



**ESPE**

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA  
AGRICULTURA**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO  
DOMINGO**

**TRABAJO DE TITULACION, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE MICRORGANISMOS  
EFICACES EN DOS DIETAS BALANCEADAS EN CERDOS DE  
ENGORDE**

**AUTOR: ADRIÁN FABRICIO FERRÍN GILER**

**DIRECTOR: Dr. IVÁN NARANJO, Mg. Sc**

**SANTO DOMINGO – ECUADOR**

**2016**



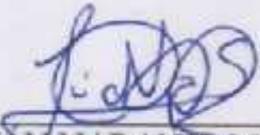
**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA  
AGRICULTURA CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA  
SANTO DOMINGO**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación “**EFFECTO DE LA INCLUSIÓN DE MICRORGANISMOS EFICACES EN DOS DIETAS BALANCEADAS EN CERDOS DE ENGORDE.**” realizado por el señor **ADRIAN FABRICIO FERRIN GILER**, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **ADRIAN FABRICIO FERRIN GILER** para que lo sustente públicamente.

Santo Domingo, Febrero del 2017



Dr. IVAN NARANJO Mg-Sc



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA  
AGRICULTURA CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA  
SANTO DOMINGO**

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **ADRIAN FABRICIO FERRIN GILER** con cedula de identidad 131343734 3 declaro que este trabajo de titulación **“EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE MICRORGANISMOS EFICACES EN DOS DIETAS BALANCEADAS EN CERDOS DE ENGORDE”**, ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Santo Domingo, Febrero del 2017

ADRIAN FERRIN GILER



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y LA AGRICULTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA SANTO DOMINGO**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **ADRIAN FABRICIO FERRIN GILER**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo de titulación “**EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE MICROORGANISMOS EFICACES EN DOS DIETAS BALANCEADAS EN CERDOS DE ENGORDE**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad

Santo Domingo, Febrero del 2017

Una firma manuscrita en tinta azul sobre un fondo blanco. Debajo de la firma se encuentra una línea horizontal roja y el nombre **ADRIAN FERRIN GILER** en letras mayúsculas.

**ADRIAN FERRIN GILER**

## **DEDICATORIA**

Este este proyecto de investigación dedico a Dios por darme una segunda oportunidad de vida, por las fuerzas, sabiduría, paciencia y fortalezas en todo el camino de mi vida.

A mis padres Fabricio Ferrín y Roció Giler por estar siempre inculcándome valores y enseñanzas, por su apoyo en las buenas y especialmente en las malas.

A mis hermanos, por estar siempre presente en el camino de la vida, su apoyo incondicional y comprensión.

**ADRIAN FABRICIO FERRIN GILER**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias Santo Domingo, por participar en mi formación moral e intelectual.

Al Dr. Iván Naranjo director del proyecto, por sus consejos y aportaciones que permitieron la culminación del proyecto de Investigación.

Al Dr. Gelacio Gómez, por el apoyo ofrecido y por impulsar el desarrollo de nuestra formación profesional.

A mis amigos, por ser parte de esta etapa universitaria y toda su ayuda en los momentos buenos y malos; especialmente a Ramsés, Eduardo y Andrés compañeros de vida y experiencias vividas.

## ÍNDICE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Microorganismos eficaces (EM 1).....	3
2.2. Parámetros técnicos EM 1 .....	4
2.3. Principales microorganismos contenidos en el EM.....	4
2.3.1. Bacteria fotosintética (fototrófica).....	4
2.3.2. Bacterias ácido lácticas.....	5
2.3.3. Levaduras .....	5
2.4. Componentes principales de la dieta .....	5
2.4.1. Macronutrientes.....	6
2.4.1.1. Componentes nitrogenados: Proteínas y aminoácidos .....	6
2.4.1.2. Lípidos.....	6
2.4.1.3. Carbohidratos.....	7
2.4.2. Alimentación de cerdos.....	7
2.4.2.1. Etapa de engorde.....	9
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	10
3.1. Ubicación del área de investigación .....	10
3.1.1. Ubicación política .....	10
3.1.2. Ubicación geográfica .....	10
3.1.3. Ubicación ecológica.....	10
3.2. Materiales.....	11
3.2.1. Materiales de oficina.....	11
3.2.2. Materiales de campo.....	11
3.3. Métodos .....	12

3.3.1.	Diseño Experimental .....	12
3.3.1.1.	Factores a probar .....	12
3.3.1.2.	Tratamientos a comparar .....	12
3.3.1.3.	Tipo de diseño. ....	12
3.3.1.4.	Repeticiones .....	13
3.3.1.5.	Características de las unidades experimentales .....	13
3.3.1.6.	Croquis del diseño. ....	13
3.3.2.	Análisis Estadístico. ....	14
3.3.2.1.	Esquema de análisis de varianza. ....	14
3.3.2.2.	Coeficiente de variación .....	14
3.3.2.3.	Análisis funcional. ....	14
3.3.3.	Análisis Económico.....	14
3.3.4.	Variable a Medir.....	15
3.3.5.	Métodos Específicos de Manejo del Experimento.....	15
3.3.5.1.	Elaboración de fermento.....	15
3.3.5.2.	Aplicación del fermento en el alimento.....	16
3.3.6.	Dietas balanceadas .....	16
3.3.6.1.	Dieta balanceada a base de soya + maíz.....	16
3.3.6.2.	Dieta balanceada a base de soya + maíz + harina pescado.....	17
4.	RESULTADOS .....	18
4.1.	Peso Vivo.....	18
4.2.	Ganancia de peso diaria .....	19
4.3.	Conversión alimenticia .....	20
4.4.	Composición nutricional de las dietas balanceadas .....	21
5.	DISCUSIÓN.....	22

5.1. Microorganismos eficaces .....	22
5.2. Dietas balanceadas .....	22
5.3. Análisis económico.....	23
6. CONCLUSIONES .....	26
7. RECOMENDACIONES .....	26
8. BIBLIOGRAFÍA.....	27

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ficha Técnica microorganismos eficaces (EM1) AMBIEN Ltda. ....	4
Tabla 2. Concentración de nutrimentos en dietas para cerdos en desarrollo y engorde...	8
Tabla 3. Consumo de alimento para cerdos en desarrollo y engorde .....	8
Tabla 4. Factores y niveles a probar en la evaluación de dos bloques nutricionales en cerdos de engorde .....	12
Tabla 5. Tratamientos a comparar en la evaluación de dietas balanceada en cerdos de engorde. ....	12
Tabla 6. Esquema de análisis de varianza del experimento .....	14
Tabla 7. Formula Balanceada a base de soya + maíz .....	16
Tabla 8. Formula Balanceada a base de soya + maíz + harina pescado.....	17
Tabla 9. Análisis de varianza de Peso Vivo (Kg) en relación al peso final.....	18
Tabla 10. Análisis de varianza de la ganancia de pesos diaria (kg/día). ....	19
Tabla 11. Análisis de varianza de la conversión alimenticia, en relación a las dietas balanceadas.....	20
Tabla 12. Contenido nutricional de las dietas balanceadas de la investigación .....	21
Tabla 13. Costos de las materias primas para los T1 y T2 (sin Harina de pescado) .....	23
Tabla 14. Costos de las materias primas para los T3 y T4 (con Harina de pescado) .....	25
Tabla 15. Costos de producción y ganancias por cerdo en relación al consumo de alimento y ganancia de peso .....	25

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO 1. Croquis de la distribución de los tratamientos del experimento .....	13
GRAFICO 2. Análisis del peso vivo, kg en cerdos, en relación al a la inclusión de EM 1y la dieta balanceada.....	18
GRAFICO 3. Análisis de la ganancia de peso diaria (kg/día), kg en cerdos, en relación al a la inclusión de EM! Y la dieta balanceada.....	19
GRAFICO 4. Análisis de las dietas balanceadas comparadas entre sí.....	20

## **RESUMEN**

En la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Cantón Santo domingo, Parroquia Puerto Limón, se evaluó el efecto de la inclusión de microorganismos eficaces en dos dietas balanceadas en cerdos de engorde. Los 48 cerdos utilizados en la investigación tenían un peso inicial promedio de 29,7 kg con 70 días de edad de cruces de la raza pietrain, los cuales fueron divididos en cuatro tratamientos con cuatro repeticiones con una unidad experimental por cada tratamiento de tres animales, distribuidos en un Diseño completamente al azar ( DCA ) dispuesto en arreglo Factorial A x B. con referencia a los pesos vivos el tratamiento destacado en los pesos finales es el T3 con un valor de 84, 1 kg siendo esta la dieta con microorganismos eficaces y harina de pescado, obteniendo una diferencia de 5, 2 kg final contra del peso final del tratamiento T4 que fue la dieta con harina de pescado sin la inclusión de microorganismos, el cual fue de 78, 9 kg. Los tratamientos resultaron con diferencias estadísticas en cuanto al peso vivo y ganancia de peso diaria, así mismo en cuanto a la conversión alimenticia no presenta diferencia. La inclusión de microorganismos eficientes en las dietas balanceadas de los cerdos modifica favorablemente el peso final y la ganancia de peso diaria mas no la conversión alimenticia, esta se ve afectada favorablemente entre dietas balanceadas, siendo mejor la dieta con contenido de harina de pescado a diferencia de la dieta con contenido de soya.

## **PALABRAS CLAVE**

- ***MICROORGANISMOS EFICACEZ***
- **HARINA DE PESCADO**
- **CONVERSIÓN ALIMENTICIA**
- **GANANCIA DE PESO DIARIA**
- **DIETAS BALANCEADAS**

## **SUMMARY**

In the Province of Santo Domingo de los Tsáchilas, Cantón Santo Domingo, Puerto Limón Parish, the effect of the inclusion of effective microorganisms in two balanced diets in fattening pigs was evaluated. The 48 pigs used in the research had a mean initial weight of 29.7 kg with 70 days old crosses of the pietrain breed, which were divided into four treatments with four replicates with one experimental unit for each treatment of three animals, Distributed in a design completely random (DCA) arranged in Factorial arrangement A x B. with reference to the live weights the treatment outstanding in the final weights is the T3 with a value of 84, 1 kg being this the diet with effective microorganisms and Fish meal, obtaining a final difference of 5, 2 kg against the final weight of the T4 treatment that was the diet with fish meal without the inclusion of microorganisms, which was 78, 9 kg. The treatments resulted in statistical differences in terms of live weight and daily weight gain, as well as the feed conversion did not present difference. The inclusion of efficient microorganisms in the balanced diets of the pigs modifies favorably the final weight and the daily weight gain but not the conversion, which is reported favorably between balanced diets, being better the diet with fish meal content unlike the soy-containing diet.

## **KEYWORDS**

- **MICROORGANISMS EFFECTIVENESS**
- **FISH FLOUR**
- **FOOD CONVERSION**
- **DAILY WEIGHT GAIN**
- **BALANCED DIETS**

# **“EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE MICRORGANISMOS EFICACES EN DOS DIETAS BALANCEADAS EN CERDOS DE ENGORDE”**

## **1. INTRODUCCIÓN**

En Ecuador en el año 2011 registra 1,8 millones de cabezas de ganado porcino, es decir, un 22,9% más que lo reportado en el 2010, según los últimos datos proporcionados de la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (Espac) del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC, 2012)

Por su parte en Santo Domingo se contempla el mayor número de animales porcino con 608 075, seguido de Manabí con 157 285, y Chimborazo con 149 606. La producción aproximada para el 2011 fue de 157 250 toneladas de carne, de las cuales 84 750 provenían de producción tecnificada, 56 500 de pequeñas y medianas granjas y 16 000 de importaciones (INEC, 2012).

La cifra de personas involucradas directas o indirectamente en la producción industrial llega a 74 mil, la tenencia y producción traspatio y familiar, bordea los 2 millones de personas que se benefician de la producción de cerdos, estas últimas se explotan de manera producción familiar, producción comunitaria y alcancías familiares. (AGROCALIDAD, 2012)

En el PIB la porcicultura aporta el 2% del sector agro-pecuario, generando aproximadamente 75 mil plazas de trabajo. La producción de alimentos balanceados para cerdos está estimada en la utilización de 184 000 TM de maíz amarillo nacional

y 75 000 TM de soya, según datos proporcionados por la Asociación de Porcicultores del Ecuador (ASPE, 2009).

El enfoque de la investigación se centra en incrementar el aprovechamiento del alimento por parte de los cerdos. Una alternativa para este objetivo sería, la adicción en la dieta los microorganismos eficaces, ya que se conoce su contenido de bacterias ácido lácticas, fototrópicas y levaduras favoreciendo al desdoblamiento de los nutrientes existentes en las dietas balanceadas de los cerdos. Optimizando recursos, permitirá obtener mejores rendimientos.

Los microorganismos actúan como estimulantes y siendo un apoyo a la flora intestinal mejorando la digestión aumentando la absorción, evita problemas en desperdicios de alimento en las eyecciones, teniendo un efecto directamente proporcional en la ganancia de peso y sanidad del animal.

Basándose en el consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia se puede objetar que el cerdo es una máquina de conversión de alimento, por lo que si el consumo de alimento es incrementado (*ad-libitum*) la ganancia de peso también se maximizaría, pero la conversión alimenticia bajaría. De acuerdo a esta tendencia; el consumo de alimento osificado y mejorando la absorción de nutrientes, la conversión se incrementaría.

Las ganancias son reflejadas cuando se logra incrementar la conversión alimenticia y economizar la producción de carne. La investigación está centrada en mejorar la productividad de la explotación porcina, por lo tanto se evaluó la inclusión de los EM1 en dos dietas balanceadas para determinar el peso final y conversión alimenticia en la parroquia Puerto Limón.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Microorganismos eficaces (EM 1)**

Es un inoculante microbiano natural que contiene microorganismos benéficos. Los microorganismos eficaces (EM1) fueron desarrollados por el Dr. Teruo Hig, profesor de la Universidad de Ryukyus de Okinawa, por el año de 1989 en Japón. Es una tecnología que promueve el uso de microorganismos eficaces para el bienestar de los seres humanos, animales y medio ambiente. Favorece especialmente la descontaminación de aguas, tratamiento de desechos, eliminación de malos olores y presencia de moscas debido a la acumulación de materia orgánica. Los microorganismos contenidos en el producto, tienen la facultad directa o indirecta de prevenir sustancias que deterioren la vida y el ambiente a través de la generación de sustancias bioactivas (Agearth, 2014).

Agearth (2014) afirma, que es una mezcla de microorganismos benéficos que desplazan a los microorganismos patógenos mejorando la calidad del medio en el que son aplicados. El producto contiene microorganismos vivos que no han sido modificados genéticamente; por lo tanto, no puede ser mezclado con antibióticos, químicos ni plaguicidas, pues al hacerlo puede perder su efectividad.

EM 1 tiene una amplia gama de aplicaciones en las granjas de cerdos que van desde la limpieza de los corrales y control del mal olor, hasta el compostaje de los residuos sólidos y sanidad de la producción. El uso de la Tecnología EM es simple y totalmente adaptable a las condiciones existentes en los actuales sistemas de producción.

## 2.2. Parámetros técnicos EM 1

**Tabla 1.** Ficha Técnica microorganismos eficaces (EM1) AMBIEN Ltda.

CONTENIDO MÍNIMO UFC/MI	
Bacterias Ácido Lácticas:	10 <sub>4</sub>
Bacterias Fototróficas:	10 <sub>3</sub>
Levaduras:	10 <sub>3</sub>

DATOS FÍSICOS	
Apariencia:	Solución color marrón amarillenta.
Olor:	Fuertemente a fermento.
pH:	Máx. 3.5

## 2.3. Principales microorganismos contenidos en el EM.

### 2.3.1. Bacteria fotosintética (fototrófica).

Las bacterias fotosintéticas son microorganismos autosuficientes e independientes. Ellas sintetizan las sustancias útiles producidas por la secreción de las raíces, materia orgánica y/o gases perjudiciales (como el sulfuro de hidrógeno) utilizando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias benéficas están compuestas por aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, todas las cuales ayudan al crecimiento y desarrollo de las plantas. Estos metabolitos son absorbidos directamente por las plantas actuando también como substratos para el desarrollo de las bacterias. Al crecer las bacterias fotosintéticas en los suelos aumentan la cantidad de otros microorganismos eficaces (IESPANA EM, 2003).

### **2.3.2. Bacterias ácido lácticas.**

Según IESPANA EM, (2003); las bacterias ácido lácticas producen ácidos a partir de azúcares y otros carbohidratos provenientes de las bacterias fotosintéticas y las levaduras. Esta es la razón por la que ciertas comidas o bebidas, tales como el yogurt o los pickles se fabrican utilizando éstas bacterias lácticas desde hace un largo tiempo. El ácido láctico es un potente esterilizador. Como tal, combate los microorganismos perjudiciales y acelera la descomposición de las materias orgánicas.

### **2.3.3. Levaduras**

Las levaduras sintetizan y utilizan las sustancias antimicrobianas que intervienen en el crecimiento de las plantas, a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas, así como las de la materia orgánica y de las raíces de las plantas. Las sustancias bioactivas, tales como hormonas y enzimas producidas por las levaduras incrementan la actividad celular y el número de raíces. Sus secreciones son substratos útiles para ciertos microorganismos efectivos, tales como las bacterias ácido lácticas y los *Actinomicetos* (IESPANA EM, 2003).

## **2.4. Componentes principales de la dieta**

Los cerdos son animales monogástricos, con una digestión principalmente enzimática y su tracto gastrointestinal tiene como función principal transformar los alimentos ingeridos en nutrientes que puedan ser posteriormente absorbidos y disponibles para el organismo. Las dietas de los cerdos son ricas en almidón, proteínas, grasas y pobres en fibras. El programa de alimentación de los cerdos consta de diferentes dietas según el peso, la edad y el estado fisiológico de los animales. Generalmente la alimentación es ad libitum (Hedemann, 2005).

Tras la prohibición de la utilización de los antibióticos promotores del crecimiento, se han realizado muchos esfuerzos para encontrar alternativas a los antibióticos promotores del crecimiento. Por esto, las nuevas estrategias nutricionales que se han desarrollado, entre ellas cabe destacar la modificación de las dietas mediante ingredientes como fuentes de proteína, fuente de energía y extractos de plantas (Canibe y Jensen, 2003).

#### **2.4.1. Macronutrientes.**

##### **2.4.1.1. Componentes nitrogenados: Proteínas y aminoácidos**

Los componentes nitrogenados de la dieta engloban mayoritariamente proteínas, y aminoácidos. Sin embargo, también existe un grupo minoritario de componentes nitrogenados no proteicos compuesto por aminos, amidas, amoniacos, nitratos, alcaloides, ácido úrico, vitaminas del grupo B, purinas y pirimidinas, etc. En el ganado porcino, las principales fuentes de proteínas de la dieta provienen de suplementos proteicos basados en harinas de pescado o concentrados vegetales de soja o patata. En menor cantidad, también van a ser fuentes de proteínas otras leguminosas y cereales (Blas et al, 2003).

##### **2.4.1.2. Lípidos.**

Las grasas y los aceites se incluyen en la dieta en niveles variables entre 4 y 10% y son ingredientes importantes debido a su alto valor energético. Los lípidos están compuestos por una amplia gama de sustancias: ácidos grasos, acilglicéridos, fosfolípidos, esfingolípidos, glicolípidos, colesterol y ceras. En el intestino delgado, los lípidos se emulsionan con las sales biliares y son digeridos por las lipasas pancreáticas y las lipasas que hay en las microvellosidades. Posteriormente, estos componentes son

absorbidos a través del epitelio intestinal. El grado de digestibilidad de los diferentes lípidos dependerá del tipo de grasa y del grado de saturación (Veum, 1991).

### **2.4.1.3. Carbohidratos.**

Los carbohidratos son el ingrediente utilizado en mayor proporción en la alimentación de los cerdos, representando más del 60 % de la materia seca de la dieta, la ración de los cerdos está constituida por cantidades relativamente pequeñas de monosacáridos disacáridos y oligosacáridos (1-2 %, 1-5 % y 1-10 %, respectivamente) y en mayor medida de polisacáridos amiláceos (40-70%) y polisacáridos no amiláceos (PNAs 10-50 %) (Pérez y Gasa, 2002).

En cuanto a su degradación, los azúcares más simples (monosacáridos, disacáridos) van a ser absorbidos directamente a través de la mucosa intestinal o bien van a ser digeridos por la acción de enzimas endógenas secretadas en los tramos proximales del tracto gastrointestinal. Los polisacáridos más complejos van a ser fermentados por bacterias que habitan el intestino grueso (Pérez y Gasa, 2002).

### **2.4.2. Alimentación de cerdos.**

La alimentación de los cerdos en la etapa de crecimiento y engorde representa el mayor costo en la producción y determinará la rentabilidad de ésta actividad pecuaria dependiendo de la eficiencia de su aplicación (Campabadal, 2009). El alimento debe ser suministrado dos veces al día, una por la mañana y otra por la tarde (Carrero, 2005). En las tablas 1 y 2 se establecen los requerimientos nutricionales y la cantidad de alimento de los cerdos para un óptimo desarrollo.

**Tabla 2.** Concentración de nutrimentos en dietas para cerdos en desarrollo y engorde

Nutriente	Cerdo	
	Desarrollo	Engorde
Proteína (%)	16	14
Lisina (%)	0,90	0,75
Calcio (%)	0,75	0,60
Fósforo aprovechable (%)	0,35	0,30
Energía digestible (Mcal/ kg)	3,25	3,30
Energía metabolizable (Mcal/ kg)	3,20	3,25

Fuente: (Campabadal, 2009)

Es muy importante tener en cuenta la etapa fisiológica en la que se encuentre el cerdo y las cantidades nutricionales que éste requiere al momento de la elaboración de la dieta. Dicha formulación debe ser de fácil conservación y suministración en la explotación porcina, además que represente bajos precios en su preparación debido a que los costos de alimentación representan el 65% de toda la producción. (García et al, 2012).

**Tabla 3.** Consumo de alimento para cerdos en desarrollo y engorde

Peso del cerdo (Kg)	Cantidad alimento (Kg/día)
30 – 40	1,80
40 – 50	2,20
50 – 60	2,60
60 – 70	2,80
70 – 80	3,10
80 – 90	3,50

Fuente: (Campabadal, 2009)

#### **2.4.2.1. Etapa de engorde.**

Para el inicio de esta etapa los cerdos deben ser de buena calidad y tener un peso inicial de 20 kg para la obtención de buenos resultados en el momento de la venta. Se deben realizar controles diarios en cuanto al estado sanitario y el monitoreo de la actitud, apetito y condición corporal del animal. La práctica de pesaje y registro deben realizarse una vez por mes para determinar la ganancia de peso. Las porquerizas deben ser homogéneas y que los comederos correspondan a evitar al máximo la competencia por alimento (Carrero, 2005).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Ubicación del área de investigación**

##### **3.1.1. Ubicación política**

Provincia: Santo Domingo de los

Tsáchilas. Cantón: Santo Domingo.

Parroquia; Puerto Limón

Ubicación: km 1 Vía La Independencia

##### **3.1.2. Ubicación geográfica.**

El área de la Investigación se ubicó en las siguientes coordenadas UTM

0681103.7 - 9957162.17

##### **3.1.3. Ubicación ecológica.**

Zona de vida: Bosque Húmedo Tropical (BHT)

Altitud: 350 msnm

Temperatura media: 24,4<sup>0</sup> C

Precipitación anual: 2900,8 mm

Humedad relativa: 89 %

Suelos: franco arenoso

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Materiales de oficina.**

- Esferos
- Lápiz
- Computadora
- Hojas
- Corrector

### **3.2.2. Materiales de campo**

- Tanques de 60 L
- Alimento balanceado
- Báscula
- Libreta de campo
- Mezcladora
- Bolsas plásticas
- Cerdos de engorde Raza Pietrain Machos y hembras (70 días de edad)
- Microorganismo eficaces (EM1)

### 3.3. Métodos

#### 3.3.1. Diseño Experimental

##### 3.3.1.1. Factores a probar

**Tabla 4.** Factores y niveles a probar en la evaluación de dos bloques nutricionales en cerdos de engorde

Factores	Niveles
Bloque nutricional (B)	Maíz (1) Soya (2)
Microrganismos eficientes (M)	Con EM1 (1) Sin EM1 (2)

##### 3.3.1.2. Tratamientos a comparar

**Tabla 5.** Tratamientos a comparar en la evaluación de dietas balanceada en cerdos de engorde.

Símbolo	Código	Tratamiento
T1	DB1 ME1	Dieta Balanceada Soya + Maíz con EM1
T2	DB1 ME2	Dieta Balanceada Soya + Maíz sin EM1
T3	DB2 ME1	Dieta Balanceada Soya + Maíz + Harina pescado con EM1
T4	DB2 ME2	Dieta Balanceada Soya + Maíz + Harina pescado sin EM1

##### 3.3.1.3. Tipo de diseño.

Para la investigación se aplicó un Diseño completamente al azar (DCA) dispuesto en arreglo Factorial A x B

### 3.3.1.4. Repeticiones

Se realizaron tres repeticiones por cada tratamiento

### 3.3.1.5. Características de las unidades experimentales

Nº de U. Experimentales = 48 animales de

Nº de animales/UE = 1

Área UE = 1 m<sup>2</sup>

Área total UE del Ensayo = 48 m<sup>2</sup> Largo UE = 17 m

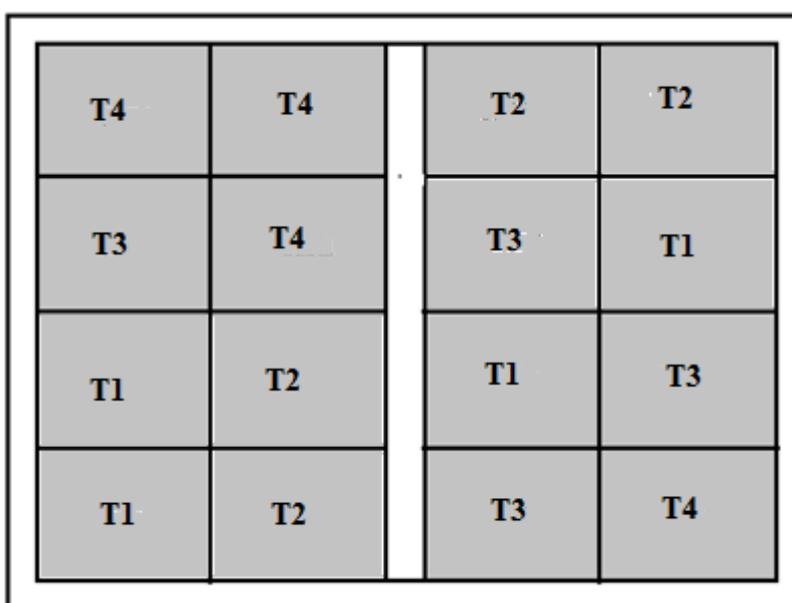
Ancho UE = 3,5 m

Forma de la UE = Rectangular

Forma del Ensayo = Rectangular

### 3.3.1.6. Croquis del diseño.

**GRAFICO 1.** Croquis de la distribución de los tratamientos del experimento



### 3.3.2. Análisis Estadístico.

#### 3.3.2.1. Esquema de análisis de varianza.

Tabla 6. Esquema de análisis de varianza del experimento

Fuentes de variación	Grados de libertad	
DB	a-1	1
ME	b-1	1
DB x ME	(a-1)(b-1)	1
Error experimental	ab(n-1)	12
Total	abn-1	15

#### 3.3.2.2. Coeficiente de variación

El coeficiente de variación se obtendrá de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$CV = \frac{\sqrt{CMe}}{\bar{X}} \times 100$$

Dónde:

CV= Coeficiente de variación

CMe= Cuadrado medio del error

X = Media general del experimento

#### 3.3.2.3. Análisis funcional.

Para la prueba de significancia se utilizó a la de Tukey al 0,05 %

### 3.3.3. Análisis Económico.

El análisis económico se realizó tomando en cuenta los costos de producción de las materias primas de cada tratamiento, lo que reflejara que tratamiento es económicamente rentable.

### **3.3.4. Variable a Medir.**

#### **Ganancia de peso:**

Resultado de la diferencia de peso final menos peso inicial, comparando los tratamientos en 65 días de engorde.

Ganancia de peso = Peso final WF – Peso inicial

#### **Conversión alimenticia:**

Se tomará el peso total de alimento consumido por cada tratamiento y se la dividió para los 65 días en la fase de engorde y para los 3 animales unidad experimental de cada tratamiento.

Alimento consumido (Kg)

ICA = -----

Ganancia de peso (kg)

### **3.3.5. Métodos Específicos de Manejo del Experimento.**

#### **3.3.5.1. Elaboración de fermento**

El experimento empezó con la elaboración del fermento dividido en tres semanas: la primera semana se mezcló 20 kg y dos litro, para la segunda semana 40 kg y 4 litros, y para la tercera semana en adelante se mezcló 60 kg de cada bloque nutricional y 6 litros de EM1, dejándolos fermentar por 15 días en bolsas plástica dentro de tanques de 60 L, en condiciones herméticas (Agearth, 2014).

### 3.3.5.2. Aplicación del fermento en el alimento

El Fermento se lo aplico en relación al 2, 4 y 6 %, para la primera, segunda y tercera semana en adelante, respectivamente, de cada dieta por tonelada de alimento ofrecido (Agearth, 2014).

### 3.3.6. Dietas balanceadas

#### 3.3.6.1. Dieta balanceada a base de soya + maíz

**Tabla 7.** Formula Balanceada a base de soya + maíz

Materias Primas	kg/Tn
Maíz	518
Soya	222
Afrecho	80
Cono	50
Galleta	80
Aceite	10
Melaza	15
Nucleo Tardec	8
Carbonato	9
Fosfato	4
Sal	4

Fuente: Patricio Cedeño (2015)

### 3.3.6.2. Dieta balanceada a base de soya + maíz + harina pescado

**Tabla 8.** Formula Balanceada a base de soya + maíz + harina pescado

Materias Primas	kg/Tn
Maíz	536,5
Soya	179,5
Harina de Pescado	30
Afrecho	85
Cono	50
Galleta	80
Aceite	10
Melaza	10
Nucleo Tardec	8
Carbonato	7
Fosfato	0,5
Sal	3,5

Fuente: Patricio Cedeño (2015)

## 4. RESULTADOS

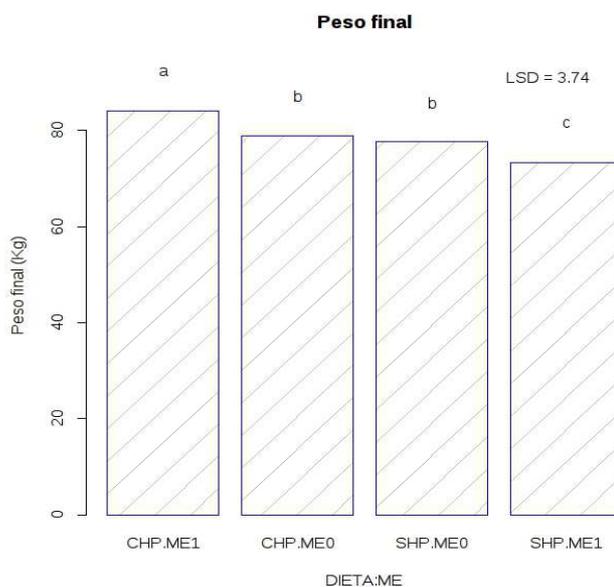
### 4.1. Peso Vivo

En el ADEVA de la tabla 8 se observa que, con una probabilidad de ( $p \leq 0.05$ ) rechaza la hipótesis nula de que la inclusión de microorganismos eficientes no altera el peso final de los cerdos, es decir que, con la adición EM1 en las dietas de cerdos en etapa de crecimiento y engorde se obtienen pesos diferentes conforme pasa el tiempo. Como la interacción fue significativa no se pueden analizar los efectos simples de la inclusión ni de las dietas por separado.

**Tabla 9.** Análisis de varianza de Peso Vivo (Kg) en relación al peso final

F. de V.	GL	Sum Sq	Cuadrados medios	F value	p-valor	
DB	1	144.60	144.60	24.525	0.000335	***
ME	1	0.95	0.95	0.161	0.695084	
DB:ME	1	90.73	90.73	15.388	0.002025	**
Residuals	12	70.75	5.90			

**GRAFICO 2.** Análisis del peso vivo, kg en cerdos, en relación al a la inclusión de EM 1y la dieta balanceada



Todos los tratamientos partieron con un peso inicial promedio de 29,7 kg con edad de 70 días de nacidos, para el día 150 que fue la finalización de la investigación, el peso final del T3 fue de 84,1 kg, para el T4 el promedio de peso fue de 78,9 kg, por ultimo para el T2 y T1 los promedios del peso final fue de 77.6, 73.4 kg PV respectivamente.

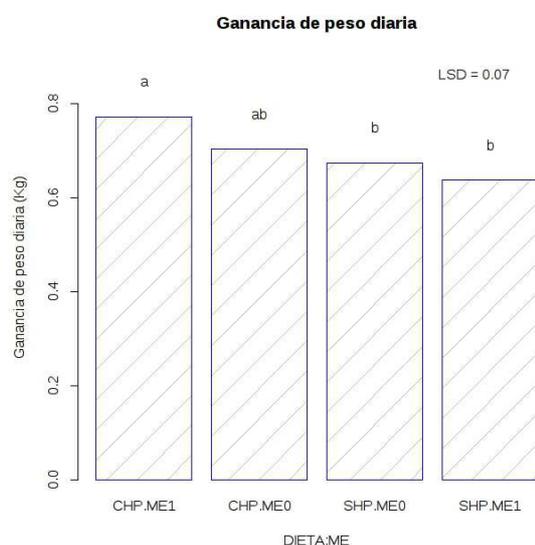
#### 4.2. Ganancia de peso diaria

En el ADEVA de la tabla 9, con una probabilidad de ( $p \leq 0.05$ ), rechazamos la hipótesis nula, la cual dice que la inclusión de EM1 en las dietas balanceadas no influyen en la ganancia de peso diario, con una significancia en la interacción entre los tratamientos que no se permite analizar por separados.

**Tabla 10.** Análisis de varianza de la ganancia de pesos diaria (kg/día).

F. de V.	GL	Sum Sq	Cuadrados medios	F value	p-valor	
DB	1	0.026488	0.026488	12.665	0.00393	**
ME	1	0.000977	0.000977	0.467	0.50738	
DB:ME	1	0.010973	0.010973	5.246	0.04089	*
Residuals	12	0.025097	0.002091			

**GRAFICO 3.** Análisis de la ganancia de peso diaria (kg/día), kg en cerdos, en relación al a la inclusión de EM1 Y la dieta balanceada.



Para la ganancia de peso diaria, el T3 obtuvo una ganancia promedio de 0,771 kg/día, seguida del T4, el T2 y T1 con resultados de 0.703, 0.674 y 0.638 kg/día respectivamente.

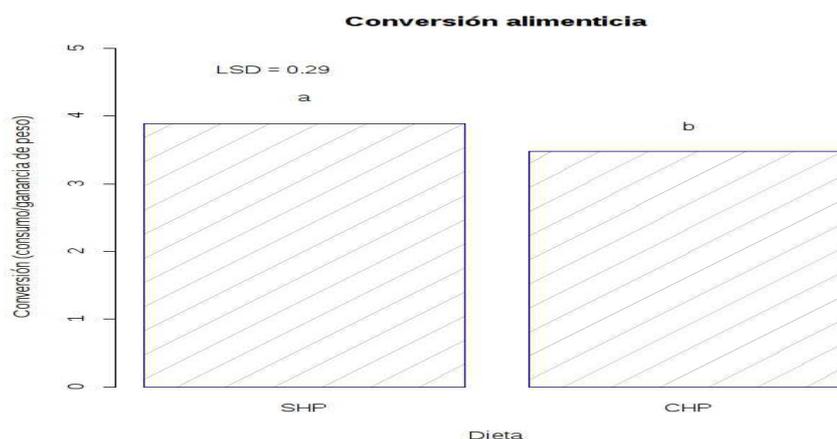
### 4.3. Conversión alimenticia

En el ADEVA de la tabla 11, con una probabilidad de ( $p \leq 0.05$ ), se acepta la hipótesis nula, la cual dice que la inclusión de EM1 en las dietas balanceadas no influyen en la conversión alimenticia, pero si influyo en la dieta balanceada la cual en su formulación incluye harina de pescado; sin significancia en la interacción entre los tratamientos y en la inclusión de EM1, podemos analizar las dietas por separados.

**Tabla 11.** Análisis de varianza de la conversión alimenticia, en relación a las dietas balanceadas.

F. de V.	GL	Sum Sq	Cuadrados medios	F value	p-valor	
DB	1	0.6716	0.6716	9.644	0.0091	**
ME	1	0.0067	0.0067	0.097	0.7613	
DB:ME	1	0.1644	0.1644	2.361	0.1503	
Residuals	12	0.8357	0.0696			

**GRAFICO 4.** Análisis de las dietas balanceadas comparadas entre sí.



Para la conversión alimenticia se toma en cuenta el consumo de alimento y la ganancia de peso, el análisis nos indica que para los T3 y T4 que incluye harina de pescado obtuvo una relación promedio de 3,47:1, mientras que para los T1 y T2 que no incluyen harina de pescado la relación promedio fue de 3,89:1.

#### 4.4. Composición nutricional de las dietas balanceadas

Para el contenido nutricional de las dietas balanceadas de la investigación, se utilizó las tablas brasileñas de composición de las materias primas y las tablas de formulación de balanceados para especies menores, proporcionadas por el Ing. Jorge Lucero (2012), obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 12.** Contenido nutricional de las dietas balanceadas de la investigación

<b>Contenido nutricional</b>	<b>T1 y T2 (Sin Harina de Pescado)</b>	<b>T3 y T4 (Con Harina de Pescado)</b>
Energía Bruta EB (MJ/kg MS)	2,35	2,53
Energía Metabolizable EM (KJ/kg MS)	2,1	2,43
Proteína Bruta PB (%)	16,1	17,9
Fibra Detergente Neutra FDN (%)	2,14	2,24
Calcio Ca (gr/100kg)	0,6	0,6
Fosforo P (gr/100kg)	0,35	0,35

Fuente: Tabla de formulación de balanceados (Lucero, 2012)

## **5. DISCUSIÓN**

### **5.1. Microorganismos eficaces**

Los 48 cerdos utilizados en la investigación tenían un peso inicial promedio de 29,7 kg con 70 días de edad.

Para los tratamientos en estudio con respecto a la adición de microorganismos eficaces no presentaron diferencias significativas en los índices de conversión alimenticia, concordando con lo investigado por (Díaz, 2007), el cual nos indica que no existe efectos de los EM1 en ningún factor en estudio; Según (Domínguez, 2007) afirma que la adición de los microorganismos eficaces fermentado y no fermentado en dietas balanceadas para cerdos no presenta ningún efecto en los índices de conversión alimenticia, lo que es confirmado también por (Pavón, 2007) quien no encontró un efecto positivo al adicionar microorganismos eficientes a la dieta base en cerdos de engorde.

Para el peso final y ganancia de peso diaria se presentan diferencias significativas siendo el mejor el T3 con un de peso de 84,1 kg y un índice de conversión de 0,77 kg/día; confirmando lo dicho por (Balan y Martínez, 2007) que indica los efectos positivos de la adición de microorganismos eficaces en dietas de tilapias, viéndose los resultados en el peso y crecimiento de las mismas.

### **5.2. Dietas balanceadas**

A diferencia de los microorganismos eficaces, las dietas balanceadas presentan resultados favorables para los T3 y T4 la cual en su composición tiene harina de pescado fuente de mayor porcentaje de proteína según la Tabla 12, atribuyéndose las diferencias entre los T1 y T2 vs los T3 y T4 con índices de conversión alimenticias promedios de 0,66 y 0,74 kg/día respectivamente; dejando a los T3 y

T4 como la mejor dieta y específicamente al T3 con índice de conversión de 3,89:1; es decir que para transformar un kg de carne de cerdo necesito 3,89 kg de balanceado.

Confirmando lo dicho por (Bureau, 2001) que la utilización de residuos animales para la alimentación en especies menores es una alternativa que se maneja para la obtención de porcentajes de proteínas elevados a comparación de los materiales a base de vegetales, lo que en esta investigación se evaluó una dieta con materias primas provenientes de vegetales y otra con una adición de harina de pescado.

Sabiendo que la harina de pescado es un insumo muy utilizado en dietas para animales por su alto valor proteico, buen balance de aminoácidos y alta digestibilidad, hasta 88% en conejos según (FEDNA, 2012).

### 5.3. Análisis económico

Para el análisis económico se tomó en cuenta los costos de las materias primas, el consumo de alimento y el peso vivo final, el cual nos refleja los siguientes resultados:

**Tabla 13.** Costos de las materias primas para los T1 y T2 (sin Harina de pescado)

<b>Materias Primas</b>	<b>Costo unit (45kg)</b>	<b>Costos/kg</b>	<b>Cantidad Utilizada/ton</b>	<b>Costos Total/ton</b>
Maiz	12,50	0,28	580	161,11
Soya	15,60	0,35	172	59,63
Afrecho	8,50	0,19	40	7,56
Cono	7,30	0,16	80	12,98
Galleta	8,60	0,19	80	15,29
Aceite	5,50	0,28	8	2,20
Melaza	6,80	0,34	15	5,10

Carbonato	1,21	0,06	9	0,54
Fosforo	1,12	0,06	12	0,67
Sal	0,50	0,03	4	0,10
<b>Total</b>			<b>1000</b>	<b>265,18</b>

Fuente: Precios de mercados de materias primas mayoristas (El surtidor, 2015)

El valor total por tonelada de alimento balanceado es de 265,18 usd/ton dando un valor equivalente a 0,27 usd/kg.

**Tabla 14.** Costos de las materias primas para los T3 y T4 (con Harina de pescado)

Materias Primas	Costo unit .(45kg)	Costos/kg	Cantidad Utilizada/ton	Costos Total/ton
Maiz	12,50	0,28	536,5	149,03
Soya	15,60	0,35	179,5	62,23
Afrecho	8,50	0,19	85	16,06
Cono	7,30	0,16	50	8,11
H. Pescado	22,00	0,49	38	18,59
Galleta	8,60	0,19	80	15,29
Aceite	5,50	0,28	10	2,75
Melaza	6,80	0,34	10	3,40
Carbonato	1,21	0,06	7	0,42
Fosforo	1,12	0,06	0,5	0,03
Sal	0,50	0,03	3,5	0,09
Total		2,33	1000	275,98

Fuente: Precios de mercados de materias primas mayoristas (El surtidor, 2015)

El valor por kg de alimento balanceado es de 0,28 usd, es decir 275,98 usd por tonelada.

**Tabla 15.** Costos de producción y ganancias por cerdo en relación al consumo de alimento y ganancia de peso

Tto	Consumo de alimento (kg)	Costos de EM1	Costo /consumo Alimt.	Peso final (kg)	Costos / kgPV	USD/ Kg en pie	Ganancia por cerdo (Usd/cerdo)	Ganancia neta/cerdo
T1	180	1,7	49,4	73,4	0,67	1,85	135,8	86,4
T2	175,8	0	46,6	77,6	0,60	1,85	143,6	96,9
T3	175	1,7	50,0	84,1	0,59	1,85	155,6	105,6
T4	176,6	0	48,7	78,9	0,62	1,85	146,0	97,2

Como se puede observar en la Tabla 15 el mejor tratamiento es el T3 ya que con costo de producción de 50 usd/cerdo tiene una ganancia total de 105,6 usd restados los costos de producción, seguido del T4 y T2 con una ganancia de 97,2 y 96,9 usd respectivamente; dejando como el T1 el menos rentable con ganancias promedios de 86,4 usd/cerdo; se le atribuye estos valores ya que el índice de conversión alimenticia para el T3 es el más bajo siendo mejor en cuestión de consumo de alimento y mayor ganancia de peso, y por consiguiente rentabilidad económica.

## **6. CONCLUSIONES**

De los resultados obtenidos en la investigación podemos concluir lo siguiente:

- La inclusión de microorganismos eficientes en las dietas balanceadas de los cerdos modifica favorablemente el peso final y la ganancia de peso diaria.
- Para el índice de conversión alimenticia las diferencias significativas se vieron reflejadas entre los T3 y T4 diferentes a los T1 y T2, lo cual indica que la adición de EM1 actúan de mejor manera en presencia de proteínas de residuos animales (harina de pescado), la cual es una fuente de aminoácidos de rápida absorción para los cerdos.
- El mejor tratamiento y que obtuvo efectos positivos en los cerdos fue el T3, ya que se encontraron diferencias significativas en peso final, ganancia de peso diaria y en el índice de conversión alimenticia.

## **7. RECOMENDACIONES**

- Realiza estudios con mayores dosis de inclusión de microorganismos eficaces en métodos fermentados y sin fermentar.
- Realizar estudios con porcentajes de harina de pescado en dietas balanceadas de cerdos.
- Realizar estudios con adición de microorganismos eficaces en agua de bebida para los cerdos

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- AGEARTH, A. d. (s.f.). <http://www.agearthecuador.org/web/portfolio-type/em-1-2/>.  
Obtenido de <http://www.agearthecuador.org/web/portfolio-type/em-1-2/>.
- AGROCALIDAD, .. (s.f.).  
[http://www.agrocalidad.gob.ec/agrocalidad/images/pdfs/sanidadanimal/programa\\_nacional\\_sanitario\\_porcino\\_-\\_agrocalidad.pdf](http://www.agrocalidad.gob.ec/agrocalidad/images/pdfs/sanidadanimal/programa_nacional_sanitario_porcino_-_agrocalidad.pdf). Obtenido de [http://www.agrocalidad.gob.ec/agrocalidad/images/pdfs/sanidadanimal/programa\\_nacional\\_sanitario\\_porcino\\_-\\_agrocalidad.pdf](http://www.agrocalidad.gob.ec/agrocalidad/images/pdfs/sanidadanimal/programa_nacional_sanitario_porcino_-_agrocalidad.pdf).
- AMBIEN Ltda., T. E. (s.f.). [http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base\\_datos/em\\_en\\_porcicultura.pdf](http://www.em-la.com/archivos-de-usuario/base_datos/em_en_porcicultura.pdf).
- ASPE, .. (s.f.). <http://www.aspe.org.ec/index.php/informacion/estadisticas/censo>.  
Obtenido de <http://www.aspe.org.ec/index.php/informacion/estadisticas/censo>.
- BALAN, U. d. (2007). (*Oreochromis Niloticus*). Universidad Hea. Guácimo. Costa Rica.
- BLAS, .. ((2003)). Tablas de composición y valor nutritivo de alimentos para la fabricación de piensos compuestos (2ª Edición).
- BUREAU D. (2001). Utilización de harinas de origen animal en la nutrición de peces. Canada.
- CAMPABADAL. ((2009).). *Guia tecnica para alimentacion de cerdos*. Obtenido de <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00144.pdf>.
- CARRERO. (2005). <http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/>. Obtenido de de [manual-produccion-porcicola/manual-produccion-porcicola.pdf](http://www.monografias.com/trabajos-pdf2/).
- DIAZ. (2007.). *Evaluación de la adición de Microorganismos Eficaces, a la dieta sobre el desempeño de cerdos de 28 a 70 días de edad, Zamorano*. Honduras: (EM).

- DOMINGUEZ. (2007.). *Efecto de la adición de microorganismos eficaces (EM's) en la dieta, sobre el desempeño de cerdas en lactancia*. Honduras: Zamorano.
- FEDNA. (20 de oct. de 2012). *Harina de pescado 70/09/13*. Obtenido de [http://fundacionfedna.org/ingredientes\\_para\\_piensos/harina-de-pescado-70913](http://fundacionfedna.org/ingredientes_para_piensos/harina-de-pescado-70913)
- GARCÍA. (2012). Alimentación práctica del cerdo. *Revista Complutense* .
- IESPANA. (2003). *Red de Agricultura Natural para la Región de Asia / Pacífico*. Obtenido de Manual de aplicación de EM: <http://emiespana.es/manuales/apnan/apnan.html>
- IESPANA EM. ( 2003). *cManual de producción porcina con microorganismos eficientes (EM)*. Obtenido de <http://em.iespana.es/manuales/cerdos/cerdos.html>.
- IESPANA. (IESPANA EM. Principales microorganismos contenidos en el EM, 2003.). *Principales microorganismos contenidos en el EM*. Obtenido de <http://em.iespana.es/composicion/composicion.html>
- INEC. (2012). *En Ecuador se Produce mas carne de cerdo*. Obtenido de [http://www.inec.gob.ec/inec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=502%3Aen-ecuador-se-produce-mas-carne-de-cerdo&catid=68%253%20Aboletines&Itemid=51&lang=es](http://www.inec.gob.ec/inec/index.php?option=com_content&view=article&id=502%3Aen-ecuador-se-produce-mas-carne-de-cerdo&catid=68%253%20Aboletines&Itemid=51&lang=es)
- JENSEN, C. y. ((2003).). *Fermented and nonfermented liquid feed to growing pigs: effect on aspects of gastrointestinal ecology and growth performance*. *J Anim Sci*, 2019-2031.
- LUCERO, J. (2012). Tabla de formulación y composición de balanceado para cerdos. *Archivo de Excel, enviado por email*. Santo Domingo de los Tsachilas,, Santo Domingo de los Tsachilas,, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.

- ORDOÑEZ, O., & de. (2013). *Efecto de la adición de microorganismos eficientes en el 20% Balanceado en cerdos de levante*. Obtenido de [http://www.unipaz.edu.co/ojs/index.php/revcitecsa/article/viewFile/39/pdf\\_4](http://www.unipaz.edu.co/ojs/index.php/revcitecsa/article/viewFile/39/pdf_4)
- PAVÓN, R., & ODAIR D. (2007). *Efecto de la adición de Microorganismos Eficaces (EM's) a la dieta de cerdos en engorde*. Honduras: Zamorano .
- PÉREZ y GASA. (2002). *Importancia de los carbohidratos de la dieta y de la utilización aditivos sobre la salud intestinal en el ganado porcino. XVIII Curso de Especialización FEDNA: Avances en Nutrición y Alimentación Animal, 53-70*.
- VEUM. (1991). *Feeding Neonatal Pigs. In: Swine Nutrition. Butter-Worthheinemann*.