.1 Papel de las Fitasas en la alimentación.....	29
2.4.2 Importancia de la fitasa en alimentación de monogástricos	31
2.4.3 USO DE FITASAS EN GANADO PORCINO.....	31
2.4.4 Efecto de la fitasa en la producción porcina.....	32
2.5. RESUMEN DEL ESTADO DEL ARTE DEL PROBLEMA.....	34
3. MATERIALES Y METODOS.....	35
3.1. MATERIALES FISICOS	35
3.2. MATERIALES QUIMICOS BIOLOGICOS	36
3.3. Método.....	36
3.4. Técnica.....	37
3.5. Identificación de la muestra en estudio	37
3.5.1 Selección de animales.....	37
3.5.2 Tipo de Explotación.....	37
3.5.3 Adecuación de las Jaulas	37
3.5.4 Registros	37
3.5.5 Control de cada tratamiento.....	38

3.5.6 Suministro de Balanceado y Agua.....	38
3.5.7 Ganancia de Peso.....	38
3.5.8 Conversión Alimenticia.....	38
3.5.9 Planes Veterinarios.....	38
3.6. Diseño.....	39
3.7. Variables en Estudio.....	39
3.7.1 Variables dependientes.....	39
3.7.2 Variables Independientes.....	40
3.8. Población y Muestra.....	40
3.8.1 Material Experimental.....	40
3.8.2 Selección de la Muestra.....	40
3.8.3 Distribución de los animales.....	40
3.8.4 Consideraciones Éticas.....	41
3.8.5 Bioseguridad dentro de la explotación.....	41
4. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	43
4.1. Marco Logístico.....	48
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
5.1. Conclusiones.....	49
5.2. Recomendación.....	49
6. Bibliografía.....	51
7. Anexos.....	56
7.1. DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR CON SUBMUESTRAS.....	56
7.2. Índice de conversión alimenticia.....	57

7.3. Fotografías	57
------------------------	----

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía	20
Tabla 2. Resultados de cerdos alimentados con FMC y sin FMC, pero con una 6-fitasa	34
Tabla 3. Materiales de Campo	35
Tabla 4. Materiales de Oficina.....	36
Tabla 5. Materiales químicos.....	36
Tabla 6. Materiales Biológicos solo cerdos.	36
Tabla 7. ADEVA del Diseño Completamente al azar con Submuestras	39
Tabla 8. Variable dependiente (cerdos)	39
Tabla 9. Variable independiente (Fitasa).....	40
Tabla 10. Incremento de peso en la inclusión de fitasa	43
Tabla 11. ADEVA para el factor incremento de peso para un DCA en la inclusión de fitasa.	44
Tabla 12. Transformación de datos, prueba de rango múltiple de Duncan para el factor ganancia de peso en la inclusión de fitasa.	45
Tabla 13. Índice de conversión alimenticia.	47

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dimensiones de las jaulas de 9 m ² (3X3), un total de 27 m ²	17
Figura 2. Distribución de la producción mundial de cerdo (FAOSTAT, 2010).....	21
Figura 3. Distribución geográfica del censo porcino en Ecuador.....	22
Figura. 4. Contenido medio en fósforo total (%), fósforo fítico (%), fósforo fítico (como % del fósforo total) y actividad fítica (Uf/kg) en materias primas vegetales.....	27
Figura. 5. El fitato como elemento antinutricional.....	33
Figura 6. Distribución de medias para el factor ganancia de peso en la inclusión de fitasa...45	

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Foto. 1 Colocación de la fitasa.....	57
Foto. 2 Fitasa al 5%.....	58
Foto. 3 Fitasa 2,5%.....	58
Foto. 4 Mezcla de la Fitasa y Balanceado.....	59
Foto. 5 Foto: Fitasa.....	59
Foto. 6 Pesada del Balanceado.....	60
Foto. 7 T0 (0% Fitasa).....	60
Foto. 8 T1 (2,5% fitasa).....	61
Foto. 9 T2 (5% fitasa).....	61
Foto. 10 Tama de Registros.....	62
Foto. 11 Pesada de los cerdos.....	62
Foto. 12 Pesada de los cerdos.....	63
Foto. 13 Pesada del balanceado.....	63

1. INTRODUCCIÓN

Desde hace muchos años atrás la producción de cerdos en el Ecuador se ha visto incrementada, en la cual se ha obtenido avances importantes en reproducción, genética, nutrición y sistemas de bioseguridad. La producción porcina es una de las actividades que va en crecimiento continuo, por el aumento de la población humana, de la misma manera la carne de cerdo es una de las más apetecibles por los humanos. El avance técnico en la formulación de balanceados nos ha permitido obtener una mejor explotación en cerdos de engorde, en cuanto a un crecimiento normal del animal, baja cantidad de grasa y obtener carne magra y una excelente conversión alimenticia.

Las fitasas son meso-inositol hexafosfato fosfohidrolasas que se encargan de catalizar la hidrólisis, Las fitasas pueden ser de origen microbiano, como las producidas por bacterias, hongos y levaduras, o de origen vegetal. Las fitasas pueden clasificarse en dos tipos: las 3-fitasas comúnmente sintetizadas por microorganismos y las 6-fitasas producidas por plantas. (Lei y Porres, 2003, pp.1787 - 1794)

Mientras la administración de la fitasa en el mercado mundial es aproximadamente del 90%, se estima que "sólo" el 70% de los productores de ganado porcino emplean esta enzima. Han conseguido no sólo demostrar que el reemplazo de las fuentes de fósforo inorgánico en porcino por las fitasas es muy posible, sino que además existe un efecto sobre otros nutrientes que cabría considerar. (Durán, 2015, p.1)

La fitasa está presente en numerosos granos como trigo, centeno y cebada; también diferentes organismos (hongos, levaduras, bacterias) como los microbios presentes en el rumen del animal rumiante, son capaces de producir fitasas. Así también, en la mucosa gastrointestinal se ha detectado actividad enzimática de desdoblamiento de fitatos. (BASF, 1997/ 1998, p.106)

Hernández, López, Madrid y Martínez (2013) aseguran que el empleo de fitasas contrastadas en ganado porcino está demostrado ser una herramienta de enorme utilidad para los nutricionistas a la hora de formular alimentos más económicos, sin alterar el rendimiento de los animales, e incluso mejorándolos. (p.3)

1.1. PROBLEMA

Los cerdos tienen una capacidad limitada para utilizar el fósforo fítico debido a la baja actividad de la fitasa endógena. Es por ello que para alcanzar los niveles de P recomendados se suelen utilizar fuentes de fósforo inorgánico en las dietas de porcino. De todos modos, la elevada excreción de fósforo fítico contribuye a la contaminación medioambiental de modo que es necesario desarrollar estrategias nutricionales que mejoren la biodisponibilidad de estos minerales. (Madrid, Martínez, López y Hernández. 2013, pp. 144 - 151)

La actividad de la fitasa en el tracto digestivo de los cerdos es casi nula, esta razón es la que ha obligado a incorporar fosforo inorgánico en las raciones alimenticias principalmente en forma de fosfato di cálcico (PD). Otra opción es adicionar a la ración, fitasas exógenas, las cuales hidrolizan el P del ácido fítico (AF) que está presente en los granos, esto libera P inorgánico e incrementa la absorción de aminoácidos y minerales tales como Ca, Zn, Mg, etc.; reduciéndose también los costos de la alimentación. Este mejor aprovechamiento del Ca y P vegetal permitirá disminuir la excreción fecal de ambos minerales con un impacto ambiental positivo (Cappelitti, Drab, Olavioga y Antruejo, 2012, p.1)

Debido a esto se ha visto la necesidad de realizar un estudio para evaluar dos niveles de fitasas (2.5% - 5%) en la alimentación de cerdos acriollados a una altitud de 2685 msnm a una temperatura ambiente 7-18°C aproximadamente, para obtener conclusiones sobre su comportamiento productivo y de esta manera identificar el mejor nivel de inclusión.

1.2. Delimitación

1.2.1 Temporal

El trabajo de investigación se desarrolló en un periodo de cinco meses distribuidos en 400 horas.

1.2.2 Espacial

El presente proceso investigativo se llevó a cabo en la granja porcina "TERESITA" en la parroquia Selva Alegre, cantón Saraguro, provincia de Loja; el cual presenta las siguientes coordenadas geográficas:

Coordenadas: 3° 37' 31.08" S, 79° 14' 27.96" W

En decimal: -3.6253°, -79.2411°

UTM: 9599100 695363 17M

Zoom: 6

Altitud: 2685 msnm.

Temperatura promedio: oscila entre 7° C y 18° C.

LÍMITES:

Al Norte: Río Curiyacu, Quebrada Peña Blanca y la parroquia Lluzhapa.

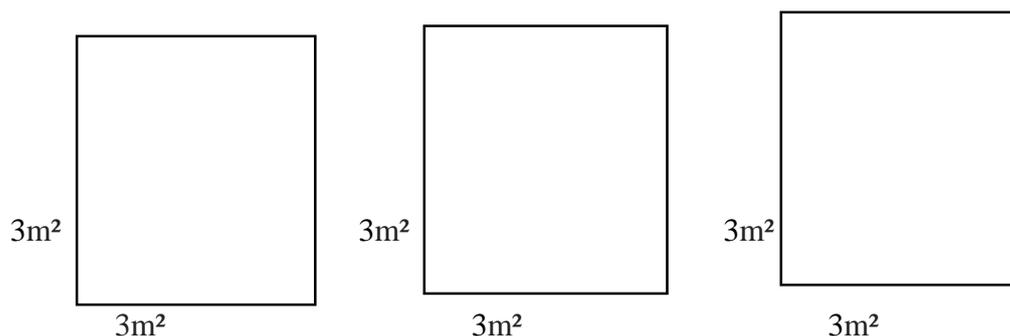
Al Sur: Río San Vicente y la parroquia El Paraíso de Celén.

Al Este: Río Naranjo y la parroquia San Pablo de Tenta.

Al Oeste: Parroquia Manú y El Paraíso de Celén.

Fuente: GAD Parroquial (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Selva Alegre 2014).

Figura 1. Dimensiones de las jaulas de 9 m² (3X3), un total de 27 m²



1.2.3 Académica

El presente trabajo de investigación fue realizado en la rama de lo Zootecnia, referente a producción porcina, enfocada principalmente en nutrición animal con suplementación de fitasas.

1.3. Explicación del problema

Una nutrición adecuada, fundamental para una exitosa producción porcina constituye uno de los desafíos más importantes del sector, en particular por lo que se refiere a la disponibilidad y el costo de la alimentación. En una unidad de producción comercial, la alimentación representa entre un 60% y un 70% de los costos de producción: la utilización eficiente de los recursos disponibles para la alimentación es por tanto esencial para la rentabilidad de este tipo de unidades (FAO, 2014)

La incorporación de subproductos agroindustriales en las dietas para monogástricos, aportan con nutrientes alimenticias, sin embargo, no son asimilados en su totalidad por el aparato digestivo, y para obtener mayor beneficio se utilizan aditivos y enzimas de uso específico en alimentos para animales, como los carbohidratos, fitasa, proteasa y lipasa, su uso mejora la ingestión, digestión, absorción y el metabolismo de los alimentos (Shimada, 2009, p.412)

La disponibilidad de fosforo provenientes de los subproductos agrícolas, se asimilan con dificultad en el sistema digestivo del mono gástrico en especial del cerdo, por ello se determinó utilizar enzimas como la fitasa para aprovechar este elemento en la nutrición de los cerdos.

1.4. Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Determinar el efecto de las fitasas en la dieta de porcinos a diferentes porcentajes de inclusión para establecer ganancia de peso en la parroquia Selva Alegre Cantón Saraguro Provincia de Loja a una altura de 2685 msnm.

1.4.2 Objetivo Especifico

- Analizar el efecto fisiológico porcino en los diferentes porcentajes de inclusión de fitasas y establecer el mejor tratamiento.
- Evaluar la conversión alimenticia de cada tratamiento

1.5. Hipótesis.

1.5.1 Hipótesis alternativa

Los diferentes niveles de porcentaje de fitasas en la alimentación del cerdo influenciarian en sus parámetros productivos.

1.5.2 Hipótesis nula

Los diferentes niveles de porcentaje de fitasas en la alimentación del cerdo no influenciarian en sus parámetros productivos.

1.6. Fundamentación Teórica

El trabajo experimental tiene con fin obtener datos que nos ayuden a dar una conclusión eficaz de los resultados obtenidos y de esta manera brindar a los pequeños y grandes

productores las recomendaciones en lo que concierne a la adición de fitasa en la dieta diaria del cerdo, logrando así reducir el costo de producción y emisión de gases.

Por otro lado, tenemos que las exigencias nutritivas de los cerdos tienen un elevado costo en la alimentación, por lo que es necesario maximizar la eficiencia de la utilización de los alimentos y lograr obtener un menor impacto ambiental con sus deyecciones diarias de los cerdos. Por lo que es de mayor importancia incluir una mayor cantidad de residuos agrícolas en las dietas de los animales monogástricos.

Debido a esta restricción que hay en el alimento para cerdo se ha optado por probar la suplementación de fitasas en dos niveles (2.5%, 5 %), lo cual en muchas investigaciones realizadas se recomienda probar diferentes niveles de fitasas en variedades de especies animales mono gástricos; lo cual será una alternativa para disminuir el impacto ambiental producidas por las deyecciones de los cerdos, aportando de esta manera a las investigaciones variabilidad de aditivos (enzimas), en nutrición animal.

2. REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOGRAFICO

2.1. Cerdo

2.1.1 Origen e historia

Mamífero artiodáctilo del grupo de los Suidos, la historia nos dice que fue en la época de la conquista (1492), con la llegada de Cristóbal Colón a nuestro continente, que se dio la llegada del cerdo doméstico, el cual se crio al aire libre con alimentación muy rudimentaria. Era apetecido debido a su prolificidad, carne y grasa. Por eso, en cada viaje de los españoles a nuestra tierra, el número de cerdos aumentó en forma considerable, hasta ocupar gran parte en la geografía de nuestro continente. Se convirtió en factor indispensable en la alimentación familiar de los nativos. (Renteria, 2009, p.1)

2.1.2 Clasificación Taxonómica del cerdo

Tabla 1. *Taxonomía*

Descripción	Denominación
Reino	Animal
Tipo	Cordados
Subtipo	Vertebrados
Clase	Mamíferos
Orden	Ungulados
Suborden	Artiodáctilos
Familia	Suidos
Subfamilia	Suinos
Género	Sus
Especie	Sus vittatus, Sus Scrofa, Sus mediterraneus
Subespecie	Sus scrofa doméstica

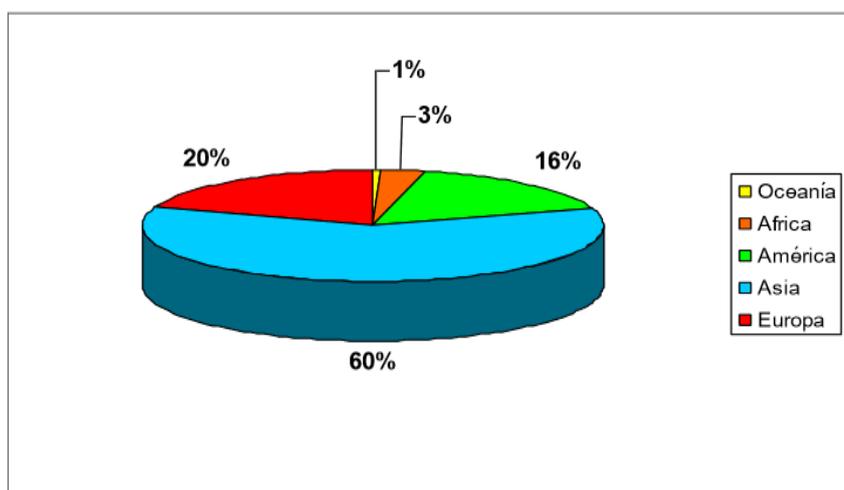
Fuente (Mejía, 2015, p.3)

2.1.3 Producción porcina

La producción porcina a nivel mundial ocupa un lugar muy destacado dentro de las producciones pecuarias. En 2010, el censo total de porcino en el mundo fue de 965.855.414 cerdos de los que el 60% se encontraban en el continente asiático, destacando China como el primer productor mundial, con más del 49% del censo mundial de cerdos. Europa es el segundo continente en cuanto a censos de porcino se refiere, con casi 190.000.000 cerdos; le sigue América con el 16% del censo, con el segundo y tercer país con más censo porcino del mundo, los Estados Unidos de América con un 6,4% y Brasil con el 4,0%, respectivamente. (FAOSTAT, 2010)

La principal explicación de esta inversión de cifras se encuentra en los hábitos de consumo de la población, en la cual el consumo anual por habitante de carne de cerdo ronda los 65 kg. (Gimenez, 201, p.1)

Figura 2. Distribución de la producción mundial de cerdo (FAOSTAT, 2010)

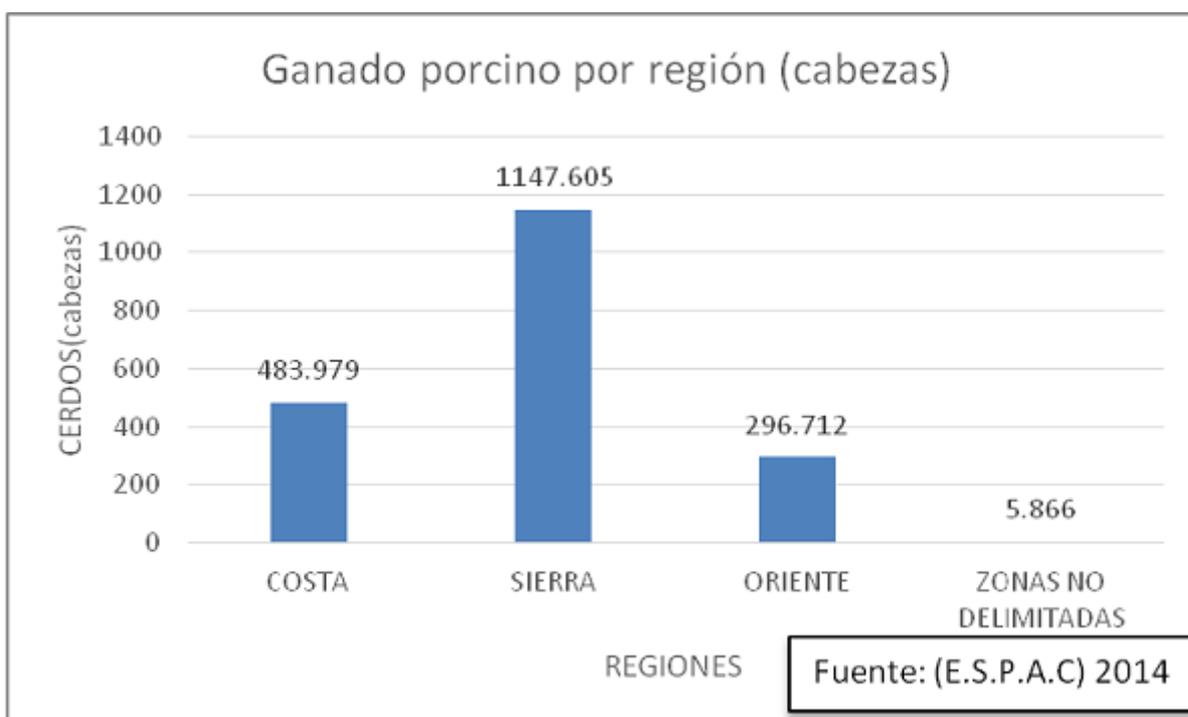


2.1.4 Población Porcicola Nacional

Según Chugcho (2017) La Población Porcicola Nacional en el año 2014, de acuerdo con la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (E.S.P.A.C.), estaba constituida por 1.934.162 cabezas, distribuidas en diversas regiones de Ecuador; Los mayores censos se

encuentran en la costa y sierra: con casi un 80 por 100 de las granjas y un 90 por 100 de la población porcina. De acuerdo con los datos de la Asociación de Porcicultores de Ecuador (ASPE), la industria porcina ha tenido un crecimiento entre los años 2013 y 2014 de un 37 por 100, lo que indica un proceso de desarrollo tecnológico y de mejora de los parámetros productivos. (p.3)

Figura 3. Distribución geográfica del censo porcino en Ecuador



Fuente: (Chugcho, 2017, p.3)

El 79% de la población porcina es de raza criolla, 19% mestizo y apenas el 2% de razas puras, esta situación nos revela que la explotación es de tipo tradicional, encontrándose en manos de pequeños productores, siendo el objetivo principal satisfacer el mercado nacional y parcialmente fronterizo. (Escobar, 2007, p.16)

Según Chugcho (2017) la base animal de nuestra ganadería porcina se encuentra conformada, en su mayoría, por razas cuyos atributos más destacados son la rusticidad y la

aptitud materna. Me refiero a razas tales como la Hampshire, la Yorkshire, la Landrace, la Duroc Jersey y la Piétrain. (p.3)

2.1.5 Raza criolla ecuatoriana

Los cerdos del Ecuador tienen su origen en las razas ibéricas importadas durante el período de la conquista. Algunos remanentes de estos ejemplares, se los encuentra en sitios apartados del país, manifestándose con sus características propias y con sus capacidades genéticas disminuidas. Las características de estos animales, tipificadas para los reproductores machos y hembras, respectivamente, son las siguientes: peso entre 40 y 35 kg, altura a la cruz 47 y 59 cm, longitud corporal 88 y 89 cm, perímetro torácico 88 y 89 cm. Su baja productividad y reproductividad está determinada por los factores climáticos alimentarios y sanitarios en los que habitan, esto determina que las madres paran una vez por año, de tres a cinco lechones los que serán destetados o «apartados» como suele decirse en el medio, luego de una larga lactancia que puede llegar hasta los cinco meses. En todos los casos estos animales disponen de una enorme resistencia a los desequilibrios alimenticios, a las enfermedades y a las variadas condiciones climáticas. Responden favorablemente cuando la alimentación recolectada o brindada por su propietario es abundante. (Ortiz, 2005, pp.38-39)

Yepez (2005) manifiesta que los cerdos criollos han demostrado a través de los años una gran adaptabilidad a diferentes ecosistemas en condiciones sumamente adversas y a una alimentación de bajo nivel nutritivo, estos cerdos que mayormente se explotan en el país es el criollo, que es un animal producto de las mezclas de razas que se han adaptado a las condiciones deficientes de alimentación, con un manejo inadecuado de las condiciones higiénico sanitarias, que dispone de pocas instalaciones tecnificadas y que no ha tenido selección genética. Es un animal de pelo enrulado o liso, oscuro, con poca carne y jamón, de un tipo muy rustico, es de poco peso y de baja conversión alimenticia. (pp.13 - 21)

2.1.6 CERDOS

Los avances en el mejoramiento genético de los cerdos a menudo resultan en cambios en el metabolismo de los animales, así como en la manifestación clínica de algunas enfermedades. Las alteraciones metabólicas no solo tienen un impacto sobre los parámetros de producción, la susceptibilidad a enfermedades infecciosas y/o parasitarias, sino también, en la calidad de la canal de los cerdos que se destina para consumo humano. (Shimada, 2015, p.205)

2.1.7 LA PRODUCCION DE CERDOS

La producción de carne de cerdo en el país casi se ha duplicado entre 2009 y 2018. Pasó de 90 mil toneladas métricas a un estimado para este año de 173 mil 194 toneladas. Este incremento en la producción nacional también influyó en una reducción de las importaciones, esto ha permitido al sector pecuario, mejorar significativamente los parámetros de nutrición, los procesos productivos, las instalaciones y el manejo sanitario iniciales, aumenta la producción y el consumo mientras los productores hacen porcicultura de manera tecnificada, cuidando el medio ambiente, empleando líneas genéticas que permiten optimizar resultados y mejorando los alimentos balanceados. (Romo, Orellana y Romero, 2018, pp.18 -26)

2.1.8 NUTRICION EN PORCINOS

El cerdo es un animal monogástrico omnívoro. Esto significa que su tubo digestivo está formado esencialmente por un estomago con una sola cavidad, seguido de un intestino delgado muy largo y un intestino grueso relativamente corto, capaz de digerir prácticamente cualquier tipo de alimento. Pero no significa que sea capaz de extraer el máximo beneficio de todos y cada uno de los alimentos que ingiere; es evidente que algunos le harán más provecho, le proporcionaran más energía y más nutrientes que otros (Pardo, 2007, p.408)

2.1.9 Cerdo para engorde

Se efectúa en corrales de finalización cuando se concentran cientos o miles de lechones de diversa procedencia, se alimentan y manejan forma intensiva hasta que alcanzan el peso adecuado para el sacrificio. La etapa llamada crecimiento que comprende desde los 20 a los 60 kilogramos en el cual se emplea un alimento con 16% de proteína y 3.2 Mcal de EM/Kg; en segundo cuando se está entre los 36 y 60 kg se da un alimento con 14% de proteína y 3.2 Mcal de EM/Kg; la tercera comprende desde los 60 a los 90-100 kg de peso en el cual se emplea un alimento con 13% de proteína y 3.2 Mcal de EM/Kg; y se proporciona a libertad o en forma restringida. (Shimada, 2009, pp.236 - 237)

2.2. FOSFORO Y SU IMPORTANCIA

El fósforo (P) es un nutriente muy importante para la mayoría de los sistemas biológicos. Es un importante componente estructural de huesos músculo y participa en el metabolismo de aminoácidos, grasas e hidratos de carbono, como también en la degradación y síntesis de proteínas, membranas celulares y tejidos. Se le requiere en muchos procesos bioquímicos responsables del crecimiento, la producción, la reproducción, la respuesta inmune y el mantenimiento. (Auman, 2003, p.1)

Los cerdos son ineficientes para utilizar el P contenido en los vegetales debido a que éste se encuentra unido a estructuras complejas como el ácido fítico (AF) que limita su disponibilidad. Es la forma principal de almacenamiento de fósforo (P), hidratos de carbono y minerales que son utilizados por la planta durante la germinación. El fósforo fítico (PF) representa el 60-80% del fósforo total presente en las materias primas vegetales. (Capelletti, Drab, Olaviaga y Antruejo, 2012, p.1)

La insuficiente actividad de la fitasa en el tracto digestivo de los cerdos requiere la incorporación de fuentes alternativas de P, como la ceniza de hueso o fosfato dicálcico (PD).

Este último constituye la forma más recomendada por los nutricionistas. La síntesis industrial de fitasas generó una nueva alternativa para hidrolizar el P del AF presente en los granos, liberando P inorgánico e incrementando la absorción de minerales tales como Ca, Zn, Mg. El mejor aprovechamiento del Ca y P vegetal permite disminuir la excreción fecal de ambos minerales con un impacto ambiental positivo. (Capelletti, Drab, Olaviaga y Antruejo, 2012, pp.1- 2)

El cerdo no puede aprovechar totalmente el fósforo porque carece de las enzimas endógenas suficientes en el tracto intestinal y no puede liberar el grupo fosfato de la molécula del fitato, esta ineficiencia por parte del Mono gástricos puede provocar graves problemas de salud y afectar el rendimiento de los animales, así como problemas medioambientales por medio de las deyecciones. (Leiva, 2015, p.2)

Figura. 4. Contenido medio en fosforo total (%), fósforo fítico (%), fósforo fítico (como % del fósforo total) y actividad fítica (Uf/kg) en materias primas vegetales.

Producto	P total (%)	P fitico (%)	P fitico% (P total)	Activiudad fitásica (UF/Kg)
Trigo	0,23	0,23	69	1193
Maíz	0,26	0,18	72	24
Arroz	0	0,27	77	0
Arroz pulido	0	0,09	51	112
Sorgo	0,27	0,19	71	24
Centeno	0,35	0,22	61	5139
Cebada	0,34	0,23	64	582
Avena	0,33	0,22	61	63
Triticale	0,37	0,25	67	1688
Mijo	0,20	0,15	75	56
Salvado de trigo	1,18	0,95	84	2957
Salvado de arroz	1,68	1,38	80	5
Cilindro de arroz	1,71	1,10	64	122
Tercerillas	0,87	0,53	66	438
Salvao de centeno	0,96	0,73	76	4624
Salvado de Avena	0,83	0,68	82	25
Gluten de Maiz	0,42	0,29	69	173
Gluten de trigo	0,78	0,56	71	25

Fuente: (Quiles, 2013)

2.3. Enzimas

Los beneficios de la suplementación enzimática de las dietas parecen ser más limitados en cerdos que en aves. Las diferencias en la anatomía gastrointestinal, tiempo de transito del alimento y capacidad del sistema digestivo parecen contribuir a las respuestas más bajas obtenidas con ganado porcino, esto permite a los cerdos disponer de más tiempo que las aves para extraer los nutrientes. Además, la capacidad del aparato digestivo de cerdos es mayor por lo que se ven menos afectados que las aves por las características digestivas. Esta es la

razón por la que no se detectan pérdidas de eficacia alimenticia en cerdos que consumen los polisacáridos no amiláceos presente en trigo y cebada. (Ravindran, 2010, p.8)

Las enzimas son catalizadores biológicos, formadas por proteínas y otras sustancias similares a las vitaminas y minerales que pueden desencadenar o acelerar reacciones bioquímicas en el organismo, actuando en condiciones específicas de temperatura, pH y humedad sobre un sustrato específico. La carbohidrasas, proteasas y fitasa, son las principales enzimas utilizadas en la producción porcina. Las mismas se incluyen en las raciones para mejorar la digestibilidad de los cereales, reducir la acción de los factores anti nutricionales, aumentar la ganancia diaria y mejorar el índice de conversión. (Bartoli y Labala, 2011, p2.)

Entre las enzimas de uso más reciente se tiene a la fitasa, esta se incluye de manera regular en la dieta para incrementar la disponibilidad de fosforo en los granos y en la pasta de soya. (López, 2008, p.14)

2.3.1 Uso de Enzimas Exógenas y Endógenas

La mayoría son producidas por microorganismos (hongos, levaduras y bacterias) existen varios tipos y clasificaciones las principales enzimas utilizadas en la producción porcina son las siguientes:

- Carbohidrasas: liberan carbohidratos no almidonosos (PNAs).
- Proteasas: liberan proteínas y aminoácidos.
- Fitasas: liberan fósforo fítico de los ingredientes.

Se incluyen en las raciones para mejorar la digestibilidad de los ingredientes, liberando mayor cantidad de nutrientes, reduciendo la acción de los factores antinutricionales, reduciendo la variabilidad en la composición nutricional, aumentando la ganancia diaria y

mejorando el índice de conversión alimenticia y reducción de los costos de alimentación. (Paulino, 2017, p.12)

La actividad endógena de la fitasa en la mucosa intestinal del cerdo es casi nula, las fitasas de los microorganismos del intestino grueso no influyen en la utilización del fósforo, porque aun cuando tengan capacidad fitásica, el fósforo liberado no se absorbe y es excretado en su totalidad. De ahí que la capacidad de utilización del fósforo y demás nutrientes, unidos a los complejos fitatos, depende, en exclusividad, del contenido de fitasas presentes en las materias primas vegetales de la dieta o del aporte extra de fitasas microbianas añadidas al pienso. (Quiles, 2013, p.43)

2.4. QUE ES LA FITASA QUIMICAMENTE

Químicamente el IP6 (myo-inositol 1, 2, 3, 4, 5,6-hexakis dihidrógeno fosfato). Esta fórmula está compuesta de un anillo de myo-inositol totalmente fosforilado, de esta manera la molécula de IP6 contiene un alto contenido de P (28,2%) y posee 6 radicales fosfóricos con fuerte afinidad por varios cationes, además podemos mencionar que el IP6, puede interaccionar con diferentes componentes de los alimentos. (Leiva, 2015, p.3)

La importancia de las fitasas en la alimentación de animales monogástricos se relaciona con la eliminación de los efectos antinutricionales del ácido fítico, por hidrólisis del compuesto y, a la mejor utilización del fósforo presente como fitatos, lo que reduce la incorporación de fuentes inorgánicas del elemento en las dietas para cerdos, disminuyéndose sustancialmente la contaminación ambiental. (López, 2008, p.16)

2.4.1 Papel de las Fitasas en la alimentación

Según Quiles (2013) Las fitasas son enzimas que mejoran la digestión del fósforo en los piensos utilizados en la alimentación porcina. Por tanto, su interés radica, principalmente, en

que van a permitir una mejor utilización del fósforo de la dieta. Tengamos en cuenta que el fósforo es el segundo mineral en importancia, desde el punto de vista cuantitativo, en el organismo del cerdo; localizándose sus depósitos, en un 80%, en los huesos y dientes, el resto se distribuye por todo el organismo animal, en tejidos y fluidos blandos.

El fósforo va a cumplir una serie de funciones dentro del organismo animal de vital importancia, por lo que puede ser considerado como el mineral más importante. Entre estas funciones podemos destacar las siguientes:

- Interviene en la formación y mineralización de la matriz orgánica de los huesos.
- Interviene en el crecimiento y diferenciación celular, al formar parte de los ácidos nucleicos ADN y ARN.
- Mantiene la integridad de las membranas celulares, al formar parte de los fosfolípidos.
- Como fosfato contribuye a mantener el equilibrio osmótico.
- Interviene en el metabolismo de los glúcidos, ácidos grasos, síntesis de aminoácidos y proteínas, a través del AMP, ADP y ATP. (p.42)

Ahora bien, el principal problema con el que nos encontramos es que el aporte de fósforo vegetal, a través de las materias primas vegetales de los piensos, es insuficiente para cubrir estas necesidades, debido a que las dos terceras partes del fósforo vegetal (60-85%) está ligado al ácido fítico, en forma de fitatos, cuya biodisponibilidad para los cerdos es casi nula, ya que una pequeñísima cantidad de fósforo ligado al ácido fítico llega a estar biológicamente disponible. Por lo tanto, para cubrir dichas necesidades, se hace imprescindible la suplementación con una fuente extra de fósforo mineral, principalmente, en forma de fosfato bicálcico y monocálcico. Sin embargo, ello plantea un problema, al margen del coste económico de la suplementación, como es la excesiva eliminación de fósforo en las

deyecciones de los cerdos, provocando un verdadero problema medio ambiental. (Cromwell, 2002, p.55)

2.4.2 Importancia de la fitasa en alimentación de monogástricos

El uso de las fitasas en el mercado avícola es casi del 90%, se estima que sólo alrededor del 70% de los productores de cerdos en todo el mundo están empleando fitasas. Sin embargo, la tendencia ha empezado a cambiar y éstos son ya capaces de mejorar la rentabilidad de sus explotaciones con el empleo de fitasas. Los cerdos, como el resto de monogástricos, no poseen fitasa endógena eficaz que pueda degradar esta molécula; incluso la fitasa de origen microbiano que aparece en el sistema digestivo no es suficiente para contrarrestar esta capacidad de “secuestrar” nutrientes. (Gimenez, 2016, p. 20)

Según Quiles (2013) La incorporación de fitasas al pienso mejora la digestibilidad del fósforo, disminuyendo la excreción del mismo en las heces, con lo que se consigue reducir el impacto medio-ambiental de los purines de los cerdos. Así mismo, se consigue mejorar la digestibilidad de otros minerales, de proteínas, aminoácidos y energía, lo que redundará en un aumento de la tasa de crecimiento de los animales. Pero para que las fitasas puedan desarrollar toda su potencialidad hemos de tener en cuenta una serie de aspectos tales como: concentración de fitasas en la dieta, actividad fitásica vegetal de la dieta, cantidad de fósforo total y fítico de la dieta, contenido de calcio y relación Ca: P de la dieta y tipo de procesamiento en la fabricación del pienso. (49)

2.4.3 USO DE FITASAS EN GANADO PORCINO

El empleo de fitasas contrastadas en ganado porcino está demostrando ser una herramienta de enorme utilidad para los nutricionistas a la hora de formular alimentos más económicos, sin alterar el rendimiento de los animales, e incluso mejorándolos. desde que se comenzó a

escuchar el posible efecto beneficioso, que podría ocurrir con el empleo de fitasas en la alimentación animal, más concretamente en monogástricos. (Duran, 2015, p.6)

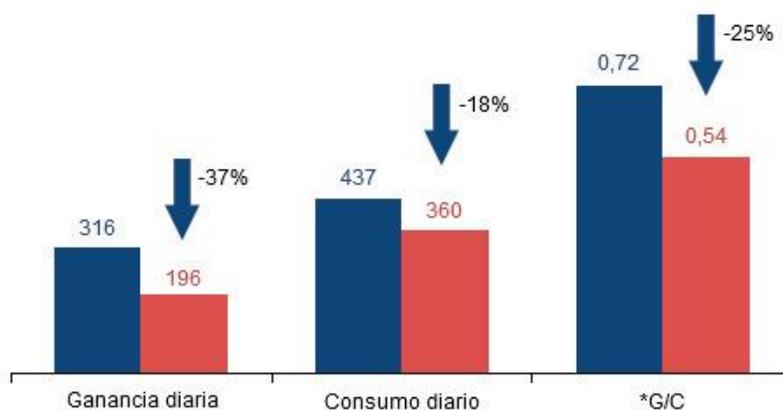
2.4.4 Efecto de la fitasa en la producción porcina

El uso de fitasas en fases de crecimiento y cebo, gracias a las matrices de valor mineral que se les asigna, puede dar como resultado formular alimentos en los que todo el P inorgánico en forma de fosfatos, llegue a ser completamente remplazado; es decir, se emplearían piensos sin ninguna fuente exógena de P inorgánico. Los alimentos empleados se formularon en base a trigo (37- 40%), maíz (10-20%), cebada (10%), harina de soja y girasol (4-4,5%). (Duran, 2018, p.119)

Uso de fitasas en lechones destetados y crecimiento

Las enzimas endógenas no pueden digerir el fitato (entre 0,80%-1,2% de la dieta, según componentes). Éste provoca pérdidas endógenas, disminuyendo el valor alimenticio de los alimentos. Investigaciones recientes (Woyengo et al., 2012) demuestran cómo lechones destetados (7,4 kg) alimentados con una dieta sintética muy digestible - a base de caseína y almidón de maíz -, al ser suplementada con fitato sintético (y 0,56% de P-fítico), disminuyeron el crecimiento (37%), el consumo (18%) y el G/C (25%). Estudios anteriores demuestran efectos muy parecidos en los que las digestibilidades de la energía, la proteína y los aminoácidos se ven reducidas en crecimiento y cebo. (Duran, 2015, p.21)

Figura. 5. El fitato como elemento antinutricional



Fuente. (Duran R. , 2015)

El empleo de fitasas demuestra un efecto mejorador de la digestibilidad más allá de la ejercida sobre el calcio y el fósforo. (Duran, 2015, p.22)

Uso de fitasas en cerdos de cebo

Las fitasas sobre la digestibilidad más allá de los minerales es un área en la que cada vez existen más evidencias. Pero es la mejora en la liberación del fósforo a partir de la molécula de P-fítico del pienso la que puede llevarnos a alimentar cerdos sin uso de una fuente de fósforo inorgánico. Se emplearon 272 cerdos (29-121 kg PV), alimentados mediante un sistema líquido en tres fases; la mitad de los animales recibieron alimento con fosfato monocalcico (FMC) y 400FTU/kg de base y la otra mitad sin FMC, pero añadiendo 1000, 500 y 350 FTU/kg según cada fase, de una 6-fitasa bacteriana.

- El uso de una 6-fitasa permite alimentar a cerdos desde 29 a 121 kg, sin el empleo de FMC, manteniendo los mismos resultados y sin alterar la composición de la canal.
- El uso de la 6-fitasa en dietas sin FMC permitió un margen neto superior a 1 €/cabeza.
- La 6-fitasa en animales alimentados sin FMC consiguió una reducción del 36% en la excreción de P. (Duran, 2015, p.35)

Tabla 2. Resultados de cerdos alimentados con FMC y sin FMC, pero con una 6-fitasa

	Control, FMC + 400 FTU/Kg	SIN FMC+ 6-Fitasa
Ganancia de peso	878	873
IC,g/g	2,58	2,54
Peso canal, Kg	94,6	95,2
Rendimiento canal, %	78,4	78,8
Magro, %	57,6	57,3
Cenizas en hueso*, g/kg MS	582	58,7
Ca en cenizas hueso, %	38,2	37,5
Pen cenizas hueso, %	17,8	17,5
Beneficio sobre coste pienso, \$/cerdo	75,5	76,6(+ 1,1)
P2O5, Kg/ cerdo ***	1,331	0,857 (-36, %)

Fuente: (Duran R. , 2015)

2.5. RESUMEN DEL ESTADO DEL ARTE DEL PROBLEMA

Según Atakora (2011) Reducir el contenido en proteína bruta (PB) y añadir enzimas (fitasa) a las raciones para cerdos, puede ser útil para disminuir la excreción de nutrientes y reducir la emisión de gases de efecto invernadero debido a la alta digestibilidad de sus nutrientes. (p.5)

Gimenez (2014), indica que, un cerdo adulto puede lograr una digestión más completa de los nutrientes apoyándose en su capacidad fermentativa (intestino grueso), y de esta manera logra aprovechar de mejor manera la fitasa en el organismo, en su periodo productivo. (p.16)

Alvares (2014), indica que, con el uso de la fitasa en la alimentación de cerdos de engorde, se obtiene un mejor aprovechamiento de fosforo, energía, cenizas, nitrógeno con ello se incrementa la ganancia de peso y consumo de alimento, y de manera conjunta la materia seca, así como la menor excreción de contaminantes am medio ambiente. (p.24)

Diosdado, Cortes y Avila (2016), señalan que al utilizar una alta concentración de fitasa en las dietas, reduce el efecto antinutricional del fitato, e incrementa aún más la liberación de fosforo. De esta manera se logra la máxima destrucción del fitato, de tal forma que el tipo de

fitasa, niveles de dosificación y el contenido de fitato de la dieta van a tener un papel importante en la respuesta productiva. (p.22)

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. MATERIALES FISICOS

Tabla 3. *Materiales de Campo*

Descripción	Unidad de medida	Cantidad
Cámara Digital	Unidad	1
Esferográfico	Unidad	1
Fichas para Registro	Unidad	48
Overol	Unidad	1
Botas	Unidad	1
Guantes	Unidad	20
Balanza	Unidad	1
Báscula	Unidad	1
Baldes	Unidad	3
Escoba	Unidad	1
Pala	Unidad	1
Manguera	Unidad	1
Aretes	Unidad	15

Tabla 4. *Materiales de Oficina*

Descripción	Unidad de medida	Cantidad
Hojas de Papel Boom A4	Paquete	1
Laptop	Unidad	1
Impresora	Unidad	1
Esferográficos	Unidad	1

3.2. MATERIALES QUIMICOS BIOLOGICOS

Tabla 5. *Materiales químicos*

Descripción	Unidad de medida	Cantidad
Vacuna China - Vac	Frasco	2
Vitamina Porcitetx	Frasco	2
Ferrimax	Frasco	1
Sultrivet	Frasco	1
Creolina	Frasco	1
Cal	saco	1

Tabla 6. *Materiales Biológicos solo cerdos.*

Descripción	Unidad de medida	Cantidad
Cerdos	Animal	15

3.3. Método

El método que se utilizó para el estudio de este trabajo de investigación fue inductivo experimental, porque permitió estudiar el fenómeno bajo los lineamientos especiales

planteados en este proyecto y fue inductivo porque tomo hechos similares o trabajos ya desarrollados sobre el tema de investigación.

3.4. Técnica

- Técnica de fichaje
- Técnica de campo
- Análisis Estadístico

3.5. Identificación de la muestra en estudio

3.5.1 Selección de animales

Se utilizaron 15 porcinos de una edad aproximada de 6 semanas de líneas mestizas mejoradas procedentes del mismo sector.

3.5.2 Tipo de Explotación

La explotación se realizó de tipo semi-intensivo debido a que se utilizaron espacios, equipos y materiales con poca tecnología.

3.5.3 Adecuación de las Jaulas

Se realizó la desinfección con Amonio Cuaternario (Fenox) utilizándose 5 ml/20 lt de agua para las tres jaulas, luego se aplicó cal alrededor, seguido de un flameado de pisos, además se realizó un plan de bioseguridad tales como pediluvios, eliminación de vectores de enfermedades e instalación de instrumentos como, comederos y bebederos automáticos.

3.5.4 Registros

Se llevó un registro semanal en cada tratamiento en donde se registró las variables a ser estudiadas: ganancia de peso semanal y consumo de alimento diario.

3.5.5 Control de cada tratamiento

Cada tratamiento está compuesto de cinco repeticiones experimentales, los tres tratamientos, T1 (2,5 %) de fitasa, T2 (5 %) de fitasa, T0 (0,0 %) de fitasa, estuvieron sometidos a las mismas condiciones de manejo técnico.

3.5.6 Suministro de Balanceado y Agua

El balanceado que se administró durante los primeros dos meses fue crecimiento con 18% de proteína, luego se suministró balanceado de engorde con 16% de proteína hasta la culminación de la investigación (cuatro meses); el suministro de balanceado y agua fue ad libitum.

3.5.7 Ganancia de Peso

El peso inicial se registró desde el ingreso de los cerdos a las jaulas, luego se registró pesos semanales.

3.5.8 Conversión Alimenticia

Para la conversión alimenticia se trabajó la siguiente formula:

$$C.A = \frac{C.M.A \text{ (lb)}}{I.M.P \text{ (lb)}}$$

Donde:

C.M.A= Consumo Medio de Alimento.

I.M.P= Incremento Medio de Peso.

C.A= Conversión Alimenticia.

3.5.9 Planes Veterinarios

A los quince días se ejecutó un programa de vacunación y areteada (cólera porcino).

3.6. Diseño

El diseño que se utilizó en este trabajo de investigación fue el diseño completamente al azar (DCA) el cual se realizó con tres tratamientos: tratamiento "T1" balanceado comercial + fitasa (2.5%), tratamiento "T2" balanceado comercial + fitasa (5%), tratamiento "T0" sin balanceado comercial; cada tratamiento estuvo conformado por cinco repeticiones.

Tabla 7. *ADEVA del Diseño Completamente al azar con Submuestras*

ADEVA DCA	
F de V	g.1
Total	224
Tratamiento	2
Repetición	14
E.EXP	28
E. MUESTREO	180

3.7. Variables en Estudio

3.7.1 Variables dependientes.

Tabla 8. *Variable dependiente (cerdos)*

Conceptos	Categoría	Indicadores	Índice
Comportamiento productivo del cerdo sometido a dos niveles de porcentaje de fitasa en la dieta	Física	Crecimiento del cerdo Ganancia de peso del cerdo	Libras Libras

3.7.2 Variables Independientes

Tabla 9. *Variable independiente (Fitasa)*

Conceptos	Categoría	Indicadores	Índice
Factores asociados al efecto de las fitasas en la dieta del cerdo	Físicas	Cantidad	Gramos

3.8. Población y Muestra

3.8.1 Material Experimental

La población en la presente investigación fue de 15 cerdos provenientes de la misma procedencia. Los cerdos tuvieron la misma edad y fueron distribuidos en dos tratamientos a prueba y un tratamiento testigo respectivamente; en los cuales se distribuyó cinco cerdos para cada tratamiento, cada repetición estuvo conformada por 5 cerdos lo que represento una unidad experimental.

3.8.2 Selección de la Muestra.

En cuanto al muestreo fue el 100 % de la población, este porcentaje es tomado debido a que para la investigación y experimentos a nivel de producción pecuaria es más conveniente tomar todos los individuos en estudio con la finalidad de disminuir el error.

3.8.3 Distribución de los animales

Se utilizaron tres jaulas, distribuidas de la siguiente forma: T1 2.5%, T2 5% y T0 0% de fitasa; todos estos tratamientos estuvieron sometidos y bajo las mismas condiciones ambientales y de manejo técnico.

3.8.4 Consideraciones Éticas

El bienestar animal

El animal debe estar en condiciones adecuadas: como confort y obtener una muerte digna durante el sacrificio.

Ética profesional

Lo principal que se debe tener en cuenta en una producción pecuaria son todos los aspectos técnicos como fueron los siguientes:

- Un cerdo /m² (región sierra).
- Bebederos y comederos para cinco cerdos.
- Ventilación, humedad y temperatura controlada.
- Tratamientos veterinarios presentes ante cualquier brote de enfermedades con su respectivo respaldo profesional.
- Comercialización adecuada y tratar de producir los niveles más bajos de estrés para el animal.
- Establecer un adecuado uso de los productos destinados para la nutrición y mantenimiento de los porcinos tomando en cuenta los parámetros recomendados profesionalmente.
- Recolección de datos debidos y apropiados instrumentos y materiales para tal efecto.

3.8.5 Bioseguridad dentro de la explotación.

En la explotación porcina se obtuvo los siguientes parámetros:

- Explotaciones de porcinos cercanas.
- Proximidad de una carretera importante.
- Ropa propia de una sola explotación.

- Adecuado manejo de los purines y olores para evitar su difusión en medio de la población.
- Lavado a presión de todas las chancheras y limpieza de d todos los objetos móviles.
- Vacunación adecuada y retiro de fármacos de acuerdo con lo recomendado profesionalmente. (Carr, 2014, págs. 24 - 30)

4. RESULTADO Y DISCUSIÓN

Tabla 10. *Incremento de peso en libras con la inclusión de fitasa*

Tratamiento		T1	T2	T0	Total
Repetición	I	47	49,5	40,5	
	II	72,5	71,5	57	
	III	98,5	91,5	73	
	IV	122,5	113,5	91	
	V	153	147	114	
	VI	224,2	198,5	179	
	VII	290	257,5	208,5	
	VII	318,5	276	232,5	
	IX	342	303	263	
	X	398	360	322,5	
	XI	467	427	383	
	XII	520	489	442	
	XIII	566	549	504,5	
	XIV	613	614	564,5	
	XV	655	675	623	
Σ Total	4887,2	4622	4098	13607,2	
X	65,16	61,63	54,64	60,48	

Tabla 11. ADEVA para el factor incremento de peso para un DCA en la inclusión de fitasa.

F de v	gl	SC	T TAB			
			CM	F CAL	5%	1%
TOTAL	224	358261,4652				
TRAT	2	4301,083022	2150,541511	39,79	xx	3,34 5,45
REP	14	336998,7678	24071,34056	445,36		
E.EXP	28	1513,374311	54,04908254	25,06		
E. Mue	180	15448,24	85,82355556			

$$CV = 12,16$$

Para el factor ganancia de peso se obtuvo una alta significación de F calcular frente al T tabular del 5% y 1% por lo tanto los tratamientos se comportaron de diferente manera, este resultado quiere decir que la aplicación de fitasa en la alimentación de los cerdos influye en el rendimiento del animal, en la cual se acepta la H_a y se rechaza el H_o . Con respecto al CV es de 12,16% indicando que hay un alto grado de confiabilidad en los datos de campo.

Al tener significancia lo que nos indica que los tratamientos se comportaron de diferente manera.

Lo que concuerda con Goyas (2017) en un estudio titulado “Efectos de la Suplementación de dos Niveles de Fitasas, sobre los parámetros productivos en la fase de crecimiento en porcinos”. Según el análisis de varianza, los pesos promedios obtenidos indicaron que hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos. En el cual el T1 fue altamente significativo con un porcentaje de (1,5 %) de fitasa en relación al T2 con un porcentaje de (3,5 %) de fitasa.

Figura 6. Distribución de medias para el factor ganancia de peso en la inclusión de fitasa.



En la Figura 6. Se puede observar que la ganancia de peso en los tres tratamientos se comportó de diferente manera, por lo que determinamos que el T2 fue altamente significativo en relación T1 y al T0.

Tabla 12. Transformación de datos, prueba de rango múltiple de Duncan para el factor ganancia de peso en la inclusión de fitasa.

	s-x = $\sqrt{V \cdot \text{cuadrado medio del error}/r}$		
	1,89		
Val. Medias	2		3
RMD	2,9		3,04
RMS	5,5		5,77
Trata	3		2
X	54,64		61,62
	10,52	Significativo	5,77
	3,536		5,5
	6,98		5,5

Tabla 13. *Resultados de la prueba de Duncan*

Tratamiento N.º	3	1	2
PESO/LIBRAS	T0	T1	T2
	623	655	
	b		
			675
			a

Para el factor ganancia de peso en la transformación de datos con la prueba de Duncan, se obtuvo significancia estadística en el cual T2 (675 libras) es altamente significativo en relación al T1 (655 libras) y T0 (623 libras), demostrando que T2 (675 libras) se administró 5% de fitasa (5 gramos/ 100 libras de balanceado) fue el mejor tratamiento en relación a la ganancia de peso diaria del animal con los dos tratamientos T1 (655 libras) 2.5% (2.5 gramos / 100 libras) y T0 (623 libras), 0% (0 gramos).

Al tener significancia esto nos indica que los tratamientos se comportaron de diferente manera, lo que concuerda con Mora, (2017) en un estudio titulado “Evaluar el Efecto de tres niveles de Fitasas en dietas de lechones”. En el análisis de varianza con la prueba de rango múltiple de Tuckey ($p < 0,05$) muestran diferencias significativas durante el ensayo. El tratamiento T2 (400g) registró porcentajes de 3,31%, superior al tratamiento T1 (200g) con 2,86% y al T0 (0,0g) con 2,73%. (p.31)

Datos similares con Ramirez (2006) en un estudio titulado “Efecto de las fitasas en la suplementación de dietas para cerdos en crecimiento y finalización”. El análisis de varianza indica que el nivel de fitasa (100 gr/ton) no afecto ($P > 0.10$) la ganancia diaria de peso sin embargo los animales con adición de fitasa en el alimento tuvieron un incremento de 0.805 Kg/día 22 % mayor a los animales que no obtuvieron la fitasa en la dieta (0.703). (p. 32)

Tabla 14. *Índice de conversión alimenticia.*

TRAT	Balanceado / kg	Total, Carne/ kg	Kg/ Carne	CA
T1	825,53	297,10	2,78	0,75
T2	825,53	306,18	2,70	0,73
T0	825,53	282,59	2,92	0,79

La conversión alimenticia nos indica que el mejor tratamiento es el T2 (5g) de fitasa con 2,70%, seguido del T1(2,5g) con 2,78% y el tratamiento testigo T0 (0,0g) con 2,92%

Datos que no concuerdan con Mora (2017) en un estudio titulado “Evaluar el Efecto de tres niveles de Fitasas en dietas de lechones”. El tratamiento T2 (400g) registró porcentajes de 3,31%(c), superior al tratamiento T1 (200g) con 2,86 % (b) y al T0 (0,0g) con 2,73% (a). A diferencia de (Arana, 2015) el cual no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos ($p > 0,05$) en relación con el testigo: 2,48 y 2,98 a los 60 días.

De esta manera Mora (2017) en un estudio titulado “Evaluar el Efecto de tres niveles de Fitasas en dietas de lechones”. menciona que el tratamiento T0 (0,0g) fitasa registró el mejor porcentaje de eficiencia alimenticia con 2,73% seguido del tratamiento T1 (200g) con 2,86% y T2 (400g) con 3,31%.

4.1. Marco Logístico

Descripción/ materiales	Unidad	Cantidad	Cost. U/Dólares	Cost. Total/Dólares	Costo Efectivo Dólares	Costo Financiado Dólares
Cámara digital	Unidad	1	100	100	100	0
Libreta de apuntes	Unidad	1	0,6	0,6	0,6	0
Balanza	Unidad	1	30	30	30	0
ADECUACIÓN						0
Bebederos	Unidades	4	6	24	24	0
Desinfectantes	Unidad	1	5	5	5	0
Tubos	Unidades	6	4	24	24	0
Bomba de desinfección	Unidad	1	20	20	20	0
ALIMENTACIÓN						0
Balanceando nutrilit	sacos	65	24	1560	1560	0
Fitasas	Kilos	1	25	25	25	0
COSTO ANIMAL						0
Porcinos	Unidades	15	55	825	825	0
Aretes	Unidades	15	0,4	6	6	0
Vacunación	Frasco	1	6	6	6	0
Vit/ min/ desp	Sobres	2	5	10	10	0
Mano de obra	Jornalero	1	15	15	15	0
MATERIALES DE LIMPIEZA						0
Escobas	Unidades	2	1,5	3	3	0
Palas	Unidades	2	10	20	20	0
Carretilla	Unidad	1	40	40	40	0
VESTIMENTA						0
Overol	Unidad	1	22	22	22	0
Mascarilla	Caja	1	10	10	10	0
Guantes	Caja	1	5	5	5	0
Botas	Par	1	9	9	9	0
Transporte/ alimentación			25	25	25	0
Internet			75	75	75	0
Impresiones/ oficina			25	25	25	0
Sub. Total					2884,6	0
Imprevistos 10%					100	0
Costo Total					2984,6	0

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos de la presente investigación, se concluye:

- Con respecto a la variable, para el efecto fisiológico en cuanto a la ganancia de peso se presentó diferencia significativa, observándose que el T2 (675 libras) presentó una mayor ganancia de peso, con respecto a T1 (655 libras) y T0 (623 libras).
- En el análisis estadístico para determinar el Índice de Conversión Alimenticia podemos afirmar y determinar que el T2 (5% fitasa) fue el mejor tratamiento.
- La ganancia de peso y conversión Alimenticia fue mejorada con la adición de fitasa en la dieta.
- Mayor consumo de alimento obtuvo el T0, sin adición de fitasa en la dieta alimenticia durante los cuatro meses del estudio investigativo.
- Mediante la prueba de Duncan podemos determinar que los parámetros productivos analizados presentaron diferencias significativas entre los tratamientos.

5.2. Recomendación

- Se recomienda valorar los niveles de fosfato en las heces de animales con adición de fitasa y sin adición de la misma.
- En base a los parámetros productivos estudiados en la investigación se recomienda adicionar a la dieta alimenticia niveles de fitasas de 2,5 gramos x 100 libras de balanceado comercial.
- Realizar estudios con otros niveles de porcentaje de fitasas relacionadas con otros aditivos como la zeolita para evaluar los parámetros productivos y comparar con los datos obtenidos en este estudio realizado.

- Realizar estudios en cuanto a la emisión de gases que son emitidos en las heces de los cerdos los cuales pueden ser causantes de un impacto ambiental negativo.

6. Bibliografía

1. Auman, S. (2003). *Increasing Dietary Phosphorus Retention and Decreasing fecal Phosphate Excretion in Modern Commercial Broilers*. (Doctor of Philosophy) Faculty of North Carolina State University, Carolina, USA. p.1
2. Atakora, J. (2011). Proteína bruta y fitasa-xilanasas en dieta: efecto sobre el metabolismo energético y la producción de metano en cerdos de engorde-acabado. *Comunidad Profesional Porcina*. Recuperado de https://www.3tres3.com/abstracts/proteina-bruta-y-fitasa-xilanasas-en-dieta-efecto-sobre-el-metano_30350/
3. Alvares, J. V. (2014), "Adición de una fitasa en la alimentación de cerdos de engorde y su mineralización tibial y comportamiento productivo". (Tesis de grado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narra México.
4. Basf. (1997/1998). Sobre el tema de los aditivos para la alimentación animal: informaciones técnicas. Edición 97/98. Basf química fina. *Tecnología y calidad para la alimentación animal*. p. 106.
5. Bartoli, y Labala. (2011). *Uso de Enzimas en la Nutrición Porcina*. Obtenido de CIAP: <http://www.ciap.org>
6. Cromwell. (2002). *Phytase, WHAT IS NEW AND WHAT NEEDS TO BE DONE?.J. ANIM. SCI.,80 (SUPPL 1): 54. REF. 211.*
7. Chugcho, V. (2017, 30 de enero). Apuntes Acerca de la Ganadería Porcina en el Ecuador. *Foro Agro Ganadero*.
8. Capelletti, G., Drab, S., Olaviaga, L., y Antruejo, A. (2012, 10 de septiembre). Beneficio económico debido al uso de fitasas en la nutrición de lechones. *Porcicultura*. Recuperado de

<https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/beneficio-economico-debido-uso-t29727.htm>

9. Carr, J. (2014). *Guía práctica para el manejo del ganado porcino*. Zaragoza, España: Servet- Grupo Asis Biomedica S.L.
10. Duran, R. (2015, 22 de junio). Datos recientes sobre el uso de fitasas en ganado porcino. *Comunidad Profesional Porcina*. Recuperado de https://www.3tres3.com/articulos/revision-del-uso-de-fitasas-en-ganado-porcino-datos-recientes_35195/
11. Duran, R. (2018, 2 de marzo). Efecto de las fitasas en cerdos en crecimiento y cebo sin el empleo de P inorganico. *NutriForum*. Recuperado de https://nutricionanimal.info/wp-content/uploads/2018/03/RAFAEL-DURAN-nutriFORUM2018_memorias.pdf
12. Diosdado, M. L., Cortes Cueva, A., y Avila Gonzales, E. (2016). Eficacia de dos fitasa bacterianas en la liberación de fosforo en dietas para cerdos de engorde en crecimiento. *Scielo*, 8(2), p. 122
13. Escobar, J. (2007). *Carcterización y sistemas de producción de los cerdos* (Tesis de pregrado). Universidad Politecnica del Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador.
14. FAO. (2014, 27 noviembre). *Producción y Sanidad Animal*. Recuperado de http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/AP_nutrition.html
15. FAOSTAT. (2010). Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Estadística*. Recuperado de <http://www.fao.org/faostat/es/#search/produccion%20en%20cerdos>

16. Gimenez, J. (2011, 10 de octubre) La alimentación de los cerdos. *Porcicultura*. Recuperado de <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/alimentacion-cerdos-t29103.htm>
17. Gimenez, R. (2016). Utilización de fitasa en cerdo: Una Herramienta real de Rentabilidad. *Nutri News*.
18. Gimenez, R. (2014, 5 de marzo). Revisión del uso de enzimas en la nutrición porcina. Aplicación y rentabilidad según las dietas. *Comunidad profesional porcina*. Recuperado de https://www.3tres3.com/articulos/revision-del-uso-de-enzimas-en-la-nutricion-porcina_33356/
19. Goyas, C. (2017). Efectos de la Suplementación de dos Niveles de Fitasa, sobre los parámetros productivos en la fase de crecimiento en porcinos. *Previo a la obtención del título de Médico Veterinario y Zootecnista*. Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo, Los Ríos, Ecuador .
20. GAD Parroquial Selva Alegre. (2104/2019). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia*. Recuperado de <https://docplayer.es/43781394-Gobierno-autonomo-descentralizado-parroquial-selva-alegre-administracion.html>
21. Hernández, F., López, C., Madrid, J., y Martínez, S., (2013, 15 de julio). Utilización de los minerales y rendimiento productivo en cerdos de engorde. *Comunidad profesional porcina*. Recuperado de https://www.3tres3.com/nutrimail/efecto-de-la-fitasa-en-las-dietas-de-cerdos-de-engorde_32757/
22. Leiva, Y. (2015). *Eficacia de una nueva Fitasa Microbiana e Dietas de Cerdos en Crecimiento* (Tesis de maestría). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España.

23. Lei, y Porres. (2003). Phytase Enzimology, Applications and biotechnonology. *Biotechnology Letters*, 1787 - 1794.
24. López, J. (2008). *La Fitasa en la Nutrición de cerdos*(Tesis de pregrado). Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Buenavista, Mexico.
25. Mora, C. (2017). Evaluar el Efecto de tres niveles de Fitasas en dietas de lechones. *Previo a la obtención de titulo de tercer nivel*. Universidad Tecnica de Babahoyo, Babahoyo, Los Ríos, Ecuador.
26. Mejia, W. (2015, 13 de marzo). Razas de cerdos más frecuentes en venezuela. *Universidad del Zulia, Facultad de ciencias veterinarias, Catedra Sistema de producción y patologia Porcina*. Recuperado de http://www.fcv.luz.edu.ve/images/stories/catedras/zootecnia/teo_3/cerdos.pdf
27. Madrid, J., Martínez, S., López, C., y Hernández, F. (2013, 2 de octubre). Efecto de la fitasa sobre la digestibilidad de los nutrientes para mejorar la retención de fosforo. *Comunidad profesional porcina*. Recuperado de https://www.3tres3.com/abstracts/efecto-de-la-fitasa-en-las-dietas-de-cerdos-de-engorde_32757/
28. Ortiz, W. (2005). Características de la población porcina. *Cerdos Criollos Ecuatorianos*. Recuperado de <http://www.fao.org/tempref/docrep/fao/005/y2292s/y2292s01.pdf>
29. Paulino, J. (28 de 04 de 2017). Nutrición de los cedos en crecimiento y finalización, *Porcicultura*. Recuperado de <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/nutricion-cerdos-crecimiento-finalizacion-t40550.htm>

30. Pardo, N. (2007). *Manual de Nutrición Animal*. Bogotá, Colombia: Grupo Latino Ltda.
31. Quiles, A. (2013). Papel de las Fitasas en la Alimentación Porcina. *Nutrición*. Departamento de Producción Animal, Universidad de Murcia, Murcia, España.
32. Ramirez, J. (2006). Efecto de las fitasas en la suplementación de dietas para cerdos en crecimiento y finalización. *Tesis para obtener titulo de Ingeniero Agronomo Zootecnista*. Universiada Autonoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Mexico.
33. Ravindran, V. (2010). Aditivos en Alimentación animal. *Aditivos en Alimentación animal*. FEDNA, New Zeland.
34. Romo, G., Orellana, J., y Romero, C. (2018). Ecuador Impulsa la producción de cerdo. *Revista Tecnica maiz Soya*, 18 - 20.
35. Renteria, O. (2009, 23 noviembre). *Manual Práctico Porcino*. Recuperado de <https://www.engormix.com/porcicultura/articulos/manual-practico-porcino-t28101.htm>
36. Shimada, A. (2015). *Nutrición animal*. . Trillas, México: Trillas, S. A. de C. V.
37. Shimada, A. (2009). *Nutricion Animal*. Mexico DF: Trillas, S.A. de C.V.
38. Woyengo, A. (2012). Effect of dietary phytic acid on performance and nutrient uptake in the small intestine of piglets. *Journal of Animal Science*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/51675659_Effect_of_dietary_phytic_acid_on_performance_and_nutrient_uptake_in_the_small_intestine_of_piglets
39. Yopez, R. (2005). *Caracterización de los porcinos criollos mestizos en la comunidad de pungupala asistida por el proyecto cesa micuni* (Tesis de Grado). Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, Riobamba, Chimborazo, Ecuador

7. Anexos

7.1. DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR CON SUBMUESTRAS

DISEÑO DE BLOQUES COMPLETOS AL AZAR CON SUBMUESTRAS																	
Tratamiento	REPETICIONES															total, trata	XT
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XII	XIV	XV		
A	7	11,5	14,5	17,5	21	34,5	42	45	50	60	75	86	97	109	120	4887,2	65,16
	10	15	19,5	25,5	32	46	61	70	75	89	103	109	115	121	126		
	10	15	21	26,5	32,5	48	60	64,5	69	79	93	102	109	116	121		
	10	15	21	26	33,5	48	66	73	78	89	102	116	128	139	150		
	10	16	22,5	27	34	47,7	61	66	70	81	94	107	117	128	138		
total, u exp	47	72,5	98,5	122,5	153	224,2	290	318,5	342	398	467	520	566	613	655		
B	11,5	17	23	28,5	36,5	49	70	74,5	79	90	105	120	135	150	165	4622	61,63
	11	16,5	21,5	28	35,5	46,5	61	65	70	81	94	110	124	141	157		
	9	13	16,5	20	25,5	34	42	45,5	51	62	75	85	95	106	116		
	9	12	14,5	17,5	23,5	33,5	42	45	50	61	74	85	96	108	118		
	9	13	16	19,5	26	35,5	42,5	46	53	66	79	89	99	109	119		
total, u exp	49,5	71,5	91,5	113,5	147	198,5	257,5	276	303	360	427	489	549	614	675		
C	8	11	14	17	20	33,5	41	45,5	52	64	72	89	102	114	127	4098	54,64
	9	12	15,5	19	22	34	41	44	50	60	76	84,5	97	110	122		
	7	11,5	14,5	18,5	25	38,5	42,5	48	54	66	80	90	103	115	127		
	7,5	10,5	13,5	17	23	35,5	41	46	52	64,5	78	88	101	112,5	124		
	9	12	15,5	19,5	24	37,5	43	49	55	68	77	90,5	101,5	113	123		
total, u exp	40,5	57	73	91	114	179	208,5	232,5	263	322,5	383	442	504,5	564,5	623		
total, repet	137	201	263	327	414	601,7	756	827	908	1080,5	1277	1451	1619,5	1791,5	1953	13607,2	60,48

7.2. Índice de conversión alimenticia

Índice de conversión alimenticia		
TRAT	Balanceado / Carne	Carne * Precio(Libra)
T1 (2,5g) fitasa	$825,53 / 297,10 = 2,78$	$2,78 * 0,27 = 0,75$
T2 (5g) fitasa	$825,53 / 306,18 = 2,70$	$2,70 * 0,27 = 0,70$
T0 (0,0g) fitasa	$825,53 / 282,59 = 2,92$	$2,92 * 0,27 = 0,79$

7.3. Fotografías

Foto. 1 Colocación de la fitasa



Foto. 2 Fitasa al 5%



Foto. 3 Fitasa 2,5%



Foto. 4 Mezcla de la Fitasa y Balanceado



Foto. 5 Foto: Fitasa



Foto. 6 Pesada del Balanceado



Foto. 7 T0 (0% Fitasa)



Foto. 8 T1 (2,5% fitasa)



Foto. 9 T2 (5% fitasa)



Foto. 10 Tama de Registros



Foto. 11 Pesada de los cerdos



Foto. 12 Pesada de los cerdos



Foto. 13 Pesada del balanceado

