

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

ESCUELA DE DESARROLLO INTEGRAL AGROPECUARIO

“Evaluación de tres dosis de probiótico (*Rhodopseudomonas spp*, *Lactobacillus spp*,
Saccharomyces spp) en la alimentación para el engorde de cerdos”

Tesis de grado previa la obtención del título de
Ingeniera en Desarrollo Integral Agropecuario

AUTORA: Mayra Lizbeth Quemac Males

ASESOR: Dr. Luis Rodrigo Balarezo

TULCÁN - ECUADOR

AÑO: 2014

CERTIFICADO

Certifico que el/la estudiante Mayra Lizbeth Quemac Males con el número de cédula 040151257-9 ha elaborado bajo mi dirección la sustentación de grado titulada: “Evaluación de tres dosis de probiótico (*Rhodopseudomonas spp*, *Lactobacillus spp*, *Saccharomyces spp*) en la alimentación para el engorde de cerdos (*Sus scrofa domesticus*)”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el reglamento de Grado del Título a Obtener, por lo tanto, autorizo la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.

Dr. Luis Rodrigo Balarezo

Tulcán, 08 de abril de 2014

AUTORÍA DE TRABAJO

La presente tesis constituye requisito previo para la obtención del título de Ingeniero en Desarrollo Integral Agropecuario de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, Mayra Lizbeth Quemac Males con cédula de identidad número 040151257-9 declaro: que la investigación es absolutamente original, autentica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.

.....

Mayra Lizbeth Quemac Males

Tulcán, 08 de abril de 2014

ACTA DE SESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO

Yo Mayra Lizbeth Quemac Males, declaro ser autor del presente trabajo y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la resolución del Consejo de Investigación de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi de fecha 21 de junio del 2012 que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través o con el apoyo financiero, académico o institucional de la Universidad”.

Tulcán, 08 de abril de 2014

Mayra Lizbeth Quemac Males

CI 040151257-9

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A la Universidad Politécnica Estatal de Carchi, Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales y en especial a la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario, que me abrió las puertas para alcanzar mi formación profesional.

También un agradecimiento al personal docente y amigos que estuvieron aportando con un granito de arena en el campo del conocimiento, por sus consejos a lo largo de mi vida estudiantil.

DEDICATORIA

Dedico todo mi esfuerzo a mis padres Luis Quemac y Fabiola Males por apoyarme en todo momento, por los valores que me han inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación en el transcurso de mi vida.

A mi abuelita Doris, a mis tíos Guillermo, Lidia, Lorenzo y Nelson por ser parte importante de mi vida y representar la unidad familiar, también por llenar mi vida de alegrías y amor cuando más lo he necesitado.

A mis amigos por confiar y creer en mí y haber hecho de mi etapa universitaria un proyecto de vivencias que nunca olvidare.

INDICE GENERAL

CERTIFICADO.....	I
AUTORÍA DE TRABAJO.....	II
ACTA DE SESIÓN DE DERECHOS DE TESIS DE GRADO.....	III
DEDICATORIA.....	V
INDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	VII
RESUMEN EJECUTIVO.....	IX
ABSTRAC.....	X
INTRODUCCIÓN.....	- 1 -
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	- 2 -
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	- 2 -
1.3. DELIMITACIÓN.....	- 3 -
1.4. JUSTIFICACIÓN.....	- 3 -
1.5 OBJETIVOS.....	- 4 -
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	- 4 -
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	- 4 -
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	- 5 -
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	- 5 -
2.3.1 EL CERDO.....	- 6 -
2.3.1.1 ORIGEN.....	- 6 -
2.3.2 MICROORGANISMOS EFICIENTES EMS.....	- 10 -
2.3.3 COMPOSICIÓN MICROBIOLÓGICA DE EMS.....	- 11 -
2.3.3.1 BACTERIAS ACIDOLÁCTICAS (<i>LACTOBACILLUS SPP</i>).....	- 11 -
2.3.3.2 LEVADURAS (<i>SACCHAROMYCES SPP</i>).....	- 12 -
2.3.4 APLICACIONES Y USOS DEL EMS.....	- 13 -
2.3.4.1 ACTIVIDAD PECUARIA.....	- 13 -
2.3.4.3 EMS PARA FERMENTACIÓN DE CONCENTRADOS.....	- 14 -
2.4 HIPÓTESIS. (INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA).....	- 17 -
2.5 VARIABLES.....	- 17 -
III. METODOLOGÍA.....	- 18 -

3.1	LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	- 18 -
3.3	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	- 18 -
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN.....	- 19 -
3.4.1	POBLACIÓN	- 19 -
3.5	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.	- 20 -
3.8	PROGRAMA SANITARIO	- 23 -
3.9	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	- 24 -
3.10	PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS....	- 24 -
3.10.1	ANÁLISIS DE RESULTADOS.	- 24 -
3.10.2.2	CONVERSIÓN ALIMENTICIA	- 27 -
3.10.3	VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.	- 33 -
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	- 34 -
4.1	CONCLUSIONES.	- 34 -
4.2	RECOMENDACIONES.....	- 34 -
V.	BIBLIOGRAFÍA.	- 35 -
VI.	ANEXOS	- 39 -

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Requerimientos nutricionales para cerdos en las etapas de crecimiento y engorde.....	- 10 -
Tabla 2.	Composición de los tratamientos a evaluarse.	- 19 -
Tabla 3.	Operacionalizacion de variables	- 20 -
Tabla 4.	Esquemas del experimento.....	- 22 -
Tabla 5.	Análisis Estadístico	- 23 -
Tabla 6.	Programa Sanitario.....	- 23 -
Tabla 7.	ADEVA para incremento de peso diario	- 25 -
Tabla 9.	ADEVA para conversión alimenticia	- 27 -
Tabla 10.	Prueba de significación Tukey al 5% para conversión alimenticia	- 27 -
Tabla 11.	ADEVA para tiempo, días necesarios hasta alcanzar los 110kg.	- 28 -
Tabla 12.	Prueba de significación Tukey al 5% para tiempo.....	- 29 -

Tabla 13. Presupuesto parcial de los tratamientos	- 31 -
Tabla 14. Análisis de Dominancia	- 32 -
Tabla 15. Análisis marginal.	- 33 -
Tabla 16. Incrementos de pesos diarios	- 42 -
Tabla 17. Conversión alimenticia promedio	- 43 -
Tabla 18. Tiempo de duración de engorde de cerdos.....	- 44 -
Tabla 19. Consumo total de alimento	- 45 -

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Incremento diario de peso	- 26 -
Gráfico 2. Conversión alimenticia	- 28 -
Gráfico 3. Análisis de tiempo hasta alcanzar los 110 kg	- 30 -

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Bacterias ácido lácticas.....	- 12 -
Fotografía 2. Levaduras.	- 13 -
Fotografía 3. Instalaciones de los cerdos	- 39 -
Fotografía 4. Cerdos al inicio de la investigación.....	- 39 -
Fotografía 5. Cerdos durante la investigación.....	- 40 -
Fotografía 6. Pesaje de los cerdos.....	- 40 -

RESUMEN EJECUTIVO

En la presente investigación se evaluó el efecto tres dosis de probiótico (*Rhodopseudomonas spp*, *Lactobacillus spp*, *Saccharomyces spp*) en la alimentación para el engorde de cerdos (*Sus scrofa domesticus*), sobre el incremento de peso, conversión alimenticia, tiempo de engorde y costo de producción.

Se utilizaron 16 cerdos de raza de origen F1 (Yorkshire+Landrace) asignados aleatoriamente a tres tratamientos: T1= 200ppm (0,02ml); T2= 400ppm (0,04ml); T3= 600ppm (0,06ml), más el testigo. Los cerdos tuvieron una alimentación igual para todos los tratamientos basada en residuos de cocina, papa y suero de leche, el alimento se les suministró dos veces al día a las 08: 00 y 16:00; como también el probiótico fue a diario.

Los mejores resultados se obtuvieron con los cerdos del T3= 600ppm, en cuanto a incremento promedio de peso diario de 0,61 kg; en conversión alimenticia 4,5; tiempo de llegada al peso ideal para faenamiento 161 días y en base al análisis económico de esta investigación, presenta una tasa marginal de retorno de 43 %, o sea que por cada dólar que se invierte en la alimentación de los cerdos, el productor recupera 1 dólar más \$ 4,30 adicionales.

Palabras claves: Probiótico, alimentación de cerdos

ABSTRAC

In the present investigation was to evaluate the effect of three doses of probiotic (*Rhodopseudomonas spp*, *Lactobacillus spp*, *Saccharomyces spp*) feeding for fattening pigs (*Sus scrofa domesticus*) of species F1 (Yorkshire+Landrace), on weight gain, feed conversion, while fattening and production costs.

T1 = 200ppm (0, 02 ml); T2= 400ppm (0, 04 ml); T3 = 600ppm (0, 06 ml); more control: 16 pigs randomly assigned to three treatments were used. The pigs had an equal power for all treatments based kitchen waste potato and whey was given food twice daily at 08:00 and 16:00.

The best results were obtained with pigs T3 = 600ppm , as to increase average daily gain of 0.61 kg , feed conversion 4.5, time-to- ideal slaughter weight and 161 days based on the economic analysis this research presents a marginal rate of return of 43 %, which means that for every dollar invested in feeding pigs the farmer gets \$ 1 plus \$ 4.30 additional .

Keywords: Probiotics, feed pigs.

RUNA SHIMIPIK

Kunan kallarik rikuy kunapika kalla rinchimari kimsa niki karay kunata (*Rhodopseudomonas spp*, *Lactobacillus spp*, *Saccharomyces spp*) kay mikuna ukumanda karana rakuyachun viña chun shina llata llasha yachun mikushpa mashna punllapi raku yacta, y mashna gashtash kata rikun gapak.

Kay chungu suxta cuchi tamari tanda chispa kai mikunakunata karashpa rikui kallarirka: T1 = 200ppm (0, 02 ml); T2= 400ppm (0, 04 ml); T3 = 600ppm (0, 06 ml), ñukanchika kallaric punlla mandamari rikushpa katir kanchi, kuchi kunata pacta micuchishpa, yanushka mikunata papa tapish, kay suero leche yakunata kaikunataka ish kai ni tallami karan pullapi puzak pacha manda y chuzku pacha chishi.

Ali viñash kakunatami rikurka kai kuchi kunata T3= 600ppm, shina llata llasha yashkata tapish 0,41kg, y mashnata miku chishkata 4,5; y mashna punllapi wanchinata rikurta 161 pulla kunapi shinami rikushpa karka, mirash kata 43%, kada shuk dólar mikuchish katami kai kuchi kunapika, shuk dólar mirashpa karka \$4,30 kai punshapi

INTRODUCCIÓN

En el 2011, el sector porcícola ecuatoriano, mediante el censo de granjas porcícolas conjuntamente con AGROCALIDAD, MAGAP Y Asociación de Porcicultores del Ecuador, arrojaron los siguientes resultados: En el país existieron 1737 granjas porcícolas con 20 o más animales o con al menos 5 madres, lo que es un total de 310 607 cerdos. El mayor porcentaje de granjas de animales se encuentran en la región Sierra y Costa con el 79% de las granjas registradas y, el 95% de población porcícolas. En la Amazonia y Galápagos, existe el 21 % de las granjas y solamente el 5% de los porcinos. (ASPE, 2011)

Las explotaciones porcícolas dependen de gran parte de los costos de alimentación como también del tiempo que requieren para poder alcanzar los objetivos planteados antes de empezar la producción, estos están estrechamente relacionados y establecidos de acuerdo al uso de los recursos disponibles en el medio

El engorde de cerdos es un proceso intensamente complejo donde actúa una serie de factores fisiológicos, nutricionales, de manejo que interactúan y dan como consecuencia final la eficiencia o ineficiencia del proceso productivo y reproductivo.

La población en general, cada día es más exigente en cuanto a calidad e inocuidad de los alimentos, prefiriendo aquellos productos naturales y libres de compuestos químicos que los hacen más aceptables. En lo que se refiere a calidad y seguridad de un alimento de origen animal se basa en los procesos nutritivos a los que se somete a la explotación ya que pueden ser interactuados con microorganismos eficaces, y de manejo de la producción estrechamente relacionada con las nuevas tecnologías.

I. EL PROBLEMA.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En cuanto a la importancia que tiene la explotación porcícola están determinados diferentes parámetros a tener en cuenta como lo es: proveer proteínas de alta calidad, que tienen relación directa con la alimentación humana. Para poder alcanzar este objetivo, los animales deben estar sometidos a una nutrición de alta calidad y en la cantidad correcta. De manera cómo va transcurriendo el tiempo se van desarrollando diversas formas de evaluar la calidad de la proteína en los alimentos; en la actualidad se habla de la utilización de diferentes suplementos de valor biológico, el cual está estrechamente relacionado con los nutrientes más importantes ya que de estos dependen las diferentes funciones del organismo. (Durán, 2009)

En cuanto a las diferentes dificultades por los cuales tienen que pasar el porcicultor está la elaboración de dietas alimenticias que contengan todos los suplementos necesarios, ya que en la alimentación tradicional de los cerdos (*Sus scrofa domesticus*) se les proporciona los residuos de cocina como alimento principal, lo que hace que se prolongue el tiempo de engorde de estos animales, y por ende el incremento de costo-producción.

Las dificultades que se observan en el medio en cuanto a la crianza, cada vez en forma más eficaz y a un costo bajo, han hecho posible la búsqueda de nuevas alternativas en las cuales una de ellas pueden ser el uso de microorganismos eficaces, el problema radica en la escasa utilización de estos microorganismos para incrementar, el grado de crecimiento y el nivel de producción de los animales. (Castellanos, 2010)

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

La incorrecta alimentación afecta a la ganancia de peso de los cerdos y les hace que tiempo de salida sea prolongado.

1.3. DELIMITACIÓN.

La investigación se realizó en la Provincia del Carchi, Cantón Tulcán, Parroquia El Carmelo, en un periodo que va desde el destete hasta alcanzar los 110 kg o que es el peso de faenamiento, y el objeto de estudio fue evaluar el efecto de los microorganismos eficientes EMs, en la alimentación para engorde de cerdos.

1.4. JUSTIFICACIÓN.

En la actualidad se le ha dado importancia y atención al uso de probióticos que interfieren directa o indirectamente en asimilación de nutrientes en el organismo de los animales. Esto ha sido generado por especulación negativa sobre el uso de sustancias químicas (antibióticos), como aditivos alimenticios con el objetivo de acelerar el crecimiento de los cerdos (Padilla, 2006). Los organismos probióticos están representados principalmente por bacterias ácido-lácticas y/o levaduras, siendo estas últimas más utilizadas en la nutrición de rumiantes; y en combinación tienen efectos sobre las enfermedades infecciosas, más allá de un efecto nutritivo general.

Considerando que la producción de carne de cerdo en la zona de estudio, se basa en la alimentación con residuos de cocina, que es una forma interesante de recuperación y reciclaje de estos transformándose en proteína de alto valor biológico, (Padilla, 2006)

Se creé que el cerdo no es la causa del daño al ecosistema, por el contrario, consideramos que esta especie puede ser la solución a esta problemática, dadas las cualidades que tiene como animal capaz de alimentarse con residuos de baja calidad y transformarlo en un alimento para el hombre. Para ello, el manejo que se realice en torno a la cría se debe hacer con determinadas condiciones de higiene y seguridad. (Daccord, 1979).

Desde el punto de vista técnico, científico, académico y productivo, la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales de la Universidad Politécnica Estatal

del Carchi le corresponde incentivar a la búsqueda de nuevas alternativas para ofrecer a la colectividad un nuevo sistema de producción animal.

1.5 OBJETIVOS.

1.5.1 Objetivo General.

Evaluar tres dosis de probiótico (*Rhodopseudomonas spp*, *Lactobacillus spp*, *Saccharomyces spp*) en la alimentación para el engorde de cerdos.

1.5.2 Objetivos Específicos.

- 1.** Recopilar información bibliográfica de las variables, para el desarrollo de la presente investigación.
- 2.** Establecer cuál de las dosis estudiadas de probiótico, es la más adecuada para el engorde de cerdos.
- 3.** Evaluar el tiempo de engorde desde el destete hasta el faenamiento a cada tratamiento evaluado.
- 4.** Calcular el mejor tratamiento en base a un análisis económico,

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.

Lázaro, (2005). en la investigación, “Efecto de la inclusión de probióticos en la alimento de las marranas antes del parto y durante la lactancia sobre los parámetros productivos de los lechones lactantes”. Utilizó 50 marranas de la línea PIC y sus lechones, fueron utilizadas para determinar el efecto de un aditivo probiótico (*Saccharomyces cerevisiae* 12 x 10⁹ CFU/g, *Bacillus subtilis* 15 x 10¹⁰ CFU/g y *Bacillus coagulans* 15 x 10¹⁰ CFU/g) añadido en dietas convencionales.

Los resultados muestran que el probiótico agregado a la dieta de las marranas afectó el peso de los lechones al nacimiento ($P > 0.05$); además, se encontró diferencias en la morbilidad y una diferencia marginal en la mortalidad de los lechones relacionados a problemas gastroentéricos.

En la investigación, “Efecto de la utilización de diferentes niveles de probióticos en la dieta alimenticia de cerdos durante la fase de crecimiento y acabado”. Ésta duro 160 días en la que se obtuvieron los mejores resultados T3 (300ppms), con los siguientes valores: Peso final del experimento=76kg Incremento de peso total=58,73kgy Convención alimenticia=3. En cuanto a la relación beneficio y costo, el T3 presento la mejor conversión, con 1,15. (Castro, Santana, & Santana, 2010)

2.2 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.

Este proyecto de grado previo a la obtención del título de Ingeniería en Desarrollo Integral Agropecuario, se ciñe con la Constitución del Ecuador (2008) la cual se detalla a continuación en los siguientes artículos.

Art. 281.- La soberanía constituye un objetivo estratégico y una obligación del Estado para garantizar que las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades alcancen la autosuficiencia de alimentos sanos y culturalmente apropiados de forma permanente (Asamblea Constituyente, 2008).

Para ello, en los siguientes literales se enumeran las responsabilidades del Estado:

3. Fortalecer la diversificación y la introducción de tecnologías ecológicas y orgánicas en la producción agropecuaria.

6. Promover la preservación y recuperación de la agro-biodiversidad y de los saberes ancestrales vinculados a ella; así como el uso, la conservación e intercambio libre de semillas.

7. Precautelar que los animales destinados a la alimentación humana estén sanos y sean criados en un entorno saludable.

8. Asegurar el desarrollo de la investigación científica y de la innovación tecnológica apropiada para garantizar la soberanía alimentaria. (Asamblea Constituyente, 2008)

Art. 13.- Las personas y colectividades tienen derecho al acceso seguro y permanente a alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales.

También se ciñe en el artículo dos del reglamento de trabajos de investigación de la Universidad Politécnica estatal del Carchi el cual se detalla a continuación.

Obligatoriedad de la tesis. Para la obtención del Título Profesional de tercer nivel, los estudiantes deben realizar una Tesis de Grado conducente a una propuesta para resolver un problema o situación práctica, en referencia a los artículos 80 literal e) y 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior – LOES. (UPEC, 2011)

2.3 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA.

2.3.1 El Cerdo

2.3.1.1 Origen

El cerdo (*Sus scrofa domesticus*), es una especie animal cuyas propiedades han sido consideradas por el hombre desde tiempos inmemorables. Se cree que es una de las especies con mayor potencial carnicero, siendo la más consumida en el mundo.

El cerdo doméstico llegó a América proveniente de España en el segundo viaje de Cristóbal Colón, especialmente en la conquista y se afirma que la raza de dichos animales era en la denominada raza Ibérica. (Padilla, 2006)

2.3.1.2 Clasificación Taxonómica

Reino: Animalia

Filo: Chordata

Clase: Mammalia

Orden: Artiodáctyla

Suborden: Suiforme o Suina

Familia: Suidae

Subfamilia: Suinae

Género: Sus

Especie: (12 especies de cerdos salvajes)

Especie: Sus scrofa (cerdo doméstico)

Subespecie:

Sus scrofa scrofa (África occidental y Europa)

Sus scrofa ussuricus (Norte de Asia y Japón)

Sus scrofa cristatus (Asia menor y la India)

Sus scrofa vittatus (Indonesia), (Bencomo, 2010)

2.3.1.3 Características

El animal adulto tiene un cuerpo pesado y redondeado; hocico largo y flexible; patas cortas con pezuñas y una cola corta. La piel del cerdo es gruesa pero sensible, está cubierta en parte de ásperas cerdas y exhibe una amplia variedad de colores y dibujos.

Como todos los suidos son animales rápidos e inteligentes. Los cerdos están adaptados y desarrollados para la producción de carne, dado que crecen y maduran con rapidez, tienen un periodo de gestación corto, de unos 114 días, y pueden tener camadas muy numerosas. Son omnívoros y consumen una gran variedad de alimentos. Como fuente de alimento, convierten los cereales, como el maíz y el sorgo, y las leguminosas, como la soya, en carne. (Science, Cerdos Swine, 2005)

2.3.1.4 Aspectos Productivos de la Etapa de Crecimiento- Engorde de Cerdos.

Programa de Alimentación en Cerdos, PORCIMENTOS (2007), manifiesta que, es el periodo que comprende el desarrollo y engorde, es una de las etapas más importantes de la vida productiva animal, pues aquí se consume entre el 75 y el 80% del total del alimento necesario en su vida reproductiva.

Los rendimientos productivos de los cerdos en estas etapas dependen de la genética, de una buena alimentación, de la salud y del manejo. Con el desarrollo de nuevas líneas genéticas de un alto potencial para producir carne magra, los requerimientos nutritivos son adaptados a estas características, por medio de la alimentación en fases. (Pico, 2010)

2.3.1.4.1 Crecimiento

El crecimiento propiamente dicho se expresa por las variables de tamaño, peso de los lechones después del nacimiento, los cuales se manifiestan con mayor intensidad en épocas determinadas y dentro de ciertos límites para cada especie y raza considerada. La ganancia de peso sigue las líneas generales de crecimiento, para todos los animales, al principio se acelera rápidamente hasta alcanzar cierto nivel y declinar poco a poco hasta el ritmo y magnitudes de los primeros periodos. (Scarborough, 1990)

2.3.1.4.2 Engorde

La etapa de ceba va desde que los animales han alcanzado peso entre 40 a 45kg aproximadamente hasta cuando alcanzan 90kg de peso vivo. En esta etapa los requerimientos cualitativos para los nutrientes, distintos a la energía, son menores, así como también el requerimiento total diario de alimento es considerablemente mayor durante esta fase, no solo debido al mayor tamaño del cuerpo sino también a la necesidad de alimento por unidad de ganancia de peso corporal, este es un reflejo del aumento de la disposición de grasa que necesita en gran medida más energía por unidad de ganancia. Es de resaltar el hecho de que la calidad de la canal está en función de los componentes de la canal. (Gallo, 1996)

2.3.1.5 Alimentación.

El cerdo se caracteriza por ser un animal omnívoro, a pesar de tener un sistema digestivo simple y limitada capacidad para la utilización de forrajes fibrosos. Consume eficientemente granos y subproductos, tortas de oleaginosas, raíces y tubérculos. Inclusive están en condiciones de aprovechar una serie de nutrientes de productos poco útiles para otras especies domesticas como: desechos de plantas de beneficio de animales, suero de quesería, convirtiendo a este animal en un eficiente transformador de insumos alimenticios de escaso valor económico en productos de gran valor alimenticio y económico para el hombre.

Para el logro de un rendimiento óptimo, se debe de administrar un adieta balanceada, de acuerdo a la edad del animal y su estado fisiológico, proveyéndole de los nutrientes que permitan obtener el peso adecuado para ofrecer el producto al mercado. (Padilla, 2006)

2.3.1.6 Nutrición.

El cerdo utiliza eficientemente granos de cereales, subproductos de granos, nieles, tortas de oleaginosas, raíces y tubérculos. También puede utilizar limitadas cantidades de forrajes frescos, ensilados o deshidratados. Muchos productos poco útiles para otras especies domésticas, como residuos de cocina, desechos de plantas de beneficio de animales, y en general desechos de naturaleza biológica provenientes de variadas actividades productiva, pueden constituir el todo o parte de la dieta del cerdo, haciéndose esta especie una eficiente transformadora de materiales de escaso valor económico, e incluso el ambiente, en productos de elevado valor económico para el hombre. (Padilla, 2006)

La alimentación se suministra en forma de proteína restringida y energía a voluntad, es decir darle al animal solamente lo necesario para que se desarrolle bien. Como la capacidad de ingesta del cerdo es mayor, se debe complementar con lavazas (agua masa) y forrajes frescos, para copar la capacidad del estómago del cerdo. (CETEC, 1998)

2.3.1.6.1 Forma de suministrar el alimento

El cerdo debe recibir en las primeras horas de la mañana el núcleo proteico. Este puede ser preparado o comprado a una casa de alimentos concentrados, la decisión dependerá de la facilidad en la consecución de materias primas para el núcleo preparado. La cantidad a suministrar por cada cerdo son 500 gramos del núcleo al día en la etapa de engorde y se debe tener una medida diaria para evitar el desperdicio del alimento.

También, se puede suministrar residuos de cocina, pero es importante recomendar que sea del día y debe hacerse en forma gradual ya que puede presentarse indigestión, vómito o diarrea a los cerdos pequeños. (CETEC, 1998)

Tabla 1. Requerimientos nutricionales para cerdos en las etapas de crecimiento y engorde.

FACTORES NUTRICIONALES	CRECIMIENTO	ENGORDE
Proteína (%)	17,5	1
Energía Metabolizable (Mcal/ kg)	3100	3150
Fibra Bruta (%)	9	9
Materia Grasa (%)	9	9
Calcio (%)	0,6	0,5
Fosforo (%)	0,45	0,35
Metionina + Cistina	0,54	0,44
Lisina	0,95	0,75

Fuente: Requerimientos NCR (1995)

2.3.2 Microorganismos eficientes EMs.

Los EM son un cultivo mixto de microorganismos benéficos, de procedencia natural, que se pueden aplicar como inoculantes para incrementar la diversidad microbial. EM contiene especies de microorganismos incluyendo poblaciones predominantes de bacterias ácido lácticas, levaduras y un número más pequeño de bacterias fototróficas.

Todos estos compatibles mutuamente unos con otros y capaces de coexistir en un cultivo líquido. (Yépez, y otros, 2002)

Esta nueva tecnología de los EMs fueron desarrollados por el Dr. Teruo Higa, Profesor de Agricultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón. En un principio fueron utilizados como inoculantes microbianos para incrementar la cantidad de microorganismos benéficos y la diversidad microbiana en el suelo y de esta manera mejorar la salud y calidad del mismo, dando como resultado un aumento en el crecimiento, producción y calidad de los cultivos. Posteriormente se descubrió que era muy positivo en la disminución de olores fuertes y desagradables en las fincas de producción animal; razón por la cual se extendió rápidamente en las fincas ganaderas. (Eco Tecnologías, S.A, 2006)

Actualmente se ha encontrado que EMs tiene otras aplicaciones como por ejemplo: en la reducción de la frecuencia de enfermedades del hato, del estrés del ganado y del número de moscas, también produce un aumento de la calidad de los huevos y de las pasturas, y permite lograr incrementos en la producción. Vale la pena mencionar que en este momento existen varios tipos de EMs para varios campos o áreas de acción como la medicina, cosmetología, etc. (Yépez, y otros, 2002)

2.3.3 Composición microbiológica de EMs.

Los principales tipos de microorganismos presentes en los EMs comprenden:

2.3.3.1 Bacterias acidolácticas (*Lactobacillus spp*).

Lyons, (1997). ha denominado probióticos a los productos naturales que son utilizados como promotores del crecimiento en los animales, de tal manera que su empleo permita obtener mayores rendimientos, elevada resistencia inmunológica, reducida o ninguna cantidad de patógenos en el tracto gastrointestinal y menores residuos de antibióticos u otras sustancias.

Esta definición no sólo enfatiza la importancia del uso de los microorganismos probióticos en el mejoramiento de las propiedades del micro flora autóctona de los

animales, sino que incluye otros efectos tales como: la promoción del crecimiento, la estimulación de la actividad inmunológica y la acción antimicrobiana contra microorganismos patógenos. (Lyons, 1997)

La capacidad de las bacterias lácticas para inhibir el crecimiento de otros organismos en cultivos mixtos ha sido observada durante más de 70 años, lo que comúnmente se ha llamado antagonismo láctico. (Nava, 2008)

Fotografía 1.Bacterias ácido lácticas.



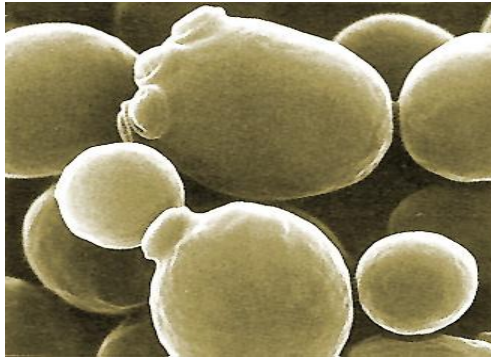
Fuente: (Wikipedia, 2004)

2.3.3.2 Levaduras (*Saccharomyces spp.*).

Las levaduras (*Saccharomyces spp.*) son sin duda uno de los probióticos más utilizados en alimentación animal, tanto en monogástricos como en rumiantes. Existe un relativo consenso de que las mejores respuestas en rumiantes se han observado en el caso de vacas lecheras, y los efectos reconocidos en rumiantes se atribuyen al aumento de la celulólisis ruminal y del flujo de proteína microbiana al intestino. (Vuuren, 2003)

A las levaduras se les atribuyen además ciertas propiedades de control del pH del rumen, que ayuda a estabilizar, por lo que se recomiendan en raciones con mucho concentrado y riesgo de acidez, este es el caso al inicio de la lactación, como consecuencia de cambio de ración, cuando es pequeñas la proporción de forraje y cuando la ración base la constituye el ensilado de maíz. Por otro lado, las levaduras pueden también considerarse como una fuente natural de vitaminas y ácidos orgánicos (en especial málico) para la población microbiana del rumen, lo que será posteriormente discutido. (Vuuren, 2003)

Fotografía 2. Levaduras.



Fuente: (Wikipedia, 2004)

2.3.4 Aplicaciones y usos del EMs.

2.3.4.1 Actividad pecuaria.

El EMs se ha convertido en una gran ayuda como herramienta para las unidades de producción animal gracias a sus efectos como probiótico, antígeno y sanitizador. La tecnología EMs utilizada en pecuaria podemos aplicarla en: el agua para beber, alimentación y aplicación en las instalaciones. Los mejores resultados se obtienen cuando se aplican las tres combinadas, los microorganismos eficientes se los ha utilizado en la actualidad en diferentes áreas. (Infoagro, 2012)

2.3.4.2 EMs en el Agua para bebida

En el agua de bebida la utilización del EMs, ayuda a mejorar microbiológicamente la calidad de la misma, además de enriquecerla con sustancias benéficas (aminoácidos, vitaminas, minerales, etc.). (Ecotecnologías, 2009). De otro lado, EMs incrementa la digestibilidad y asimilación de nutrientes, debido a que dos de sus microorganismos (*Lactobacillus spp* y *Saccharomyces spp.*), se han usado con éxito como probióticos en alimentación animal. Además de esto al hacer más eficiente el proceso digestivo, EMs ayuda a reducir la producción de gases nocivos desde el intestino mismo. (Infoagro, 2012)

2.3.4.3 EMs para fermentación de concentrados.

Adicionar EMs como inóculo potenciador en la fermentación (anaeróbica) de los concentrados o materiales orgánicas adecuadas para el alimento.

Dosis: 1 Litro de EMs y 10 Kg. de concentrado u otra materia orgánica (como semolina de arroz, trigo o soya). El agua puede agregarse hasta que la humedad de materia orgánica se 30% máximo. (Infoagro, 2012)

2.3.5 Probióticos

Los probióticos son microorganismos vivos (amistosos o beneficiosos) en una preparación o producto definidos viables (como las bacterias lácticas y las bifidobacterias) en diferentes formas, los cuales contienen cultivos de productos de su metabolismo que si se consumen regularmente en cantidades suficientes, pueden modificar el equilibrio bacteriano en el intestino, la microflora de la cavidad oral, vagina y piel (por implantación o colonización) en un compartimiento del huésped y tienen efectos beneficiosos para la salud, disminuyen en algunos casos la presencia de bacterias patógenas, estos pueden añadirse a los alimentos, la composición es a base de bacterias Gram (+) y (-), levaduras u hongos, como yogures y otros productos lácteos fermentados, o tomarse como suplementos. (García & Carcassés, 2012)

2.3.6 Características de las bacterias probióticas.

Las especies y las bacterias que se puedan utilizar en medicina clínica como probióticos se seleccionan sobre las base de una serie de requisitos que estas deben poseer. Encontrar microorganismos verdaderamente activos, vitales y eficaces lleva muchos años de investigación; y precisamente con el fin de encontrar bacterias cada vez más seguras y eficaces, en los últimos años se han llevado a cabo una serie de proyecto de investigación. Particularmente hay que considerar:

- * Seguridad biológica: no deben causar infecciones de órganos o de sistemas.
- * Capacidad de ser toleradas por el sistema inmunitario del organismo huésped, y, por lo tanto, deben ser preferiblemente de proveniencia intestinal.

- * Capacidad de resistir la acción de los ácidos gástricos y de las sales biliares, para que puedan llegar vivas en grandes cantidades al intestino.
- * Capacidad de adherirse a la superficie de la mucosa intestinal y de colonizar el segmento gastrointestinal.
- * Sinergia con la microflora endógena normal.
- * Efecto barrera: este término define la capacidad de producir sustancias que tengan una acción trófica sobre el epitelio de la mucosa intestinal.
- * Capacidad de potenciar las defensas inmunitarias del huésped. (Álvarez & Bague, 2011)

2.3.7 Principales efectos saludables de los probióticos.

2.3.7.1 Digestión de las proteínas: proteólisis

Entre los efectos nutricionales de los probióticos está el de mejorar la digestibilidad de los alimentos. Gracias al aporte enzimático, la flora probiótica contribuye a la digestión de los alimentos, y favorece, sobre todo, la digestión de las proteínas. Se sabe que las moléculas de las proteínas son difíciles de digerir, pero con el aporte de las bacterias probióticas, las proteínas ingeridas se transforman, gracias a las enzimas proteásicas de los probióticos, en moléculas más pequeñas (polipéptidos y luego aminoácidos), y por eso más digestibles. (Álvarez & Bague, 2011)

2.3.7.2 Digestión de las grasas: lipólisis

También las grasas sufren una transformación por la obra de la flora probiótica: la enzima lipasa de los probióticos las transforman en ácidos grasos y glicerol.

2.3.8 Neutralización de los productos tóxicos.

La inactivación de los compuestos tóxicos gracias a las bacterias lácticas representa otro aspecto muy importante de la acción probiótica y terapéutica de ellas. Parece que los probióticos atenúan el catabolismo intradigestivo, orientando la función hepática. Se pueden acumular en la microflora intestinal para reducir la absorción de sustancias tóxicas como el amoníaco, los aminoácidos y el indol. Parece también que disminuyen

la biotransformaciones de las sales biliares y de los ácidos grasos en productos tóxicos. (Álvarez & Bague, 2011)

2.3.9 Lucha contra el estrés.

El estrés es uno de los factores que influye en la variación de la microflora digestiva, provocando una alteración de la fisiología general y, por lo tanto también de la del aparato digestivo. Cualquier situación de estrés, independientemente de su naturaleza, produce un aumento de los movimientos peristálticos y de las secreciones de HCL y de mucus a nivel del tracto digestivo. Como consecuencia, se modifica la microflora y las actividades que dependen de ella. (Álvarez & Bague, 2011)

2.3.10 Protección contra las infecciones intestinales.

Muchas investigaciones han demostrado que las bacterias lácticas pueden ejercer una actividad antimicrobiana sobre algunos componentes patógenos de la flora intestinal. La actividad antimicrobiana de las bacterias lácticas se debe a la acumulación de bacteriocinas, antibióticos, agua oxigenada, ácido láctico y ácido benzoico. Las bacterias lácticas constituyen un verdadero antídoto eficaz contra las infecciones entéricas. (Álvarez & Bague, 2011)

2.3.11 Probióticos en la alimentación de cerdos

Probióticos son bacterias residentes que forman colonias en el tracto gastrointestinal, vaginal y en la boca. Estas bacterias “amistosas” como el *Lactobacilos acidophilus*, *Lactobacilos bulgaris*, *Bifidobacterias bífido*, *Bifidobacterias infantes* son la primera línea de defensa de nuestro cuerpo contra los microorganismos potencialmente dañinos que se inhalan o ingieren. (Quinteros, 2005)

2.3.12 Probióticos en la nutrición animal

El conocimiento de los efectos benéficos de algunas de las bacterias de la flora intestinal se inicia a principios de siglo con los trabajos de Metchnikoff. Desde entonces, y a lo largo de estos casi 100 años de estudio, autores muy diversos se han esforzado en conocer las distintas funciones de los microorganismos que pueblan el tracto digestivo.

A pesar de ello, algunas de sus acciones no están bien precisadas. Por otra parte, una vez comprobado que algunas bacterias intestinales, adicionadas al pienso o al agua de bebida, determinaban una respuesta favorable en producción animal, se intentó enmarcarlas en un grupo específico.

Sin embargo, la propia heterogeneidad de los microorganismos experimentados no facilitó este propósito. De igual forma, no se ha resuelto una denominación técnica específica que permitiera su diferenciación de otros aditivos o sustancias no biológicas, considerados con efectos estimulantes de la producción animal. Así, en 1974, surgió el término probiótico, en oposición al de antibiótico. La idea, que en su etimología parecía adecuada, no era, sin embargo, totalmente correcta. (Infocarne, 2009)

2.4 Hipótesis. (Investigación cuantitativa)

H1. Los probióticos (*Rhodopseudomonas spp*, *Lactobacillus spp*, *Saccharomyces spp*) incorporados en la dieta alimenticia de los cerdos influye significativamente en el tiempo de engorde de los mismos.

H0. Los probióticos (*Rhodopseudomonas spp*, *Lactobacillus spp*, *Saccharomyces spp*) incorporados en la dieta alimenticia de los cerdos no influye significativamente en el tiempo de engorde de los mismos.

2.5 Variables.

2.5.1 Independiente: Probiótico

- * Dosis de probiótico (*Rhodopseudomonas spp*, *Lactobacillus spp*, *Saccharomyces spp*) en la alimentación de cerdos.

2.5.2 Dependiente: Engorde de cerdos

- * Incremento de peso en kilogramos
- * Tiempo de ganancia de peso
- * Conversión alimenticia.
- * Beneficio/ costo

III. METODOLOGÍA

3.1 Localización y duración del experimento

La presente investigación se realizó en las instalaciones de propiedad del Sr. Luis Quemac, ubicada en la Comunidad de Cartagena, a 5 kilómetros de la Parroquia El Carmelo, dentro de la jurisdicción política del Cantón Tulcán, en la Provincia del Carchi.

La investigación se desarrolló durante 255 días, en la época del 28 de marzo hasta el 21 de diciembre del 2013 distribuyéndose el tiempo de la siguiente manera: 15 días en la fase pre-experimental y 240 días de ensayo o fase experimental.

3.2 Modalidad de la investigación.

La modalidad de la investigación se identifica por ser de tipo cualitativo experimental.

3.3 Tipo de investigación.

3.3.1 Bibliográfica.

Debido a que se ha desarrollado gracias al uso de páginas web citas bibliográficas, revistas, libros, los mismos que han ayudado a la orientación del tema.

3.3.2 Experimental.

La investigación a desarrollarse será un estudio **experimental** donde se aplicara un diseño completamente al azar (DCA) con tres tratamientos más un testigo absoluto con cuatro repeticiones con un total de dieciséis unidades experimentales que ayudara a la toma de datos del tema a desarrollarse.

3.3.3 Factores en estudio

Dosis de probióticos (*Rhodopseudomonas spp*, *Lactobacillus spp*, *Saccharomyces spp*) en la alimentación de cerdos de engorde, registrando los pesos y conversión alimenticia.

3.3.4 Tratamientos.

Tabla 2. Composición de los tratamientos a evaluarse.

Codificación	Dosis de EMs	Alimento
T1	200ppm (0,02ml)	Residuos de cocina y papa
T2	400ppm (0,04 ml)	Residuos de cocina y papa
T3	600ppm (0,06 ml)	Residuos de cocina y papa
T4(testigo)	0ppm	Residuos de cocina y papa

Elaborado: Quemac, M. (2013)

3.4 Población y muestra de la investigación.

3.4.1 Población

En la presente investigación se utilizó dieciséis (16) cerdos con un peso promedio de 13kg. Distribuidos en cuatro (4) tratamientos con cuatro (4) repeticiones cada uno, con una edad de (45 días).

3.4.2 La muestra

Las muestras de la investigación, fueron los tratamientos realizados (cerdos), previamente sometidos a una dosificación de probiótico que termino la fase al alcanzar 110kg de peso, de los cuales se evaluaron ganancia de peso, conversión alimenticia y costo producción.

3.5 Operacionalización de variables.

Tabla 3. Operacionalización de variables

Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Técnicas	Instrumentos	Informante
<p>Los probióticos (<i>Rhodopseudomonas spp.</i>, <i>Lactobacillus spp.</i>, <i>Saccharomyces spp.</i>) incorporados en la dieta alimenticia de los cerdos influye significativamente en el engorde de los mismos.</p>	Independiente					
	Probiótico	Desde el destete hasta alcanzar 110 kilogramos.	Dosis de probiótico.	Suministrar el probiótico directamente en las raciones diarias de los animales para que se consuman oralmente, midiendo la cantidad exacta.	Pipetas, jarras graduadas.	Investigadora Mayra Quemac.
			T1. Residuos de cocina y 200ppm de probiótico			
			T2. Residuos de cocina y 400ppm de probiótico.			
			T3. Residuos de cocina y 600ppm de probiótico.			
	Dependientes					
	Peso	Toma de peso cada 8 días.	Kilogramos	Colocar la cinta a la altura de la cruz y medimos el diámetro	Cinta de pesaje	Investigadora Mayra Quemac.
	Tiempo	Desde el destete hasta alcanzar 110 kilogramos.	Registros, número de días	Llevar registros de toma de datos del alcance de peso.	Registros	
	Costos	Desde el destete hasta alcanzar 110 kilogramos. Cálculos de costo beneficio, por cada tratamiento.	Dólares	Realizar un balance de los recursos invertidos del principio al final, determinando el costo de producción.	Facturas	
	Conversión alimenticia	Ganancia de peso Vs cantidad de alimento.	Índice	Midiendo la cantidad de alimento que consumen y los residuos, por cada tratamiento.	Registros	

Elaborado: Quemac, M. (2014)

3.6 Equipos, instalaciones y materiales

Se utilizaron los siguientes elementos descritos a continuación, entre instalaciones, equipos, y herramientas:

- * Un galpón de 12,8 metros de largo y 1,20 de ancho; con el piso de cemento, con una pendiente del 3%, techo de plástico y paredes de madera; para el alojamiento individual el cual fue subdividido en 0,80m x 1,20m para cada cerdo. Ver anexo 1.
- * Una bodega de cuatro metros de ancho por cuatro de largo, utilizada para guardar el alimento y realizar las mezclas de las raciones que fueron utilizadas en la investigación.
- * Una báscula para pesar los cerdos, de capacidad de 100 kg.
- * Una báscula digital con capacidad de 50kg, para pesar las raciones diarias de alimento.
- * Medicamento veterinarios (vitaminas, antiparasitarios, desinfectantes, etc.).
- * Materiales y utensilios veterinarios (jeringas, agujas, etc.)
- * Materiales y equipos de oficina. (Papel, computadora, impresora, calculadora, cámara fotográfica, etc.)

3.7 Tratamiento y diseño experimental.

Se evaluaron 3 dosis de probiótico en la alimentación para el engorde de cerdos; para este efecto se aplicó un diseño experimental, bajo el siguiente delineamiento:

- * Número de tratamiento: 4
- * Número de repeticiones: 4
- * Número de animales por unidad experimental: 1
- * Número de unidades experimentales: 16
- * Diseño utilizado: Completamente al azar

3.7.1 Esquema del experimento.

En la presente investigación se evaluó las dosis de probiótico (Testigo, 200ppm y 400ppm, 600 ppm) sobre la ganancia de peso de las unidades experimentales.

Tabla 4. Esquemas del experimento

Tratamientos	Repeticiones	Animales = UE	Animales por tratamiento
T1 (200ppm-0.2ml)	4	1	4
T2 (400ppm-0.4ml)	4	1	4
T3 (600ppm-0.6ml)	4	1	4
T4 (0ppm)	4	1	4
TOTAL			16

Elaborado: Quemac, M. (2013)

La alimentación en todos los tratamientos fue una ración a base de residuos de cocina, papa y suero de leche más la cantidad de probiótico que fue incorporada a la ración alimenticia a razón de 200ppm, 400ppm, y 600ppm es decir 0,02ml, 0,04ml y 0,06 en 1000ml, la dosificación del probiótico fue a diario.

La alimentación se la suministro por la mañana a las 08H00 y en la tarde a las 16H00. Ver anexo 5.

3.7.2 Mediciones experimentales

- * Peso inicial y final
- * Incremento de peso
- * Conversión alimenticia
- * Beneficio/ costo

3.7.3 Análisis Estadístico

Una vez que se concluyó con el trabajo de campo, los datos obtenidos en la investigación fueron sometidos al análisis de varianza (ADEVA) en el programa InfoStat. Utilizando un diseño completamente al azar

Para determinar la diferencia estadísticas de los promedios de los tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5%.

Tabla 5.Análisis Estadístico

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	15
Tratamientos	3
Repeticiones	3
Error	9

Elaborado: Quemac, M. (2013)

3.8 Programa sanitario

Tabla 6. Programa Sanitario

Producto	Dosis	Vía de aplicación
Next	1cm/ 5kg	I.M
Compleland	1cm/ 5kg	I.M
Compleland	5/ 10kg	Oral
Ivermectina	2cm/50kg	I.M

Elaborado: Quemac, M. (2013)

Se aplicó Next (desparasitante 1 ml/5kg de peso vivo) al inicio de la investigación, e Ivermectina (desparasitante 2cm/ 50kg de peso vivo) a los tres meses siguientes, vía intramuscular; Compleland (complejo B como estimulante del apetito 1ml/ 5kg de peso vivo) de la misma manera que el desparasitante.

3.9 Recolección de información.

Para la realización del experimento, se adquirió el probiótico; los demás insumos que se elaboraron y se incorporaron como componente de las raciones.

La investigación, tuvo una duración de 255 días repartida en dos etapas. La fase pre – experimental con un tiempo de 15 días de adaptación durante el cual se procedió a incorporar a los 16 cerdos. La fase experimental, tuvo una duración total de 240 días, hasta que el último cerdo del tratamiento llegó a los 110 kg de peso; los cuales fueron identificados para su tabulación.

Los cerdos fueron pesados al inicio del experimento y cada 15 días, en los cuales también se midió la cantidad de alimento proporcionado y la cantidad de alimento de residuo, permitiendo establecer todas las variables objeto de la investigación. Ver anexo 4.

3.10 Procesamiento, análisis e interpretación de resultados.

3.10.1 Análisis de resultados.

Los datos obtenidos al finalizar la investigación “Evaluación de tres dosis de probiótico (*Rhodopseudomonas spp*, *Lactobacillus spp*, *Saccharomyces spp*) en la alimentación para el engorde de cerdos”, se procedió a realizar el análisis correspondiente en el software estadístico especializado InfoStat.

3.10.2 Interpretación de datos.

3.10.2.1 Incremento de peso diario.

Tabla 7. ADEVA para incremento de peso diario

F.V	SC	Gl	CM	F	p- valor
Total	0,09	15			
Tratamiento	0,08	3	0,03	193,52	<0, 0001
Repeticiones	0,00022	3	7,3E-0,5	0,51	0,6867
Error	0,0013	9	1,4E- 04		
CV%	2,36				
X	0,51 kg				

Elaborado por: Quemac, M. (2014)

El coeficiente de variación de 2,36 % es adecuado para esta investigación.

El análisis de varianza determina que existen diferencias estadísticas altamente significativas para tratamientos por cuanto el p-valor es inferior a 0,05; para el caso de repeticiones no se determina diferencias estadísticas.

Benavides, (2014). En la entrevista concedida afirma que con el suministro de suero de leche y papa cocinada a los cerdos de engorde se puede obtener un incremento de peso diario de 250 gramos, observando el tiempo de faenamamiento prolongado.

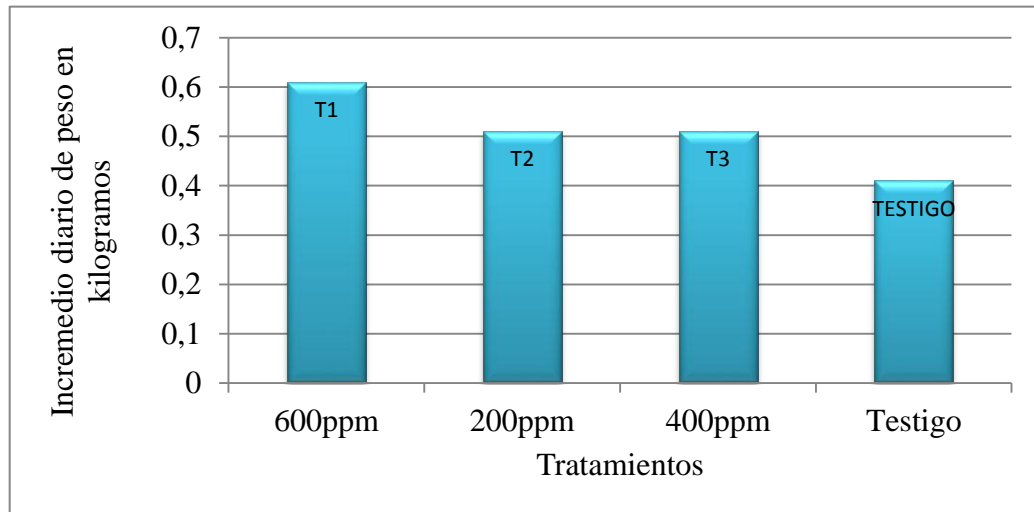
Tabla 8. Prueba de significancia Tukey al 5% para incremento de peso diario

Tratamiento	Medias / kg	
T3	0,61 kg	A
T1	0,51 kg	B
T3	0,51kg	B
T4	0,41kg	C

Elaborado por: Quemac, M. (2014)

La prueba de Tukey establece tres rangos de significación estadística en el primer rango se ubica el tratamiento con 600 ppm con una media de incremento de peso diario de 0,61k g. mientras que el testigo se ubica en el tercer rango con un incremento diario de 0,41kg.

Gráfico 1. Incremento diario de peso



Elaborado por: Quemac, M. (2014)

En el gráfico se observa la diferencia de incremento de peso diario para los cerdos del T3=600ppm con un promedio de 0,610 kg que es muy superior al del testigo que es de 0,410g, a diferencia del T1= 200ppm y T2= 400ppm con promedios de 0,51 kg; concluyendo que existe diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos.

3.10.2.2 Conversión alimenticia

Tabla 9. ADEVA para conversión alimenticia

F.V	SC	GI	CM	F	p-valor
Total	24,66	15			
Tratamiento	24,40	3	8,13	305,58	<0, 0001
Repeticiones	0,02	3	0,01	0,30	0,8226
Error	0,24	9	0,03		
CV%	2,97				
X	5,49 kg de alimento/ kg de peso vivo				

Elaborado por: Quemac, M. (2014)

El coeficiente de variación de 2,97 % es adecuado para esta investigación.

En el análisis de varianza de conversión alimenticia podemos mostrar que existen diferencias significativas para la conversión alimenticia según el tratamiento.

Tabla 10. Prueba de significación Tukey al 5% para conversión alimenticia

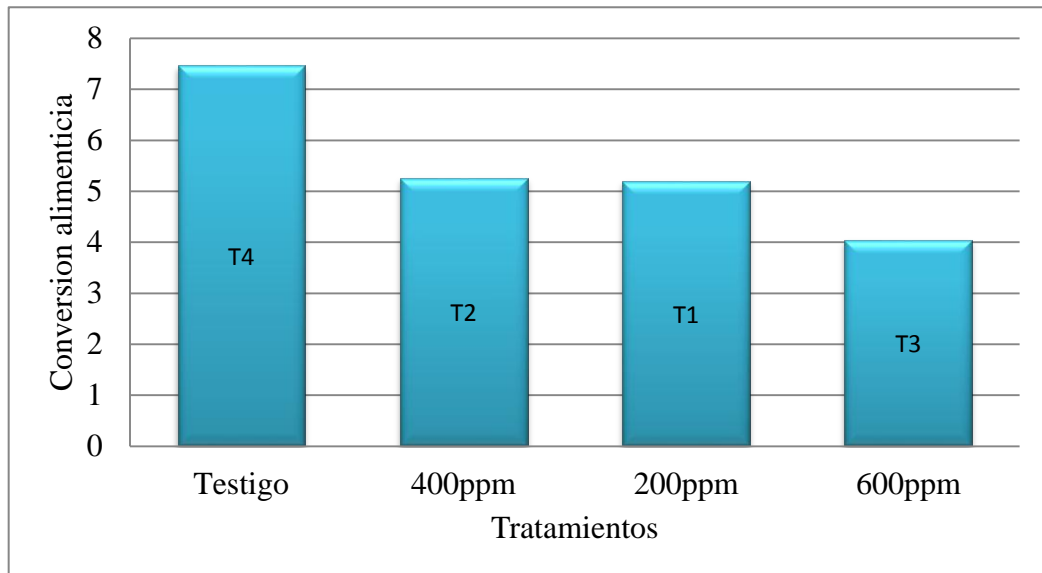
Tratamiento	Medias/ kg	
T4	7,46	A
T2	5,26	B
T1	5,20	B
T3	4,05	C

Elaborado por: Quemac, M. (2014)

La prueba de significación de Tukey para conversión alimenticia establece tres rangos de significación ubicándose en el primer rango los cerdos correspondientes al testigo con un mayor promedio de conversión alimenticia de 7,46; mientras el T2= 200ppm y el T3= 400 ppm con promedio de 5,26 y 5,20 respectivamente y los del T3=600ppm en el tercer rango con un valor promedio de 4,05, lo que quiere decir que los testigos

necesitan consumir más alimento que los del T1, T2 y T3 para ganar peso siendo este último el mejor.

Gráfico 2. Conversión alimenticia



Elaborado por: Quemac, M. (2014)

En el gráfico podemos identificar que los cerdos del T3=600 ppm requieren menos cantidad de alimento para ganar peso en comparación al testigo en cuanto se refiere a la conversión alimenticia, con un promedio de 4,05 es por eso que estos llegan a obtener un mayor incremento de peso, mientras el testigo tiene un promedio de 7,46.

3.10.2.3 Análisis de tiempo.

Tabla 11. ADEVA para tiempo, días necesarios hasta alcanzar los 110kg.

F.V	SC	GI	CM	F	p-valor
Total	14883,75	15			
Tratamiento	14736,75	3	4912,25	401,00	<0, 0001
Repeticiones	36,75	3	12,25	1,00	0,4363
Error	110,25	9	12,25		
CV%	1,78				
X	196,8 días				

Elaborado por: Quemac, M. (2014)

El coeficiente de variación de 1,78 % es adecuado para esta investigación.

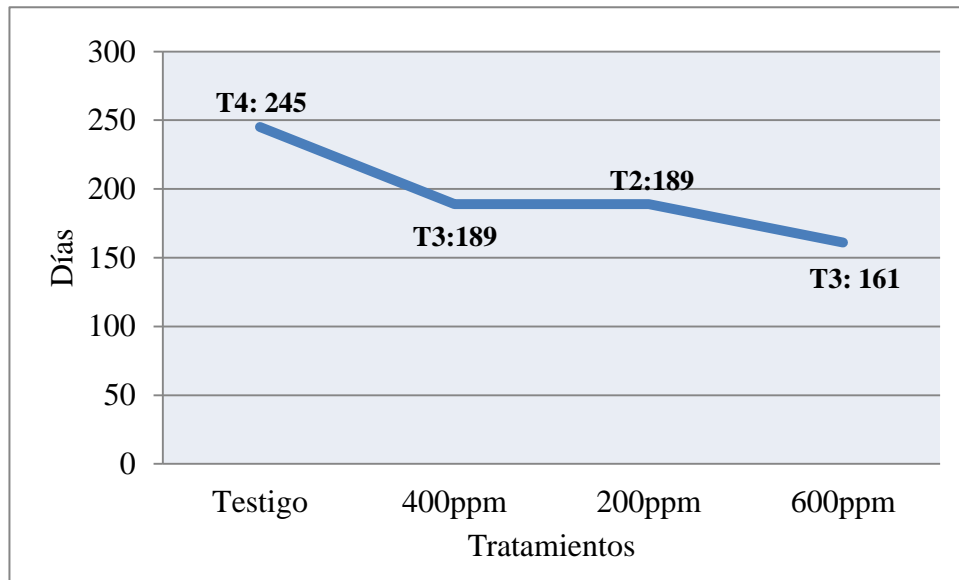
En el análisis de varianza del tiempo de engorde podemos mostrar que existen diferencias significativas hasta alcanzar los 110kg según el tratamiento.

Tabla 12. Prueba de significación Tukey al 5% para tiempo

Tratamiento	Medias/ días	
T4	161,00	A
T2	189,00	B
T1	192,50	B
T3	245,00	C

La prueba de significación de Tukey para análisis de tiempo establece tres rangos de significación ubicándose en el primer rango los cerdos correspondientes al T4 con un mejores resultados de 161 días; mientras el T2= 200ppm y el T3= 400 ppm con promedio de 189 y 192,5 días respectivamente y los del T3=600ppm en el último rango con un valor promedio de 245, lo que quiere decir que los T4(testigos) necesitan más días para alcanzar los 110kg.

Gráfico 3. Análisis de tiempo hasta alcanzar los 110 kg



Elaborado por: Quemac, M. (2014)

En el gráfico se observa que el testigo llega en 245 días a los 110kg que es cuando los cerdos están listos para el faenamamiento, mientras el T3= 600ppm, alcanza los 110 kg en 161 días.

Existiendo 84 días de diferencia. Y la diferencia con T2 y T1 es de 28 días en comparación a T3.

Estos resultados expuestos en el T4 son parecidos a los de Ruiz, (2014). Donde dice: “los cerdos alimentados con residuos de cocina únicamente, tienen un tiempo de salida prolongado que va desde los 8 a 9 meses, desde el destete hasta alcanzar su peso de 110 kg”; por tal razón, él en su explotación mira conveniente la utilización de balanceados para disminuir el período.

3.10.2.4 Costo Económico.

La evaluación económica se la realizó en base a la metodología propuesta por (CIMMYT, 1988) centro internacional de mejoramiento del maíz y trigo para el análisis económico de los tratamientos o alternativas tecnológicas evaluadas en el presente estudio.

Para el análisis de costos de cada tratamiento se tomó en cuenta, las diferentes dosis de probióticos, alimentación, mano de obra.

3.10.2.5 Análisis de Presupuesto Parcial.

El presupuesto parcial de acuerdo a la metodología de CIMMYT, (1998). Es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y beneficios de los tratamientos alternativos. Los calculos de los resultados representados en la Tabla 11 se los puede observar en el el anexo 2.

Tabla 13. Presupuesto parcial de los tratamientos

Descripción	Unidades	T1	T2	T3	T4
		200ppm	400ppm	600ppm	TESTIGO
Peso final de los cerdos	kg/cerdos	92	93	110	68
Precio por libra cerdo en pie	\$	1,90	1,90	1,90	1,90
Beneficios brutos	\$/cerdo	174,8	176,7	209	129,2
COSTOS					
Costo de los cerdos al inicio del experimento	\$	45,00	45,00	45,00	45,00
Costo del “EMs”	\$/cerdos	3,22	6,44	9,66	
Costo de alimentación	\$/cerdo	62,50	62,50	62,50	62,50
Mano de obra	\$/cerdo	20,12	20,12	20,12	20,12
Sanidad	\$/cerdo	2,10	2,10	2,10	2,10
Infraestructura	\$/cerdo	2,60	2,60	2,60	2,60
Total costos que varían	\$/cerdos	135,54	138,76	141,98	131,32
Beneficios netos	\$/cerdos	39,26	37,94	67,02	-2,12

Elaborado por: Quemac, M. (2014)

En la tabla 11, donde se muestra el presupuesto parcial de los tratamientos podemos determinar que el T3= 600ppm, muestra mejores resultados debido a que los beneficios brutos son de 209\$ y costos que varían de 141,98\$; de esta manera obteniendo beneficios netos de 67,02\$.

3.10.2.6 Análisis de Dominancia.

Según CIMMYT, (1988). Un análisis de dominancia se realiza, primero, ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de costos que varían. Se determina entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.

Tabla 14. Análisis de Dominancia

Análisis de dominancia				
Tratamiento	T1	T2	T3	Testigo
EMs (ppm)	200ppm	400ppm	600ppm	
Costos (\$)	135,54	138,76	141,98	131,32
Beneficio neto (\$)	39,26	37,94	67,02	-2.12
Dominancia		D		D

Elaborado por: Quemac, M. (2014)

En esta investigación los tratamientos T1 y T3 no fueron dominados, sin embargo se aclara que el mínimo valor de beneficio neto que se observa en el tratamiento T2 Y T4, se debe a el alto costo de alimentación y al bajo rendimiento obtenido.

3.10.2.7 Análisis Marginal.

Según CIMMYT, (1988). El análisis marginal es la operación de calcular las tasas de retorno marginales para los tratamientos alternativos, paso a paso, empezando con el tratamiento de menor costo, avanzando hasta el de mayor costo y decidir si resultan aceptables para el productor.

Tabla 15.Análisis marginal.

Tratamiento	T1	T3
EMs (ppm)	200ppm	600ppm
Beneficio neto (\$)	39,26	67,02
Beneficio neto marginal (\$)	27,76	
Costos que varían (\$)	135,54	141,98
Costo marginal (\$)	6,44	
TMR (%)	43%	

Elaborado por: Quemac, M. (2014)

El análisis marginal consistió en comparar el beneficio neto versus los costos que varían, y se obtuvo como respuesta que el tratamiento T3=600ppm, obtuvo una Tasa de Retorno Marginal (TRM) de 43 %. Este porcentaje indica que por cada \$ 1.00 que se invierta en la alimentación de los cerdos, el productor recupera el \$ 1.00 invertido más \$ 4,3 adicional. Los cálculos del análisis marginal se detallan en el anexo 4.

3.10.3 Verificación de hipótesis.

Al dar por finalizado el estudio de esta investigación y al analizar e interpretar los diferentes datos obtenidos de las variables evaluadas, se puede dar la validación de la hipótesis afirmativa en que se plantea: Los probióticos (*Rhodopseudomonas spp*, *Lactobacillus spp*, *Saccharomyces spp*) incorporados en la dieta alimenticia de los cerdos influye significativamente en el tiempo de engorde de los mismos, en la conversión alimenticia y el costo beneficio.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES.

- * Se puede concluir que al incorporar dosis de probióticos en la alimentación para los cerdos aumenta la productividad.
- * El T3 (600 ppm) es el mejor tratamiento en cuanto a incremento de peso promedio diario, con un valor de 0,61kg.
- * En la conversión alimenticia, se obtuvo óptimos resultados con los cerdos del T3 (600ppm) alcanzaron un índice promedio de 4,05, lo que quiere decir que los animales necesitan consumir menor cantidad de alimento para obtener una mayor ganancia de peso, en comparación con los otros tratamientos evaluados
- * Existe diferencias estadísticas en lo que se refiere al tiempo ya que el mejor tratamiento T3 tiene un periodo de engorde de 161 días en el cual alcanza los 110 kg.
- * En cuanto al análisis de costo beneficio el T3 presenta una TRM de 43%, tiene costos variables de \$ 137,28 que dan beneficios brutos de \$ 209 lo que permitirá obtener una mejor rentabilidad o sea que por cada dólar que se invierte en la alimentación de los cerdos, el productor recupera un dólar más \$ 4,3 adicional.

4.2 RECOMENDACIONES.

- * Se recomienda utilizar el tratamiento T3= 600ppm (0,06ml) en la alimentación de cerdos debido a que presento los mejores resultados a diferencia de los otros tratamientos.
- * Realizar estudios en cuanto a la evaluación del el efecto de los probióticos en la sanidad animal de cerdos.

V. BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez, N. S., & Bague, A. J. (2011). *LOS ALIMENTOS FUNCIONALES*. Madrid: A.MADRID VICENTE, EDICIONES.
- Alvear, M., & Jimenes, C. (2011). *Aplicacion de EM (microorganismos eficientes) como probiotico, promotor de crecimiento en toretes de ceba en el barrio Muligua del cantón Pangua provinvcia de Cotopaxi*. Latacunga: Universidad Tecnica de Cotopaxi.
- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitucion de la republica del Ecuador*. Quito.
- ASPE. (21 de marzo de 2011). *www.aspe.org.ec*. Obtenido de *www.aspe.org.ec*.
- Azcoytia , C. (2007). *Historia del cerdo*. Obtenido de Historia del cerdo: <http://www.historiacocina.com>
- Benavides, O. (6 de marzo de 2014). Incremento de peso diario. (M. Quemac, Entrevistador)
- Bencomo, A. (Septiembre de 2010). Manejo Sanitario Eficiente de Cerdos. Nicaragua.
- Borin. (2006). *www.google.com*. Recuperado el 10 de 10 de 2013, de http://www.ameveaperu.org/documentos/palestra_drhomero.pdf
- Cagigas, L. (2001). Obtenido de http://www.bvs.sld.cu/revistas/ali/vol16_1_02/ali10102.htm.
- Castellanos, F. (2010). *MANUALES PARA EDUCACION AGROPECUARIA. PORCINOS*. México: Trillas.
- Castro, A., Santana, L., & Santana, J. (2010). *"Efecto de la utilizacion de diferentes niveles de probiótico en la dieta alimenticia de cerdos durante la fase de crecimiento y acabado"*. Chone.

CETEC, T. C. (Octubre de 1998). ENGORDE DE CERDOS CON DIETAS ALTERNATIVAS.

CIMMYT. (1988). *La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: un manual metodológico de evaluación económica*. Mexico.

Doctissimo. (2013). *www.google.com*. Recuperado el 10 de 10 de 2013, de <http://salud.doctissimo.es/diccionario-medico/probiotico.html>

Durán, F. (2009). *Cría y levante de porcinos en corral y a la interperie*. Bogotá: Grupo Latino Editores.

Eco Tecnologías, S.A. (2006). Sanidad y salud animal. *Tecnología EM® - Microorganismos Eficaces*, 4.

Ecotecnologías. (29 de agosto de 2009). *eco TECNOLOGIAS*. Obtenido de eco TECNOLOGIAS: www.ecotecnologias.com.ve/ima/pdf/GanaderiaII.pdf

Gallo, J. (1996). *Producción Porcina*. Quito: Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

García, M., & Carcassés, A. (15 de mayo de 2012). *Empleo de probióticos en los animales*. Obtenido de Empleo de probióticos en los animales: <http://www.engormix.com>

INEC-MAC-SICA. (2013). *III CENSO NACIONAL AGROPECUARIO-DATOS NACIONALES ECUADOR*. Obtenido de www.google.com.ec: <http://www.agricultura.gob.ec/sinagap/>

Infoagro. (5 de Octubre de 2012). *www.infoagro.ecom*. Obtenido de <http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Boletin%20Tecnologia%20EM.pdf>

Infocarne. (2009). *PROBIOTICOS EN LA ALIMENTACION PORCINA*. Obtenido de PROBIOTICOS EN LA ALIMENTACION PORCINA: www.infocarne.com

INFOCARNE. (s.f.). *Probiótico en la Nutrición Animal*. Obtenido de Probiótico en la Nutrición Animal: www.infocarne.com

Infored. (2013). *MICROORGANISMOS EFICIENTES*. Obtenido de MICROORGANISMOS EFICIENTES : <http://microeficientes.mex>.

Lazaro, C. (2005). *"Efecto de la inclusion de probióticos en la alimentacion de las marranas antes del parto durante la lactancia sobre los parámetros productivos de los lechones lactantes"*. Lima.

Lyons, P. (1997). *Opinan los hombres de negocios. avicultura profesional*.

Maria, B., & Lourdes, B. (2012). *CRianza DE CERDOS*. MEXICO: SA.

Molina, M. (4 de 10 de 2013). www.marianelaradio.com. Obtenido de <http://www.marianelaradio.com/el-cuy-un-plato-delicioso-y-tradicional/>

Nava, J. (2008). *Evaluacion de Bacterias ácido lácticas comercializaas como probioticas*. Merida: Universidad de los andes. departamento de biología.

Nava, J. (2008). *Evaluacion de Bacterias ácido lácticas comercializaas como probioticas*. Merida: universidad de los andes. departamento de biología.

Padilla, F. d. (2006). *Crianza de Porcinos*. Miraflores: Macro EIRL.

Pico, F. (2010). *"UTILIZACION DE DIFERENTES NIVELES DE HARINA DE ARACHIS PINTOI (MANI FORRAJERO) EN LA ALIMENTACIÓN DE CERDOS EN LAS ETAPAS DE CRECIMIENTO Y ENGORDE"*. Riobamba.

Quinteros. (2005). *ALIMENTACION PORCINA*.

Ruiz, N. (1 de abril de 2014). Conversion alimenticia en cerdos alimentados con papa y agua sal. (M. Quemac, Entrevistador)

Scarborough, C. (1990). *Cría de Ganado Porcino*. México: LIMUSA.

- Science, E. (2005). *Cerdos Swine*. Obtenido de Cerdos Swine: <http://www.cerdos-swine.com/mayo%202005/reportaje.htm>
- Science, E. (2005). *Cerdos Swine*. Obtenido de Cerdos Swine: <http://www.cerdos-swine.com/mayo%202005/reportaje.htm>
- Secrets, S. (8 de 10 de 2008). *www.google.com*. Recuperado el 10 de 10 de 2013, de <http://www.cannabiscave.net/foros/showthread.php/116618-Microorganismos-efectivos-Biologico-total>
- Teuro, H. (2008). *Effective Microorganisms*. Obtenido de Effective Microorganisms: <http://www.em-la.com>
- UPEC. (2011). *Manual para la presentacion del perfil del proyecto de tesis de grado, proyecto de tesis de grado e informe final de tesis de grado*. Tulcan: UPEC.
- Vuuren, V. (2003). *International one-day seminar. role of probiotics in animal nutrition and link to the demands of european consumers*. Lelystad.
- Wikipedia. (2004). Microorganismos eficientes(EM). 1.
- Yépez, A., Shintani, M., Tabora, P., Botero, R., Okumoto, S., & Tylor, R. (2002). Guía practica para el uso de EM en la produccion animal sostenible. *EARTH*, 8.

VI. ANEXOS

Anexo 1.

Fotografía 3. Instalaciones de los cerdos



Tomada por: Quemac, M. (2013)

Anexo 2.

Fotografía 4. Cerdos al inicio de la investigación



Tomada por: Quemac, M. (2013)

Anexo 3.

Fotografía 5. Cerdos durante la investigación



Tomada por: Quemac, M. (2013)

Anexo 4.

Fotografía 6. Pesaje de los cerdos



Tomada por: Quemac, M. (2013)

Anexo 5.

Fotografía 5. Alimentación de los animales



Tomada por: Quemac, M. (2013)

Anexo 6.**Tabla 16.** Incrementos de pesos diarios

TRATAMIENTOS	REPETICIONES	INCREMENTO/ DIA	INCREMENTO/ 105 DIAS	INCREMENTO105 DIAS / DIA
200 ppm	1	0,513	62	0,590
400ppm	1	0,519	62	0,590
600ppm	1	0,609	70	0,667
Testigo	1	0,404	57	0,543
200 ppm	2	0,519	63	0,600
400ppm	2	0,493	70	0,667
600ppm	2	0,609	71	0,676
Testigo	2	0,416	55	0,524
200 ppm	3	0,503	66	0,629
400ppm	3	0,524	68	0,648
600ppm	3	0,596	70	0,667
Testigo	3	0,396	49	0,467
200 ppm	4	0,513	60	0,571
400ppm	4	0,508	61	0,581
600ppm	4	0,630	77	0,733
Testigo	4	0,408	42	0,400

Elaborado por: Quemac, M. (2014)

Anexo 7.

Tabla 17. Conversión alimenticia promedio

TRATAMIENTO	REPETICIONES	CONVERSIÓN PROMEDIO
200 ppm	1	5,186
400ppm	1	5,133
600ppm	1	4,061
Testigo	1	7,495
200 ppm	2	5,133
400ppm	2	5,580
600ppm	2	4,061
Testigo	2	7,275
200 ppm	3	5,295
400ppm	3	5,081
600ppm	3	4,146
Testigo	3	7,649
200 ppm	4	5,186
400ppm	4	5,240
600ppm	4	3,921
Testigo	4	7,420

Elaborado por: Quemac, M. (2014)

Anexo 8.

Tabla 18. Tiempo de duración de engorde de cerdos

TRATAMIENTO	REPETICIONES	DIAS
200 ppm	1	189
400ppm	1	189
600ppm	1	161
Testigo	1	245
200 ppm	2	189
400ppm	2	203
600ppm	2	161
Testigo	2	245
200 ppm	3	189
400ppm	3	189
600ppm	3	161
Testigo	3	245
200 ppm	4	189
400ppm	4	189
600ppm	4	161
Testigo	4	245

Elaborado por: Quemac, M. (2014)

Anexo 9.

Tabla 19. Consumo total de alimento

TRATAMIENTO	REPETICIONES	CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO
200 ppm	1	839,735
400ppm	1	815,124
600ppm	1	855,166
Testigo	1	1071,461
200 ppm	2	772,605
400ppm	2	818,192
600ppm	2	846,541
Testigo	2	1080,269
200 ppm	3	845,116
400ppm	3	839,740
600ppm	3	875,677
Testigo	3	996,169
200 ppm	4	799,453
400ppm	4	871,944
600ppm	4	921,784
Testigo	4	1000,952

Elaborado por: Quemac, M. (2014)

Anexo 10.

**CÁLCULOS DE ANÁLISIS DE PRESUPUESTO PARCIAL DE LOS
COSTOS QUE VARÍAN.**

Tratamiento Testigo

Beneficios brutos de campo (BBC)

$$\text{BBC} = \text{PF} * \text{PC}$$

$$\text{BBC} = 68 * 1,90$$

$$\text{BBC} = 129,2$$

Total costos (TC)

$$\text{TCV} = \sum \text{CV}$$

$$\text{TCV} = 45,00 + 62,5 + 20,12$$

$$\text{TCV} = 127,62\$$$

Beneficios netos (BN)

$$\text{BN} = \text{BBC} - \text{TCV}$$

$$\text{BN} = 129,2 - 127,62$$

$$\text{BN} = 1,58\$$$

Tratamiento 1 = (200ppm)

Beneficios brutos de campo (BBC)

$$\text{BBC} = \text{PF} * \text{PC}$$

$$\text{BBC} = 92 * 1,90$$

$$\text{BBC} = 174,8\$$$

Total costos (TC)

$$\text{TC} = \sum \text{CV}$$

$$\text{TC} = 45,00 + 3,22 + 62,50 + 20,12$$

$$\text{TC} = 130,84\$$$

Beneficios netos (BN)

$$\text{BN} = \text{BBC} - \text{TC}$$

$$\text{BN} = 174,8 - 130,84$$

$$\text{BN} = 43,96 \$$$

Tratamiento 2 = (400ppm)

Beneficios brutos de campo (BBC)

$$\text{BBC} = \text{PF} * \text{PC}$$

$$\text{BBC} = 93 * 1,90$$

$$\text{BBC} = 176,7\$$$

Total costos (TC)

$$\text{TC} = \sum \text{CV}$$

$$\text{TC} = 45,00 + 6,44 + 62,50 + 20,12$$

$$\text{TC} = 134,06\$$$

Beneficios netos (BN)

$$\text{BN} = \text{BBC} - \text{TC}$$

$$BN = 176,7 - 134,06$$

$$BN = 42,64 \$$$

Tratamiento 3 = (600ppm)

Beneficios brutos de campo (BBC)

$$BBC = PF * PC$$

$$BBC = 110 * 1,90$$

$$BBC = 209 \$$$

Total costos (TC)

$$TC = \sum CV$$

$$TC = 45,00 + 9,66 + 62,50 + 20,12$$

$$TCV = 137,28 \$$$

Beneficios netos (BN)

$$BN = BBC - TC$$

$$BN = 209 - 137,28$$

$$BN = 71,72 \$$$

Anexo 12.

CÁLCULOS ANÁLISIS MARGINAL.

Beneficio neto marginal (BNM)

$$\text{BNM} = \text{BN T3} - \text{BN T1}$$

$$\text{BNM} = 71,72 - 43,96$$

$$\text{BNM} = 27,76\$$$

Costo marginal (CM)

$$\text{CM} = \text{CV T3} - \text{CV T1}$$

$$\text{CM} = 137,28 - 130,84$$

$$\text{CM} = 6,44\$$$

Tasa de retorno marginal (TRM)

$$\text{TRM} = \text{BNM} / \text{CM}$$

$$\text{TRM} = 27,76 / 6,44$$

$$\text{TRM} = 4,31\$$$