

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela académico profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**“EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL USO DE ÁCIDOS ORGÁNICOS Y
PROBIÓTICOS SOBRE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA DE LOS
POLLOS DE ENGORDE LÍNEA COBB 500 –
TACNA, 2013”**

TESIS

Presentada por:

EMELY JESÚS RODRÍGUEZ MAMANI

Para optar el Título profesional de:

MÉDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

Tacna – Perú

2013

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN DE TACNA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Escuela académico profesional de medicina veterinaria y zootecnia

“EVALUACIÓN COMPARATIVA DEL USO DE ÁCIDOS ORGÁNICOS Y PROBIÓTICOS SOBRE LA EFICIENCIA PRODUCTIVA DE LOS POLLOS DE ENGORDE LÍNEA COBB 500 – TACNA, 2013”

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 24 DE OCTUBRE DEL 2013,
ESTANDO EL JURADO CALIFICADOR INTEGRADO POR:

PRESIDENTE:.....

MSc. JUAN NICANOR CASTRO CANCINO

SECRETARIO:.....

MSc. CESARIO SEBASTIAN CRUZ ANCHAPURI

MIEMBRO:.....

MSc. LUIS ADOLFO RAMOS MAMANI

ASESOR :.....

MSc. LUIS ALBERTO BARRIOS MOQUILLAZA

DEDICATORIA

Al culminar una importante etapa de mi vida, dedico mi esfuerzo y dedicación, reflejado en esta tesis a:

Dios por darme la vida e iluminarme día a día en aquellos momentos difíciles siendo mi guía.

A mis queridos padres Alberto Rodríguez y Alicia Mamani, por brindarme todo su apoyo.

A mis hermanas, quienes fueron pilar importante durante todo este tiempo, con los que compartimos muchos momentos tristes y alegres.

A mis amigos por ofrecerme momentos de entretenimiento los cuales fueron de mucho agrado.

AGRADECIMIENTO

A la EMVZ, por participar de nuestra formación moral e intelectual, por habernos dado la oportunidad de ser cada día mejores, creciendo no sólo profesionalmente sino espiritualmente y alcanzando las metas propuestas en nuestras vidas.

A Dr. Luis Barrios Moquillaza, por la dirección y acompañamiento en el desarrollo de esta tesis, por su paciencia, seriedad y entrega constante durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

A todos los docentes de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por el tiempo invertido en nuestra formación y compartir sus conocimientos.

A la empresa avícola “FAFIO S.A.”, por haberme permitido realizar la investigación en sus instalaciones.

A todas las personas que de una u otra manera colaboraron para que mi proyecto sea viable.

ÍNDICE GENERAL

Índice general.....	i
Resumen.....	ix
Introducción.....	1

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema.....	03
1.1.1. Antecedentes del problema.....	05
1.1.2. Problemática de la investigación.....	08
1.2. Formulación del problema.....	09
1.3. Justificación e importancia.....	10
1.4. Alcances y limitaciones.....	10
1.5. Objetivos.....	11
1.5.1. Objetivo general.....	11

1.5.2. Objetivos específicos.....	11
1.6. Hipótesis.....	11

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.....	13
2.2. Bases teóricas.....	16
2.3. Terminología.....	40

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	42
3.2. Lugar de estudio.....	42
3.3. Población y muestra	43
3.4. Materiales y métodos para la recolección de datos.....	46

3.4.1. Métodos.....	47
3.5. Análisis estadístico.....	48

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS.....	50
4.1.1. Índice de Eficiencia Europea productiva.....	50
4.1.2. Ganancia de peso.....	52
4.1.3. Conversión alimenticia.....	55
4.1.4. Mortalidad.....	58
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	61
4.2.1. Contrastación de hipótesis general.....	61
4.2.2. Contrastación de hipótesis específica 1.....	62
4.2.3. Contrastación de hipótesis específica 2.....	63
4.2.4. Contrastación de hipótesis específica 3.....	64

4.3. DISCUSIÓN.....	65
4.3.1. Índice de Eficiencia Europea Productiva.....	65
4.3.2. Ganancia de peso.....	65
4.3.3. Conversión alimenticia.....	66
4.3.4. Mortalidad.....	67
CONCLUSIONES.....	68
RECOMENDACIONES.....	69
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	70
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Enzimas del sistema digestivo del ave.....	19
Tabla 2. Bacterias ácido lácticas usadas como probióticos.....	30
Tabla 3. Grupos de investigación.....	44
Tabla 4. Formulación de raciones alimenticias según etapas.....	45
Tabla 5. La eficiencia productiva europea (EE) según tratamientos.....	50
Tabla 6. Promedio de ganancia de peso (Kg.) en pollos de engorde de la línea COBB 500.....	52
Tabla 7. Análisis de varianza (ANOVA) de los datos obtenidos en el experimento sobre la ganancia de peso en pollos de engorde de la línea COBB 500.....	54
Tabla 8. Promedio de conversión alimenticia en pollos de engorde de la línea COBB 500.....	55
Tabla 9. Análisis de varianza (ANOVA) de los datos obtenidos en el experimento sobre la conversión alimenticia en pollos de	

engorde de la línea COBB 500.....	57
Tabla 10. Promedio de mortalidad al final de los tratamiento (%) en pollos de engorde de la línea COBB 500.....	58
Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) de los datos obtenidos en el experimento sobre la mortalidad en pollos de engorde de la línea COBB 500.....	60
Tabla 12. Prueba de Duncan y comparación de medias según la ganancia de peso en pollos de engorde de la línea COBB 500.....	62
Tabla 13. Prueba de Duncan y comparación de medias según la conversión alimenticia en pollos de engorde de la línea COBB 500.....	63
Tabla 14. Prueba de Duncan y comparación de medias según la mortalidad de peso en pollos de engorde de la línea COBB 500.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Índice de Eficiencia Europea Productiva (IEEP) según tratamientos.....	51
Figura 2. Promedio de ganancia de peso (kg) en pollos de engorde de la línea COBB 500, según tratamientos.....	53
Figura 3. Promedio de conversión alimenticia en pollos de engorde de la línea COBB 500 según tratamientos.....	56
Figura 4. Promedio de mortalidad (%) en pollos de engorde de la línea COBB 500, según tratamientos.....	59

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Registro de control - tratamiento con ácidos orgánicos

Anexo 2: Registro de control - tratamiento con probióticos

Anexo 3: Registro de control - tratamiento control

Anexo 4: Composición de la formulación de alimento para pollos de engorde.

RESUMEN

La investigación se realizó en La Yarada – Tacna, entre los meses de abril y agosto del 2013, con el objetivo de evaluar la eficiencia de los ácidos orgánicos y probióticos sobre los índices productivos de los pollos de engorde. Se utilizaron 2 310 pollos de ambos sexos, de un día de nacidos, distribuidos al azar en 3 grupos, con 770 pollos cada grupo y con 01 repetición. El grupo 1(G-1) recibió agua con ácidos orgánicos a dosis de 0,25 ml/l. de agua, el grupo 2 (G-2) recibió agua con probióticos a dosis de 1,5 g/l. de agua y el grupo (G-3) recibió agua sin ácidos orgánicos ni probióticos (grupo control). Los 3 grupos recibieron al mismo tiempo el mismo tipo de agua y alimento (*ad libitum*) durante todo el experimento. Los resultados fueron: La Eficiencia Europea Productiva (IEEP) fueron de 333 para el grupo G-1, 325 para el G-2, y 320 para el G-3. La ganancia de peso (GP) fue mejor en el G-1 (2 585 Kg), seguido del G-2 (2 553 Kg) y por último el G-3 (2 497 Kg). La conversión alimenticia fue mejor en el G-1, así como en el G-3 (1,81), y por último el G-2 (1,82). Finalmente el porcentaje de mortalidad fue menor en el G-1 (2,21%), seguido del G-2 y G-3 (2,47%) respectivamente.

Palabras clave: Ácidos orgánicos, probióticos, eficiencia europea, *ad libitum*, conversión alimenticia.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el sector agroalimentario en todo el mundo se ha enfrentado a la diseminación de brotes de enfermedades transmitidas por alimentos en los que intervienen, entre otros agentes, residuos de medicamentos veterinarios; lo cual pone de manifiesto el manejo indebido de los fármacos durante las prácticas agropecuarias y el incumplimiento de los tiempos de retiro de los medicamentos (Lozano A. y Arias M, 2008). Los residuos de medicamentos veterinarios en los alimentos de origen animal generan productos de baja calidad y constituyen un riesgo para la salud de los consumidores, produciendo toxicidad aguda o crónica, efectos mutagénicos y carcinogénicos, desórdenes en el desarrollo corporal, reacciones alérgicas y fenómenos de resistencia bacteriana. Estos efectos adversos han hecho que organizaciones internacionales regulen con fundamento científico los residuos de fármacos de uso veterinario potencialmente peligrosos para la salud (Lozano A. y Arias M., 2008).

A pesar de la antigüedad de las regulaciones internacionales existentes, sólo hasta hace poco en Perú y en la región de Tacna, se está prestando atención a esta problemática sanitaria y se han empezado a adoptar

nuevas opciones que permitan el no uso de los antibióticos (Lozano A. y Arias M., 2008).

El objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar los índices productivos en los pollos de engorde de la línea COOB -500, usando probióticos o ácidos orgánicos en el agua de bebida durante la primera semana de edad. Se evaluó la ganancia de peso, conversión alimenticia, mortalidad y el índice de eficiencia europea productiva; para lo cual se usaron en total 2310 pollos de la línea COOB -500. El muestreo, su procesamiento y análisis se realizó en el mes de mayo y junio del año 2013.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

En el Perú el consumo per cápita de la carne de pollo es de 35 kilos al año, siendo superado por Brasil y Panamá. Esta industria representa al año S/.4 400 millones, y emplea a un millón de personas de manera indirecta, lo que sitúa al Perú como el tercer país con mayor consumo per cápita de esta carne en América Latina (APA. 2012).

El crecimiento de la actividad avícola se sustenta en la producción de carne de pollo (84,2 por ciento), por el mayor beneficio de pollos BB, parrilleros y de uso doméstico, de igual forma aumentó lo correspondiente al consumo de huevos (11,0 por ciento), además de carne de porcino (9,1 por ciento). En el cuarto mes del año 2012, la producción de aves en el Perú creció en 11,9% en comparación con igual mes del año anterior (INEI.2012).

La importancia que ha adquirido el consumo de carne de pollo debido a su corto período de crecimiento y engorde, (6 o 7 semanas), lo ha convertido en la base principal de la producción masiva de carne aviar de consumo habitual, tanto por su valor nutricional, como por su costo y versatilidad en la gastronomía (Guevara C. y col. 2010).

En la producción de pollos de engorde se busca una mayor eficiencia en la utilización de los alimentos que representan más del 70% de los costos de producción. Una de las técnicas más usadas para lograr esa eficiencia, es el uso de antibióticos como promotores de crecimiento, pero las prohibiciones y limitaciones de su uso han obligado a buscar otros productos que realicen una función similar (Carro, M y col. 2002).

Hay que tener en cuenta que si los tiempos de eliminación de los antibióticos no se respetan, existe un riesgo significativo de encontrar residuos de los mismos en los alimentos.

Los residuos de antibióticos en alimentos de origen animal pueden provocar reacciones alérgicas en individuos hipersensibles, pero sobre todo, la administración de bajos niveles de antibióticos puede dar lugar a bacterias resistentes que pueden llegar al ser humano a través de dichos alimentos. Además de estos efectos adversos inmediatos, existen también efectos a largo plazo aún no muy bien conocidos (MINAG. 2006).

Afortunadamente existen alternativas orgánicas, entre las cuales se encuentran los probióticos y ácidos orgánicos. Estas alternativas surgen ante la necesidad de reducir el uso de los antibióticos en la dieta animal (Van Kol M., 1998).

Los probióticos y ácidos orgánicos, son utilizados para mantener un buen balance de la microflora del tracto gastrointestinal y reducir al mínimo los microorganismos patógenos; disminuyendo los disturbios gastroentéricos comunes en las aves (Sissons J., 1989).

Como hemos visto la industria avícola presenta un gran crecimiento y el consumo per cápita de carne de pollo del consumidor peruano va en aumento, sin embargo en la explotación avícola por muchos años ha sido necesario el uso de antibióticos por fines terapéuticos y preventivos. Afortunadamente en la actualidad existen alternativas orgánicas, entre las cuales se encuentran los ácidos orgánicos y probióticos. Estas alternativas surgen ante la necesidad de reducir el uso de los antibióticos en la dieta animal (Van Kol M., 1998).

1.1.1 Antecedentes del problema

Uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta en los sistemas de producción avícola es la alimentación, en la que se utilizan diferentes aditivos entre los cuales están los antibióticos promotores de crecimiento que tienen como objetivo mejorar los parámetros productivos, sin

embargo pueden crear cierta resistencia a algunas enfermedades en las aves y reacciones cruzadas con antibióticos utilizados en medicina humana, pudiendo crear problemas a nivel del consumidor. La tendencia de los consumidores es demandar alimentos más seguros y orgánicos. Además, los aspectos medioambientales son esenciales en los sistemas de producción animal intensivos. Por consiguiente, las industrias de alimentos para animales están buscando alternativas efectivas las cuales sean aceptables para el consumidor y sanos para el medio ambiente (Wenk F., 2000).

Los antibióticos promotores del crecimiento funcionan de diferentes maneras, a saber: reduciendo el número de bacterias patógenas (como *Staphylococcus sp.*, *Streptococcus sp.*, *Clostridium sp.* etc.), disminuyendo el crecimiento bacteriano en general, lo cual a su vez reduce el estímulo del aparato inmunocompetente, que tendría un efecto negativo sobre el crecimiento y la producción, reduciendo los subproductos y las toxinas microbianas que incrementan las necesidades de energía del animal. Algunos productos microbianos (como el NH₃ y el ácido láctico), aumentan la división celular de los enterocitos lo cual consume energía, altera la barrera intestinal e inhibe la máxima absorción. (Gauthier R., 2002).

La modalidad intensiva en que se crían las aves comerciales debe contemplar necesariamente la salud y el bienestar de los animales y de los consumidores, junto con la conservación del medio ambiente. Es por ello que en los últimos años se ha incrementado la búsqueda de agentes naturales con acción antibacteriana que puedan actuar como promotores de crecimiento o bien que permitan el control de algunos microorganismos, en especial salmonellas en gallinas de postura, como asimismo clostridios y coccidios en pollos para carne (Prosdócimo et al., 2010; Cejas et al., 2011).

Las primeras autorizaciones de antibióticos como aditivos promotores del crecimiento incluyeron un total de 13 sustancias (Directiva 70/524/CEE), que continuaron aumentando hasta alcanzar la cifra máxima de 24 en diciembre de 1998. Esta lista se ha visto reducida progresivamente, y actualmente están prohibidos en la Unión Europea. Entre las alternativas que se encuentran para la sustitución de los antibióticos promotores del crecimiento, las cuales se vienen estudiando hace algunos años se destacan como principales opciones los probióticos, prebióticos, ácidos orgánicos, enzimas y extractos vegetales (Valls García, 2008).

Dentro de este grupo se ha impuesto el uso de ácidos orgánicos (fórmico, láctico, acético, propiónico, cítrico, málico y fumárico) y de sus sales frente a los ácidos inorgánicos, debido a su mayor poder acidificante. Los ácidos orgánicos aparecen en la lista de aditivos autorizados por la Unión Europea, dentro del grupo de los "conservantes", y se permite su uso en todas las especies animales (Jaramillo, B; Álvaro. H., 2012).

1.1.2 Problemática de la investigación

El consumo de carne de aves ha experimentado un notable crecimiento en los últimos años a nivel de Lima como a nivel nacional; de tal manera que el consumo per cápita en el año 2010 es superior a 30 kg/hab./año. Este desarrollo de la industria avícola va acompañado del uso indiscriminado de antibióticos, tanto en el alimento como en el agua de bebida (APA. 2012).

Al margen de su reconocida utilidad, los antibióticos pueden o podrían ser utilizados de manera inapropiada tanto en el ámbito médico humano como en veterinaria; siendo administrado muchas veces de manera irracional y en dosis inapropiadas, lo que conlleva a un conjunto de complicaciones en los consumidores lo cual a su vez crea la necesidad cada vez mayor de producir y usar nuevas drogas (MINAG 2006).

Los residuos de antibióticos en la carne de pollo y otros productos o subproductos avícolas pueden provocar reacciones alérgicas de hipersensibilidad; la administración de bajos niveles de antibióticos puede dar lugar a resistencia bacteriana en el ser humano con graves perjuicios para su salud. Además de estos efectos adversos inmediatos, existen también efectos a largo plazo aun no muy bien conocidos (MINAG, 2006). Por tal motivo en Tacna y en otras regiones del país se tratan de buscar alternativas para el no uso de antibióticos, como promotores de crecimiento, motivo que indujo la presente investigación.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema principal

¿Cuáles son los rendimientos productivos de los pollos de engorde línea COBB 500, con el uso de ácidos orgánicos y probióticos?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cuales son los efectos de los probióticos en los rendimientos productivos de los pollos de engorde de la línea COBB-500?

¿Cuáles son los efectos de los ácidos orgánicos en los rendimientos productivos de los pollos de engorde de la línea COBB-500?

1.3 Justificación e importancia

En la actualidad el crecimiento de la demanda genera un mercado exigente en la seguridad alimentaria, en rentabilidad para el productor, comercializador y consumidor. La atención al problema de la presencia de enterobacterias en aves permitirá disminuir la carga microbiana, logrando equilibrar la microflora gastrointestinal para favorecer la conversión alimenticia, el normal desarrollo de pollos y la reducción de la mortalidad de la parvada, lo cual permitirá garantizar la calidad alimenticia de los consumidores y la rentabilidad del productor.

Por otra parte, la investigación favorecerá directamente al productor de aves por los beneficios ambientales y económicos; indirectamente al comercializador por cuanto la cadena de distribución aumentará, también al consumidor por la calidad garantizada del producto debido a su bajo contenido de enterobacterias y la no presencia de antibiótico.

Los resultados de la investigación servirán como un medio de consulta para profesionales del área y otros productores avícolas.

1.4 Alcances y limitaciones

La investigación sólo abarcó en evaluar los índices productivos de los pollos más no así lo correspondiente a la evaluación de la sanidad de la mucosa intestinal o el aspecto de la microflora intestinal.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Evaluación de los efectos de los ácidos orgánicos y probióticos en la eficiencia productiva de los pollos de engorde línea COBB 500.

1.5.2. Objetivos específicos

- Evaluar los efectos de los ácidos orgánicos y probióticos en la ganancia de peso de los pollos de engorde de la línea COOB-500.
- Evaluar los efectos de los ácidos orgánicos y probióticos sobre la conversión alimenticia de los pollos de engorde de la línea COOB-500.
- Evaluar los efectos de los ácidos orgánicos y probióticos en la mortalidad de los pollos de engorde de la línea COOB-500.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

Hi: El uso de ácidos orgánicos y probióticos en el engorde de los pollos COOB-500, mejora su eficiencia productiva.

1.6.2. Hipótesis específicas

- Hi: El uso de ácidos orgánicos y probióticos en el engorde de los pollos COOB-500, mejora la ganancia de peso vivo.
- Hi: El uso de ácidos orgánicos y probióticos en el engorde de los pollos COOB-500, mejora la conversión alimenticia.
- Hi: El uso de ácidos orgánicos y probióticos en el engorde de los pollos COOB-500, influye en la mortalidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Diversos trabajos de investigación se han realizado a nivel internacional como nacional con la finalidad de conocer el efecto de los probióticos y de los ácidos orgánicos en la producción de los pollos, entre los cuales menciono:

“Incidencia de ácidos orgánicos, como reguladores del pH del buche y reductores de Salmonella, mediante el suministro en el agua de bebida a pollos de engorde, en el proceso de producción”, trabajo realizado en Ecuador ;en lo referente al peso al final (49 días), el mayor peso corporal vivo alcanzó cuando el agente de acidificación del agua de bebida (2,40 g.), el tratamiento que no recibió suministro de agua acidulada (testigo) presentaba diferencias de 20 g (2,24 g.) en relación a los alcanzados en los tratamientos del suministro de ácidos orgánicos (Guevara A. y col, 2003).

“Evaluación del efecto de un probiótico en base a *lactobacillus acidophilus* y *bacillus subtilis* sobre el

sistema gastrointestinal en pollos Broiler Ross-308”, realizado en Ecuador; en el primer rango se muestra el tratamiento con probióticos, peso con un promedio de 2 710 g, en el último rango se encuentra el testigo que presentó un promedio de 2 586,67 g, el que presentó menor porcentaje de mortalidad fue la dosis con probióticos con un valor de 2,69% a diferencia del testigo, el cual presentó el más alto 5,5% (Aguavil E.C, 2012).

“Probióticos, *lactobacillus acidofilus* y *bifodobacterium bifidum*, suplementos nutricionales”, demostraron que al incluir probiótico a base de *Lactobacillus sp*, y *Bacillus sp*. la conversión alimenticia mejoró, puesto que se registraron datos de pollitas que al adicionar probiótico en su dieta tuvieron una conversión alimenticia de 2,35 mientras que el tratamiento control tuvo una conversión de 2,68 (Lastras, P. 2009),

“El efecto del *bacillus toyoi* sobre el comportamiento productivo de pollos de engorde”, concluyeron que el uso de probióticos en pollos de engorde permiten la reducción de la mortalidad y de igual manera se afirma que Jaramillo, D (2010) mediante estudio determinó que la mortalidad fue de 2,7% en el grupo tratado y 4,5%, con respecto al grupo control (Cortés y Ávila, 2000).

“Adición de un probiótico y un ácido orgánico en dietas de pollo de engorde”, realizado en México, muestran los datos de 0 a 14 días de edad, indican un mayor consumo de alimento cuando se adicionó por separado el ácido orgánico, y el probiótico, reduciendo este parámetro a la adición de ambos aditivos con relación a la dieta testigo; en lo referente a la ganancia de peso se observa un mayor peso cuando se adiciona el ácido orgánico, en relación con los tratamientos con probiótico y grupo testigo, sin embargo la menor conversión alimenticia se obtiene con los tratamientos de probiótico y ácidos orgánicos en una misma dieta. La viabilidad disminuyó cuando se ofreció la dieta testigo, este parámetro aumentó cuando se ofreció a los pollos en tratamiento con ácidos orgánicos y probiótico en una misma dieta (Herrera G, y col. 2002).

“Utilización del ácido acético y orégano en la regulación del ecosistema intestinal de aves de corral”, realizado en Ecuador donde se crearon 2 grupos experimentales:

Grupo A: 5 pollos sometidos al tratamiento con la solución de ácido acético y orégano; con un peso inicial promedio de 1 279,49 g. Grupo B: 5 pollos no tratados, con un peso inicial promedio de 1 415,61 g. La gmd en peso de los pollos del grupo A es significativamente mayor que la gmd en peso de los pollos del grupo B, lo cual se traduce en un acumulado de ganancia en peso para los 12 días de estudio de: 798,55 g para los pollos

del grupo A y 680,58 g para los pollos del grupo B (Ramírez, M., y col. 2007).

“Empleo de probióticos a base de *Bacillus sp* y sus endosporas en la producción avícola”, se estudió el uso de un probiótico a base de *Bacillus cereus* (Toyocerin) en pollos de ceba. Suministraron 50 y 100 mg/kg en la dieta y comprobaron que el peso final era superior en 1,5% y 2,1%, en los animales tratados respecto al control. Así mismo, mejoró la conversión alimenticia, siendo de 1,2 en el grupo tratado y 2,0 en el control. La mortalidad fue 2,7% en el grupo tratado y 4,5% con respecto al grupo control (Milian, G.2005).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Fisiología del aparato digestivo de las aves

Los pollos de engorde y las gallinas de postura deben de tener un balance microbiano en todo el tracto digestivo, pero bajo condiciones de campo esto no puede ser garantizado, sin embargo la adición a las dietas de antibióticos o microorganismos benéficos, puede contribuir a este equilibrio (Reyes S, 2000).

El tracto gastrointestinal tiene como principal objetivo la degradación y absorción de nutrientes necesarios para mantenimiento, crecimiento y reproducción. Está caracterizado como un ambiente dinámico, constituido

de interacciones complejas entre el contenido presente en el lumen intestinal, microorganismos y las células epiteliales de absorción, las cuales proporcionan protección física y de defensa inmune (Koutsos, E. 2006).

Para proteger la extensa superficie intestinal, el animal orienta gran parte de la inmunidad hacia este órgano. Cerca del 75% de todas las células de defensa del organismo están localizadas en el intestino, en la forma de tejido linfoide. Los anticuerpos tipo inmunoglobulina A (IgA) de la mucosa, representan una importante fracción de la barrera inmunológica del intestino, confiriendo protección al impedir la adherencia de bacterias o toxinas a las células del epitelio intestinal. Además, eliminan bacterias debido a la acción citotóxica mediada por células dependientes de anticuerpos (Springs, P. 2002).

Es importante resaltar, que el mecanismo de defensa está genéticamente definido, sin embargo, la expresión y la eficiencia de este mecanismo fisiológico depende de la presencia de elementos específicos, como los nutrientes de la dieta para lograr satisfacer la demanda metabólica de mantenimiento y crecimiento (Santos y Ferket, 2007).

Durante los primeros días de vida los pollitos son poco eficientes para digerir proteínas y grasas, sin embargo la actividad enzimática intestinal se estabiliza a partir de los 10 a 14 días de edad. Cabe resaltar, que los

disturbios estructurales y funcionales ocasionados al tejido intestinal de los pollitos son los que van a interferir sobre la salud y el desempeño posterior de las aves (Batal A. y Parsons C., 2002).

Las características más importantes de un tracto gastrointestinal en buen funcionamiento es el balance de su flora intestinal, la cual debe tener en forma mayoritaria, bacterias productoras de ácido láctico como los lactobacilos y estreptococos. Este equilibrio es alterado cada vez que las aves se enferman, se someten a un estrés o a un tratamiento con antibióticos (Reyes S, 2000).

En las aves, el mecanismo de colonización del tubo digestivo está gobernado desde el nacimiento por el buche, su flora parece ser potencialmente importante, por su situación en la parte inicial del tracto gastrointestinal que es adecuada para influir al ave, ya sea contribuyendo directamente en la nutrición o controlando la composición de la flora intestinal (Garlich D, 2002).

Después del nacimiento, el pollito tiene un tracto digestivo casi estéril con un pH entre 5.5 y 6.0, estas condiciones son óptimas para la proliferación de muchas especies de patógenos, en adición carece de suficiente secreción de ácido clorhídrico para mantener un pH ácido, en estos momentos el establecimiento de una flora intestinal es inevitable y dependiendo del ambiente que rodea el ave será el tipo de

microorganismo que colonicen inicialmente el tracto gastrointestinal (Garlich D, 2002).

El desarrollo del tracto digestivo viene determinado por el tipo de alimento ingerido en las diversas etapas productivas, es así como el sistema digestivo del ave presenta ciertas particularidades como son: el desarrollo del complejo enzimático en molleja y duodeno, tal como se ve en la tabla 1 (Gómez C.A, 2004).

Tabla 1. Enzimas del sistema digestivo del ave

FUENTE	ENZIMA	SUBSTRATO	PRODUCTO FINAL
Glándulas salivales	Amilasa (ptialina)	Almidón	Maltosa
Proventrículo y molleja	Pepsina HCL	Proteínas Activa proteinasas	polipéptidos, monopéptidos lipéptidos, tripéptidos
Jugo intestinal	Amilasa tripsina Amilasa	Polisacáridos polipéptidos Poli- disacáridos	poli-disacáridos péptidos di- monosacáridos
Jugo pancreático	tripsina lipasa	Polipéptidos grasa coloidal	aminoácidos ácidos grasos y glicéridos
Hígado	sales biliares	Masa de grasa	Grasa coloidal

Fuente: Gómez C.A., 2004

El alimento es introducido a la cavidad oral por presión negativa a través de las válvulas al colocar el ave el pico hacia arriba para que el bolo alimenticio se ponga en contacto con la ptilina posteriormente para proventrículo y molleja para que por medio del HCl se active el pepsinógeno en pepsina, así la cadena de polisacáridos y péptidos pasan a duodeno para ser desdoblado por las enzimas del jugo pancreático todo este proceso se lleva acabo 12 horas posteriores al nacimiento del pollito, puesto que recién nacido se alimenta del vestigio de la yema, por lo que se dice en este lapso de tiempo el tracto es estéril (Gómez C.A, 2004).

2.2.2. Definición de probiótico

La palabra deriva del griego “pro” y realmente actúa en pro de la vida, a favor de ella; algunos autores los clasifican de diversas maneras, por su forma de acción, por su composición (Pinos A. 2007).

Los probióticos son productos clasificados genéricamente, siendo estos compuestos a base de microorganismos benéficos para el metabolismo animal (Salgado D., 2010).

Los podemos definir como, cultivos de microorganismos vivos (la mayoría lactobacilos) que colonizan el tracto intestinal de los animales que los consumen (Salgado D., 2010) y cuyo objetivo es asegurar el normal equilibrio entre las poblaciones de bacterias beneficiosas y peligrosas del aparato digestivo (Samaniego, L. Sosa, M. 2002.).

El término “Probiótico” fue utilizado por primera vez por Lilly y Stilwell (1965) para describir cualquier sustancia u organismo que contribuyera al balance microbiano intestinal en animales domésticos (Gómez C.A. 2004). El Instituto Internacional de Ciencias de la Vida los define como un ingrediente alimenticio microbiológico vivo que implica un beneficio para la salud (Milian, G. 2005).

Existen muchas formas en que pueden llegar los microorganismos peligrosos al intestino de las aves a través del agua o de la comida, acicalamiento de las plumas, cuando un ave alimenta a otra, o bien sustancias que fueron inhaladas, luego tosidas y finalmente tragadas (Hoyos D., 2008).

El aparato digestivo dispone de una serie de mecanismos de defensas que impiden que estos microorganismos se instalen y produzcan la enfermedad: En el proventrículo del ave (estómago glandular) existen condiciones muy ácidas (pH 2) que destruyen la mayoría de las bacterias y virus, posteriormente la molleja o estómago mecánico ayuda a controlar los microorganismos patógenos con un pH de 3 a 3,5. El hígado con los ácidos biliares y el páncreas con las enzimas pancreáticas destruyen a ciertos virus en la porción intestinal, la elaboración de mocos por las células especializadas que cubre las paredes internas del aparato digestivo, impiden la adhesión de bacterias perjudiciales, producción de

anticuerpos que van a inutilizar a virus y bacterias peligrosas. Presencia de una flora intestinal (bacterias, levaduras y protozoos) que compite con los microorganismos no deseados (Gómez, G. 2010).

Cuando la flora normal es destruida o debilitada por el uso indiscriminado de antibióticos es el momento en que los gérmenes oportunistas que normalmente infectan a un ave sana empiezan a multiplicarse de forma rápida, originando así la enfermedad (Samaniego, L. Sosa, M. 2002).

a. Composición biológica de un probiótico

Existen muchas bacterias y levaduras que se pueden usar de forma beneficiosa para mantener una flora digestiva sana y en equilibrio. Los microorganismos más utilizados son *Lactobacillus*, *Streptococcus faecium*, *Bacillus subtilis*, *bacillus cereus*, *sacharomyces cerevisiae* (Samaniego, L. Sosa, M. 2002).

Los más conocidos, son bacterias Gram positivas benéficas capaces de producir ácido láctico a partir de glucosa y otros azúcares. El aumento de ácido láctico hace disminuir el pH intestinal a unos niveles tan bajos que es imposible la supervivencia de microorganismos tan peligrosos como *E. coli*, *Pseudomonas sp*, *Proteus*, *Salmonella sp*, y *Stafilococos sp*. (Samaniego, L. Sosa, M. 2002).

Crece rápidamente en el intestino, siendo los más utilizados: *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus bifidu*, y *Lactobacillus acid*. (Este

capaz de producir vitaminas del grupo B). Las levaduras también forman parte de los probióticos, son utilizadas por su poder fermentativo (producen ácido láctico), y por su riqueza en vitaminas del grupo B y enzimas que ayudan al proceso de la digestión. Las más usadas son *Sacharomyces*, *S. cerevisiae* y *S. fragilis* (Milian, G. 2005).

b. Mecanismo de acción de los probióticos

Cuando nacen los pollos su intestino prácticamente esta estéril, desarrollándose su flora intestinal durante los primeras días de vida (Samaniego, L. Sosa, M. 2002).

La manera más rápida y segura para el establecimiento de esta flora es administrar un probiótico en el agua de bebida o en el alimento. De hecho, un suministro constante durante las primeras horas de vida (infusión) puede ayudar a controlar ciertos patógenos y prevenir la reducción de la tasa de crecimiento del ave que puede ocurrir en la producción intensiva del pollo de engorde (Milian, G. 2005).

Más de 200 cepas de bacterias habitan el tracto digestivo de las aves domésticas, normalmente estas bacterias tienen una relación simbiótica con el hospedero. La flora digestiva que es aportada por los probióticos beneficia a las aves, produciendo ácido láctico, consiguiéndose así tal acidez en el tubo digestivo que hace la vida imposible a ciertas bacterias ,el probiótico elabora vitaminas beneficiosas y necesarias para el ave,

Produce sustancias como acidófilas que atacan a las membranas de las bacterias perjudiciales, fabrican enzimas que ayudan a la digestión, por la simple presencia física, evitan que su lugar sea ocupado por microorganismos no deseados (Samaniego, L. Sosa, M. 2002).

El objetivo de un probiótico es actuar en el sistema digestivo de los animales mejorando la digestibilidad y asimilación del alimento (Hoyos D, 2008).

Además, al aumentar en cantidad algunas especies bacterianas y sus productos metabólicos beneficiosos, nos da aves más sanas; además de las características mencionadas es un producto antidiarreico (Milian, G. 2005).

Desafortunadamente, la población deseable o el equilibrio entre las bacterias puede ser descompensado por: una infección viral, ciertos estresantes, falta de alimento, bacterias patógenas virulentas y a veces, los antibióticos usados para combatir infecciones bacterianas (Gómez, G. 2010).

El resultado es una menor cantidad de bacterias benéficas, como las especies de bacterias ácido lácticas (LAB) y un incremento de las bacterias menos deseables como las *enterobacteriaceae* y *Clostridia sp* por lo que la población bacteriana deseable debe restablecerse (Gómez, G. 2010).

c. Importancia de la regulación de la flora intestinal mediante el empleo de aditivos biológicos

Hasta el momento de nacer, el aparato digestivo del feto (mamíferos) o del embrión (aves) es estéril. La colonización microbiana, es extremadamente precoz y rápida alcanzando cifras próximas a los 1 010 microorganismos por gramo de heces a partir de las 48 horas del nacimiento. Un 20% de esta biomasa microbiana permanece sin identificar, y aun cuando las bacterias están representadas fundamentalmente por enterobacterias y anaerobios (facultativos), como *Salmonella*, *Shigella* y *Yersinia*, las variaciones entre las especies animales son muy amplias. Por ejemplo, el intestino de los gazapos carece de lactobacilos en las primeras semanas de edad (Smits, C. 2001). Antes de los 7 días de vida se puede considerar que la colonización y el estándar microbiano intestinal quedan plenamente establecidos y diferenciados (Smits, C. ; 2001).

La ingestión oral de probióticos también tienen la capacidad de estabilizar la barrera inmunológica de la mucosa intestinal por reforzamiento de la generación de la inmunoglobulina A. (Gómez, G. 2010).

La mayor parte de los autores aceptan que la flora intestinal influye directa e indirectamente en el estado de salud del hombre y los animales a través de las siguientes funciones (Hoyos D. 2008):

- Producción de vitaminas (complejo B) y ácidos grasos de cadena corta (Ácido palmítico, linoléico, molénico, etc.)
- Degradación de sustancias alimenticias no digeridas
- Integridad del epitelio intestinal
- Estímulo de la respuesta inmunitaria
- Protección frente a microorganismos entero patógenos,

La estabilidad de la flora microbiana intestinal es imprescindible para que estas funciones puedan desarrollarse. Sin embargo, el tracto digestivo no es un sistema biológico cerrado. Diariamente, con el alimento se transportan y afluyen a la luz gastrointestinal gérmenes y sustancias diversas no habituales, normalmente inofensivas debido a los múltiples mecanismos de defensa del animal que las bacterias activan (Gómez, G. 2010).

La microflora intestinal está compuesta en su gran mayoría por lacto bacilos, esta microflora es esencial para desdoblar las sustancias alimenticias que no hubieran sido digeridas previamente, además de mantener la integridad de la mucosa intestinal para proteger todas las paredes celulares (Samaniego, L. Sosa, M. 2002).

Los factores que pueden alterar la microflora, son tratamientos con antibióticos, sulfas, antiparasitarios etc.; todas las situaciones en las que las aves son sometidas a estrés, como muda natural, vacunaciones, cría, exposiciones, mudanzas y/o traslados etc. Cuando esto sucede no sólo se altera la microflora sino todo el aparato inmunocompetente y deja el territorio favorable para la invasión de patógenos como *salmonellas*, *Escherichia coli* y otros tantos enteropatógenos (Smits, C. 2001).

d. El desequilibrio microbiano intestinal

Como primer síntoma de que existe un desequilibrio intestinal se presenta la diarrea, expresión de la debilidad de las defensas intestinales que posibilita a los gérmenes patógenos implantarse, adherirse y proliferar en las células epiteliales del intestino. La diarrea no sólo supone un déficit en la absorción del agua sino también de numerosas sustancias nutritivas. De la gravedad de la deshidratación y del desequilibrio electrolítico consiguiente dependerá, la vida del animal. Junto a estas alteraciones en

el "estado hídrico", y una vez provocado el cambio cuantitativo y cualitativo bacteriano intestinal, nuevos agentes infecciosos pueden asentar en otros tejidos del organismo.

Supuesto que los factores determinantes de la ruptura del equilibrio de la flora intestinal son múltiples, y la prevención de este desequilibrio en producción animal adquiere un gran significado económico, es fácil comprender las razones por las cuales han sido numerosas las investigaciones dirigidas a la obtención de productos químicos o biológicos, capaces de evitar o prevenir las alteraciones en el ecosistema digestivo.

Fruto de estas investigaciones ha sido el descubrimiento de microorganismos específicos que, administrados regularmente, son capaces de mantener la normalidad de la flora intestinal de los animales (Smits, C. (2001).

e. Beneficios de los probióticos en producción animal

Los efectos potenciales de las bacterias probióticas según Samaniego y Sosa (2002) se resumen a continuación.

- Producción de nutrientes de especial importancia para la mucosa intestinal, tales como ácidos grasos, particularmente los de cadena corta y aminoácidos como: arginina, glutamina y cisteína.

- Producción de micronutrientes, especialmente vitaminas (algunas vitaminas del complejo B), antioxidantes y aminos (histamina, 5-HT, piperidina, tiamina, cadaverina, pirrolidina, agmatina, espermidina y putrescina), muchos de los cuales son utilizadas por todo el organismo.
- Prevención del sobre crecimiento de microorganismos potencialmente patógenos.
- Estimulación del sistema de defensa inmunointestinal, referido como sistema de tejido linfoide asociado al tracto.
- Eliminación de toxinas y sustancias innecesarias del lumen.
- Participación en la regulación de funciones intestinales, tales como: utilización de mucus, absorción de nutrientes, motilidad gastrointestinal y flujo de sangre, lo cual ocurre a través de la producción de ácidos grasos de cadenas cortas, hormonas, enzimas, poli aminos y citoquininas y óxido nitroso.
- Importancia del mecanismo de exclusión competitiva.

Tabla 2. Bacterias ácido lácticas usadas como probióticos

<i>Lactobacillus</i>	<i>Streptococcus</i>	<i>Bifidobacterium</i>
<i>L. acidophilus</i>	<i>S. cremoris</i>	<i>B. bifidum</i>
<i>L. casei</i>	<i>S. salivarius</i> sbsp. <i>thermophilus</i>	<i>B. adolescentis</i>
<i>L. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	<i>S. faecium</i>	<i>B. animalis</i>
<i>L. brevis</i>	<i>S. diacetylactis</i>	<i>B. infantis</i>
<i>L. cellobiosus</i>	<i>S. intermedius</i>	<i>B. longum</i>

Fuente: Samaniego y Sosa (2002).

f. Bacterias ácido lácticas

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. La reducción de pH y la utilización de los carbohidratos disponibles parecen constituir el principal mecanismo de antagonismo microbiano. No obstante, también se conoce que las bacterias lácticas producen además de ácidos orgánicos, peróxido de hidrógeno, radicales libres, di acetilo, acetaldehído, isómeros D de los aminoácidos, antibióticos y bacteriocinas (Nava J., 2008),

- **Bacterias Productoras de Ácido Láctico**

Los probióticos más empleados son las bacterias capaces de producir ácido láctico, como *Lactobacillus acidophilus*, *L. casei*, *L. bulgaricus*, *L. reuterii*, *L. rhamnosus*, *L.lactis*, *Bifidobacterium breve*, *B. longum*, *B. infantis*, *B. animalis*, *Streptococcus salivarius* subespecie *thermophilus* y *Saccharomyces boulardii* (Jaramillo D., 2010).

- **Características de bacterias ácido lácticas**

El género *Lactobacillus* (lactis-leche; bacillus-pequeños bacilos) se caracteriza por presentar células en forma de bacilos largos y extendidos, aunque con frecuencia pueden observarse bacilos cortos o coco-bacilos coryneformes. Las colonias de *Lactobacillus* en medios sólidos son pequeñas (2-5 mm), convexas, suaves, con márgenes enteros, opacas y sin pigmentos. Sólo en algunos casos presentan coloración amarillenta o rojiza (Lastra, P., 2009).

Los lactobacilos crecen bien en medios ligeramente ácidos, con pH inicial de 6,4 - 4,5. *Lactobacillus acidophilus* es una bacteria gram positiva dominante en el intestino delgado, donde se produce la mayor parte de la digestión. El *L. acidophilus* absorbe la lactosa y la metaboliza formando

ácido láctico. Durante la digestión, también ayuda en la producción de niacina, ácido fólico y vitamina B6 (piridoxina) (Lastras, P. 2009).

La producción de ácido láctico hace que su ambiente sea ácido, lo cual inhibe el crecimiento de bacterias patógenas (Samaniego, L. Sosa, M. 2002).

- *Lactobacillus lactis* es una bacteria gram positiva, fermentan las hexosas casi exclusivamente en ácido láctico; no fermentan las pentosas ni el glucamato (Samaniego, L. Sosa, M. 2002).

2.2.3. Ácidos orgánicos

La progresiva restricción de los antibióticos como promotores del crecimiento ha potenciado el estudio y el desarrollo de los acidificantes, que han demostrado prevenir y mejorar los problemas sanitarios, frecuentemente de origen intestinal, que tantas pérdidas económicas ocasionan en las explotaciones avícolas (Gauthier R.2002).

El uso de acidificantes en el caso de las aves, han demostrado efectividad en el control de las contaminaciones por Salmonella, tanto en gallinas como en pollos de engorde.

Los ácidos orgánicos y sus ésteres se hallan muy difundidos en la naturaleza. Se encuentran con frecuencia en frutas; por ejemplo, el ácido cítrico de los frutos cítricos, el ácido benzoico en arándanos agrios y las

ciruelas verdes, el ácido sórbico en la fruta del fresno. El ácido láctico se encuentra en los tejidos animales; el galato de metilo en las hojas de diversos géneros de plantas; en las especias se encuentran varios ácidos orgánicos. Muchos de ellos constituyen metabólicos intermediarios y productos finales del metabolismo microbiano (Coello, C. 2010).

El término ácidos orgánicos engloba aquellos ácidos cuya estructura química se basa en el carbono. Se añaden al alimento por su capacidad para reducir el pH de los alimentos, favoreciendo su conservación. Simultáneamente ejercen una influencia positiva a nivel digestivo y metabólico, mejorando los rendimientos productivos de los animales. Los de mayor interés en producción animal son el acético, butírico, cítrico, fórmico, láctico, málico, propiónico, y sórbico (Mroz, Z. 2004).

Las enterobacterias patógenas que pudiera colonizar el tracto digestivo de los pollos recién nacidos pueden penetrar por el conducto vitelo-intestinal al saco vitelino e iniciar ahí mismo el proceso de infección; o bien desencadenar directamente una enteritis con posibles septicemias, pudiendo provocar la muerte (Mroz, Z. 2004).

Al disminuir el pH del tracto digestivo se restringe el ambiente ideal para la proliferación de enterobacterias patógenas, aprovechando esta situación para el establecimiento de flora normal. Los ácidos orgánicos son

productos finales de la fermentación y juegan un papel primordial en el control de las bacterias patógenas (Coello, C. 2010).

a. Modo de acción

El modo de acción de los ácidos orgánicos está relacionada con un incremento en la digestibilidad y retención de diversos nutrientes (minerales, proteína y energía) acompañado de una alteración de la población microbiana del tracto gastrointestinal.

La efectividad de inhibición del crecimiento microbiano depende no sólo de su poder acidificante sino también de la capacidad del ácido para penetrar a través de la pared celular del microorganismo en forma no disociada (Mroz, Z. 2004).

Algunos ácidos orgánicos en su estado no disociado son muy solubles en las membranas celulares. Únicamente los ácidos lipófilos, muestran actividad antimicrobiana, estos compuestos inhiben el crecimiento de los microorganismos, o los matan, por interferir con la permeabilidad de la membrana celular al producir un desacoplamiento en el transporte de sustratos y en la fosforilación oxidativa del sistema transportador de electrones (Coello, C. 2010).

Los ácidos orgánicos saturados, como el ácido sórbico y los ésteres del ácido parahidroxibenzoico, también inhiben el sistema de transporte de electrones. Este fenómeno da lugar a la acidificación del contenido celular, que es probablemente la principal causa de la inhibición y muerte de los microorganismos. El pKa (pKa igual al pH en el cual el 50 % del ácido se halla no disociado) de los ácidos orgánicos empleados como conservadores se halla en el rango de pH de 3-5. Al bajar el pH de un alimento, aumenta la proporción de las moléculas no disociadas de un determinado ácido orgánico, aumentando de esta forma su efectividad como agente antimicrobiano (Mroz, Z. 2004).

Estas consideraciones limitan la utilidad de los ácidos orgánicos a aquellos alimentos de pH inferior a 5,5. Los ácidos orgánicos se utilizan principalmente como agentes micostáticos. Sin embargo, a concentraciones elevadas, son muy eficaces frente a diversos microorganismos (incluidos los virus) (Coello, C.2010).

El efecto bactericida de un ácido depende de su estructura molecular, de forma que los ácidos grasos de cadena corta (fórmico, propiónico y butírico.) son más efectivos que los de mayor peso molecular (cítrico, málico o fumárico), con menor capacidad de difusión a través de las

membranas celulares, y los ácidos inorgánicos, incapaces de atravesar la membrana (Mroz, Z. 2004).

b. El pH de los concentrados y los ácidos orgánicos

Desde el momento de la fabricación del alimento hasta su utilización, se produce una proliferación de microorganismos que dañan su calidad nutritiva y organoléptica, debido a que los microorganismos incluyendo los hongos utilizan como sustrato los mismos granos, lo que disminuye las cualidades nutritivas de los mismos. El proceso depende en gran medida de las condiciones de almacenamiento, especialmente en lo referente a humedad, temperatura y tiempo de conservación (Rodríguez, P.2011).

Existen varios métodos para reducir la contaminación, pero uno de los más efectivos es la adición de ciertos ácidos orgánicos de cadena corta a productos previamente calentados. Este proceso reduce de forma importante la carga microbiana, pero su efecto es a corto plazo, ya que no evita la recontaminación. La presencia de ácidos mejora la efectividad a largo plazo, su inclusión disminuye el pH, con lo que las bacterias y hongos ven mermada su capacidad de multiplicación, efecto que favorece la conservación de los ingredientes (Mroz, Z. 2004).

La acción acidificante ayuda a controlar el desarrollo de la flora enteropatógena digestiva sin detrimento apreciable de la flora láctica. Los ácidos orgánicos reducen el pH estomacal y la capacidad tampón del contenido digestivo, mejora la digestión de las proteínas vegetales (Coello, C. 2010).

c. Efecto antimicrobiano en el tracto gastrointestinal del ave

La acidificación puede reducir la colonización del tracto intestinal de la mayoría de los gérmenes patógenos, debido a que muchos de ellos tienen un pH óptimo para crecimiento en torno a la neutralidad o ligeramente alcalino (Ortiz, A. 2006).

Desde hace muchos años se reconoce que el uso de acidificantes reduce el riesgo de contraer infecciones gastrointestinales. De hecho se recomendaba el uso del jugo de limón y de otros cítricos en casos de procesos diarreicos. La mayor parte de los gérmenes patógenos presentan un pH óptimo de crecimiento en torno a la neutralidad o en condiciones ligeramente alcalinas del medio (Mroz, Z. 2004).

El mantenimiento del pH digestivo en niveles fisiológicos ligeramente ácidos previene a disbiosis digestiva. Los ácidos orgánicos de cadena corta actúan principalmente contra de bacterias Gram negativas,

destacando particularmente la actividad antisalmonelósica y contra *E. coli* de muchos de ellos (Ortiz, A. 2006).

El desarrollo y buen estado fisiológico del tracto gastrointestinal son la clave de la productividad de todos los animales de granja incluyendo aves de corral. Por ser más eficientes en el uso de los nutrientes ofrecidos, lo que reduce el consumo alimenticio, aumentando la ganancia de peso corporal y como consecuencia reduce los costos productivos de tal manera que el uso de los ácidos orgánicos protegidos en la nutrición avícola es una herramienta eficaz como promotores del crecimiento (Gauthier R., 2002).

Es necesario respetar los parámetros fisiológicos intestinales de las aves para tener éxito pues, al contrario de los antibióticos, los ácidos orgánicos tienen otras propiedades como (Mroz, Z. 2004):

- Reducir el pH del quimo.
- Promover la digestión de las proteínas
- Influenciar la morfología de las células intestinales
- Estimular las secreciones pancreáticas
- Servir de sustrato para el metabolismo intermedio.
- Mejorar la retención de muchos nutrientes
- Influenciar el equilibrio electrolítico en el alimento y en el intestino.

Los ácidos orgánicos no son antibióticos, pero sí se usan correctamente junto con medidas nutricionales, de manejo y bioseguridad pueden ser una herramienta poderosa para mantener la salud del tracto gastrointestinal de las aves mejorando sus rendimientos zootécnicos (Gauthier R.2002).

Existen pocos trabajos sobre la eficiencia de los acidificantes en aves. Muchos de ellos demuestran la efectividad de la adición de ácidos de cadena corta, para disminuir el desarrollo de *Salmonella spp.* a nivel del buche y molleja. El uso de los ácidos orgánicos produce una disminución del pH entérico, ayudando a crear un ambiente propicio para el establecimiento de la flora normal, adicionalmente ejerce un efecto restrictivo a bacterias patógenas (Coello, C. 2010).

La utilidad de estas sustancias depende de que exista un número adecuado de organismos en ellas para que puedan formar una colonia en el tracto intestinal y establecer una relación simbiótica con el animal huésped. Es importante que el producto a usar tenga una vida de anaquel adecuada y de buenas características de mezclado, de manera que su presencia en el alimento sea homogénea. La viabilidad y estabilidad de los alimentos mezclados altos en humedad y peletizados influye en la efectividad de los productos usados (Dale Nick; 1993).

El ácido acético es capaz de inhibir el crecimiento de varias bacterias, incluso patógenos Gram negativos. La efectividad de estos ácidos dependen del pH del intestino, puesto que un pH bajo aumenta el nivel de ácidos no disociados, estado en que tiene mayor poder bactericida (Roquet J., 2002).

2.3. Terminología

Potencial de hidrogeniones: Es una medida de la acidez o de la alcalinidad de una sustancia. Los ácidos y las bases tienen una característica que permite medirlos: es la concentración de los iones de hidrógeno (H⁺). Los ácidos fuertes tienen altas concentraciones de iones de hidrógeno y los ácidos débiles tienen concentraciones bajas. El pH, entonces, es un valor numérico que expresa la concentración de iones de hidrógeno.

Microflora intestinal: Conjunto de bacterias que viven en el intestino, en una relación de simbiosis tanto de tipo comensal como de mutualismo. Este conjunto forma parte de la microflora normal. La gran mayoría de estas bacterias no son dañinas para la salud, y muchas son beneficiosas.

Las inmunoglobulinas: Son glicoproteínas que actúan como anticuerpos. Pueden encontrarse circulando en sangre, en las

secreciones o unidas a la superficie de las membranas de los linfocitos

B. Las inmunoglobulinas se producen como respuesta a la detección de moléculas extrañas en nuestro cuerpo. Estas moléculas extrañas que desencadenan la producción de anticuerpos se denominan antígenos.

Ácidos orgánicos: Son aquellos ácidos cuya estructura química se basa en el carbono; se añaden al alimento por su capacidad de reducir el pH de los alimentos, favoreciendo su conservación, ejercen una influencia positiva a nivel digestivo y metabólico, mejorando los rendimientos productivos de los animales.

Probióticos: Son productos a base de microorganismos vivos (la mayoría *lactobacillus*) que colonizan el tracto gastrointestinal de los animales que lo consumen y cuyo objetivo es asegurar el normal equilibrio entre las poblaciones de bacterias beneficiosas y peligrosas del aparato digestivo.

Eficiencia europea: Es un índice que mide la eficiencia productiva de un lote de pollos de engorde y que sirve para compararlo con otros lotes.

Conversión alimenticia: Es el índice que se obtiene al dividir el total de alimento consumido (kg.) entre el peso vivo (kg.) alcanzado por cada animal o grupo de animales.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la investigación

Dado que la investigación consistió en la manipulación de dos variables experimentales, en condiciones controladas, con el fin de describir de qué modo se produce un evento particular, y busca la asociación o correlación entre variables. El tipo de investigación fue “Experimental Comparativo”

3.2. Lugar de estudio

El presente trabajo se realizó en la irrigación la Yarada-Tacna, ubicada a 58 m.s.n.m. en el distrito de Tacna, departamento de Tacna., en las instalaciones de la granja Agropecuarias e Industrias “FAFIO S.A.”-Tacna. Se realizó entre los meses de abril a agosto del 2013.

Las instalaciones se encuentran ubicadas al extremo sur occidental de la Región Tacna y del País entre la latitud 18 09 58,61 S y latitud 70 38 57,49 O, correspondiente a las 19K325545 7990635 coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator).

En general el clima es cálido y con escasa precipitación en la zona. Mientras que la temperatura media registrada es de 19 °C (invierno), con valores máximos de 32 °C (verano). La humedad relativa media es de 72%, con valores máximos de 89% para los meses de septiembre y octubre; con un mínimo de 60% para el mes de febrero.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población estuvo conformada por 10000 pollos y la muestra experimental (por tratamiento) fue de 385 pollos de engorde la línea COBB 500. Para determinar la muestra se usó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{NZ^2 pq}{(N-1)E^2 + Z^2 pq}$$

Dónde:

N=Tamaño de la población

Z=Valor de la distribución normal

p=q=0,5

E=Error muestral

Si:

N = 10000

Z = Con 2 unidades de desviación (nivel de confianza de 95 %)

pq = 50/50 ó 0,5/0,5

E = 5,0 % ó 0,5

$$\text{Tendríamos: } n = \frac{10000 \times 2^2 \times 50 \times 50}{(10000 - 1)5^2 + 2^2 \times 50 \times 50} \quad n = \frac{100000000}{259975} \quad n = 384.65$$

3.3.2. Muestra

El tamaño de la muestra por tratamiento a un nivel de confianza de 95% y con un margen de error de 5% fue de 770 pollos, y por cada tratamiento se realizó 01 repetición, haciendo un total de la muestra de 2 310 pollos de la línea COBB 500; tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Grupos de investigación

	Tratamiento con ácidos orgánicos	Tratamiento con probióticos	Control	Total
1^{era} repetición	385 pollos	385 pollos	385 pollos	
2^{da} repetición	385 pollos	385 pollos	385 pollos	
TOTAL	770 pollos	770 pollos	770 pollos	2 310 pollos

Fuente: Elaboración propia – 2013

Todas las aves recibieron la misma agua y el mismo alimento *ad libitum* durante todo el experimento y cuyas fórmulas según su etapa de desarrollo fue:

Tabla 4. Composición nutricional de las raciones alimenticias según etapas de desarrollo

Periodo de alimentación	INICIO	CRECIMIENTO	ACABADO	FINALIZADOR
	0-10 días	11-22 días	23-35 días	36 días a mas
Proteína cruda %	21	19	18	17
Energía Metabolizable (Kcal/kg.)	2 988	3 083	3 176	3 176
Lisina %	1,2	1,1	1,05	1,00
Metionina %	0,46	0,44	0,43	0,41
Triptófano %	0,2	0,19	0,19	0,18
Treonina %	0,79	0,74	0,72	0,69
Arginina %	1,26	1,17	1,13	1,08
Calcio %	1,00	0,96	0,9	0,85
Fósforo %	0,5	0,48	0,45	0,42
Sodio %	0,22	0,19	0,19	0,18
Cloro %	0,2	0,2	0,2	0,2
Cocccidiostato	0,5	0,5	0,5	-

Fuente: Agropecuarias e Industrias "FAFIO S.A" - 2013

La composición de los alimentos de: inicio, crecimiento, acabado y finalizador, se muestran en el anexo 4.

3.4. Materiales y métodos para la recolección de datos

3.4.1. Materiales

Material biológico en estudio:

Muestra experimental 2 310 pollos de ambos sexos de la línea genética COBB 500, los cuales serán proporcionados por la granja Agropecuarias e Industrias “FAFIO S.A.”-Tacna.

Insumo experimental:

G1: Tratamiento con ácidos orgánicos: Se usó el producto (“Citro-quim”) que contiene ácido cítrico, fosfórico, acético, fumárico y propiónico, cuya dosis fue de 0,25 ml/ l. de agua, administrados los primeros 7 días de vida.

G2: Tratamiento con probióticos: Se usó el producto (“Prokura”) que contiene *lactobacillus acidophilus* y *l. lactis* 1.000.000.000 CFU/gr. , cuya dosis fue de 1,5 g/ l. de agua, administrados los primeros 7 días de vida.

3.4.2. Métodos

Se utilizaron 2 310 pollos de sexo mixto de un día de nacidos que se distribuyeron completamente al azar en 3 grupos, con 770 pollos cada uno. El grupo 1 (G-1) recibió agua con ácidos orgánicos a dosis de 0,25 ml/l. de agua, el grupo 2 (G-2) recibió agua con probióticos a dosis de 1,5 g. /l. de agua y el grupo (G-3) recibió agua sin ácidos orgánicos ni probióticos (grupo control). Todas las aves recibieron el mismo tipo de agua y el mismo alimento sin antibiótico como promotor de crecimiento, *ad libitum* durante todo el experimento. El grupo experimental constó de 1 repetición cada uno.

- Para determinar el peso promedio de cada grupo, se pesaron los pollos al primer día de vida en el momento de la recepción, luego se pesaron una vez por semana cada grupo experimental con la ayuda de una balanza digital (los rangos de la balanza son desde 1 g. hasta 10 kg.) hasta el momento del beneficio.
- Para determinar la conversión alimenticia (C.A) de cada grupo se consideró el total de alimento consumido (kg) entre el peso vivo promedio (kg) de cada grupo.

- Para determinar el % de mortalidad de cada grupo se consideró el número total de animales muertos multiplicado por 100 y dividido entre el número total de animales ingresados a cada grupo que fue de 385 pollos BB.
- Todos estos 3 primeros datos nos llevaron a obtener el índice de Eficiencia Europea (IEEP); Viabilidad (%) x Peso Vivo (Kg)/ Edad de venta x C.A, todo multiplicado por 100.

$$\text{IEEP} = \frac{\text{Viabilidad (\%)} \times \text{Peso vivo (kg)}}{\text{Edad (días)} \times \text{Conversión}} \times 100$$

3.5. Análisis estadístico

Para el análisis de los resultados se empleó el sistema de análisis estadístico Statgraphic Centurión y se realizó: análisis de varianza (ANOVA) en un diseño completamente al azar, para determinar la influencia de la variable independiente sobre las variables dependientes, con la finalidad de la contrastación de las muestras para el conocimiento de sus variaciones. Para la ejecución del presente estudio, se empleó el diseño completamente al azar, cuyo modelo aditivo es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Observación respuesta (consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia)

U = Promedio general

T_i = Efecto de tratamiento

B_j = Efecto de repeticiones

E_{ijk} = Efecto de subunidades (pollos)

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

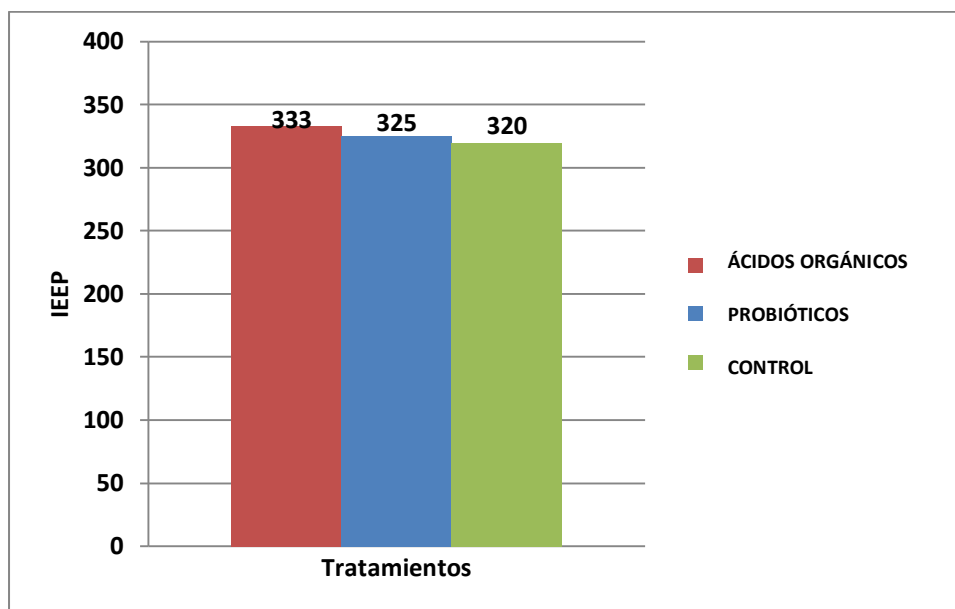
4.1.1. Índice Eficiencia Europea Productiva

Tabla 5. Índice de Eficiencia Productiva Europea (IEEP) según tratamientos.

Tratamiento		
Acido orgánico (0,25ml/l)	Probiótico (1,5g/l)	Control
333	325	320

Fuente: Elaboración propia – 2013

Según la tabla 5, se tiene que el lote al cual se le adicionó ácidos orgánicos presentó el mejor índice de Eficiencia Europea Productiva de 333, seguido del grupo al cual se le adicionó probióticos con 325, y por último el grupo control con 320.



Fuente: Elaboración propia - 2013

Figura 1. Índice de eficiencia europea productiva (IEEP) según tratamientos

Según la figura 1, se observa que el grupo al cual se le adicionó ácidos orgánicos presentaron una mejor Eficiencia Europea Productiva, seguido del grupo con probióticos y por último el grupo control.

En cuanto a los resultados obtenidos el grupo que recibió ácidos orgánicos, la mejor eficiencia se debe a su mejor % de viabilidad, conversión alimenticia así como también su mejor ganancia de peso en relación a los demás grupos.

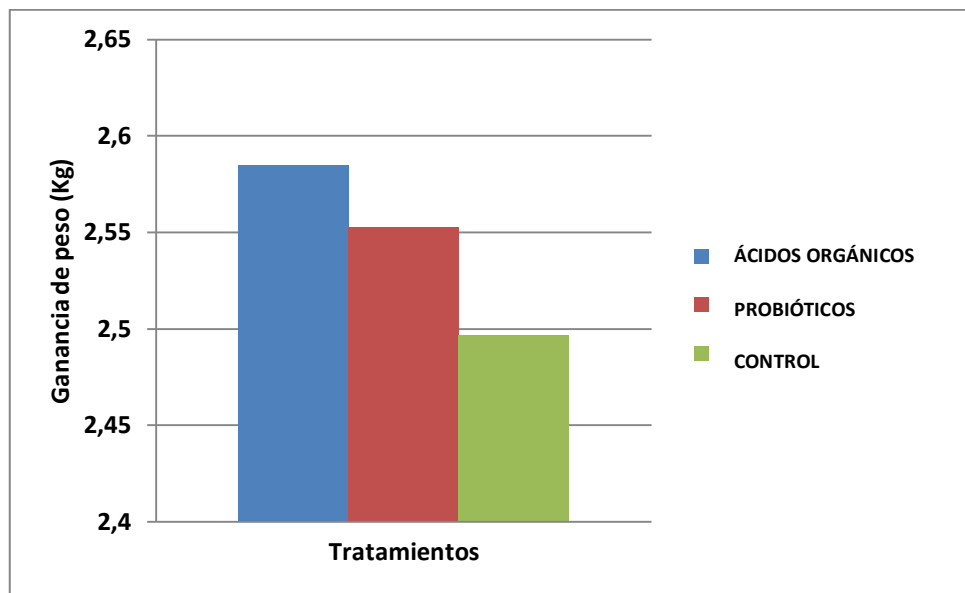
4.1.2. Ganancia de peso

Tabla 6. Promedio de ganancia de peso (Kg) en pollos de engorde de la línea COBB 500.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS		
	Ácidos orgánicos (0,25ml/l.)	Probióticos (1,5g/l.)	Control
1	2,580	2,547	2,505
2	2,590	2,560	2,490
Promedio	2,585	2,553	2,497

Fuente: Elaboración propia - 2013

Según la tabla 6, se tiene que el grupo al que se le adicionó ácidos orgánicos (0,25ml/l.) en el agua de bebida, obtuvieron una ganancia de peso promedio de 2,580 kg. y 2,590 kg. en la repetición, haciendo un promedio final de 2,585 kg. En cuanto a los pollos que se les adicionó probióticos (1,5g/l.) obtuvieron 2,547 kg. y 2,560 kg en la repetición, haciendo un promedio final de 2,553 kg. Con respecto al grupo control éstos alcanzaron un 2,505 kg. y 2,490 kg en la repetición, con un promedio final de 2,497 kg.



Fuente: Elaboración propia - 2013

Figura 2: Promedio de ganancia de peso (kg) en pollos de engorde de la línea COBB 500, según tratamientos.

En la figura 2, se observa que el mayor promedio de ganancia de peso se encontró en el grupo que se adicionó ácidos orgánicos (0,25ml/l.), con 2 585 Kg en promedio, seguido de los pollos tratados con probióticos (1,5g/l.), con 2 553 Kg en promedio y por último el grupo control con un promedio de 2 497 Kg.

Tabla 7. Análisis de varianza (ANOVA) de los datos obtenidos en el experimento sobre la ganancia de peso en pollos de engorde de la línea COBB 500.

	G.L.	SC	CM	Fc	Sig
Tratamientos	2	35,63	17,815	1,597	0,569
Error	3	33,46	11,15		
Total	5				

Fuente: Elaboración propia - 2013

Según la tabla 7, se tiene que mediante el análisis de varianza (ANOVA) realizado no se encontraron valores estadísticamente significativos ($0,569 > 0,05$) en cuanto a la ganancia de peso de pollos de la línea COBB 500 en los tres tratamientos realizados en el experimento.

Con respecto a la ganancia de peso final observada (tabla 6), se evidencia que los pollos a los que se les adicionó ácidos orgánicos obtuvieron mayor peso promedio de 2,585 kg. con respecto al grupo que se les adicionó probióticos (1.5g/lit) y el control. Es decir el grupo al que se le suministró ácidos orgánicos obtuvo diferencias de 88 gr. con respecto al grupo control y 32 g. con respecto al grupo al que se les adicionó probióticos. No obstante estas cifras no representaron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los diferentes tratamientos.

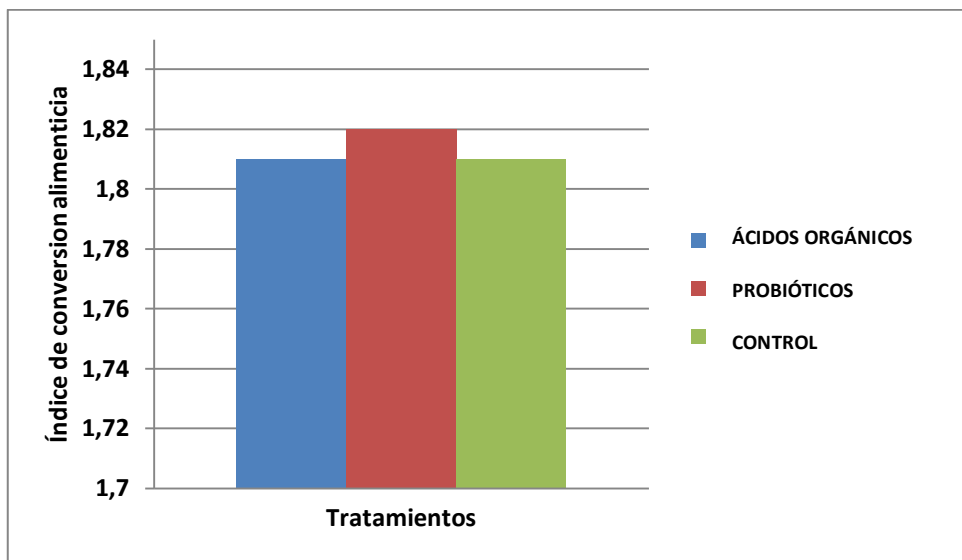
4.1.3. Conversión alimenticia

Tabla 8. Promedio de conversión alimenticia en pollos de engorde de la línea COBB 500.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS		
	Ácidos orgánicos (0,25ml/l.)	Probióticos (1,5g/l.)	Control
1	1,82	1,85	1,80
2	1,81	1,80	1,82
Promedio	1,81	1,82	1,81

Fuente: Elaboración propia - 2013

Según la tabla 8, se tiene que los grupo de pollos a los que se les adicionó ácidos orgánicos (0,25ml/l.) en el agua de bebida obtuvieron una conversión alimenticia de 1,82 y 1,81 en la repetición, con un promedio de 1,81; mientras a los que se les adicionó probióticos (1.5g/l.) obtuvieron 1,85 y 1,8 en la repetición, haciendo un promedio de 1,82. En cuanto al grupo control obtuvo 1,80 y 1,82 en la repetición respectivamente, por lo tanto un promedio de 1,81.



Fuente: Elaboración propia - 2013

Figura 3. Promedio de conversión alimenticia en pollos de engorde de la línea COBB 500 según tratamientos.

En la figura 3, se observa que el grupo que se le adicionó ácidos orgánicos y en el grupo control obtuvieron una conversión alimenticia similar de 1,81, mientras el grupo al que se le adicionó probióticos obtuvo una conversión alimenticia de 1,82, no siendo notable la diferencia entre los grupos.

Tabla 9. Análisis de varianza (ANOVA) de los datos obtenidos en el experimento sobre la conversión alimenticia en pollos de engorde de la línea COBB 500.

	G.L.	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	2	18,15	9,07	1,502	0,483
Error	3	18,14	6,04		
Total	5				

Fuente: Elaboración propia - 2013

Según la tabla 9, se tiene que según el análisis de varianza (ANOVA) de la conversión alimenticia de pollos de la línea COBB 500 al finalizar los tratamientos se obtuvieron valores no significativos ($0,483 > 0,05$).

Por lo tanto la mejor conversión alimenticia se encontró en los animales tratados tanto con ácidos orgánicos, como en el grupo control con conversiones alimenticias de 1,81 ambas, y por último el grupo con probióticos con 1,82.

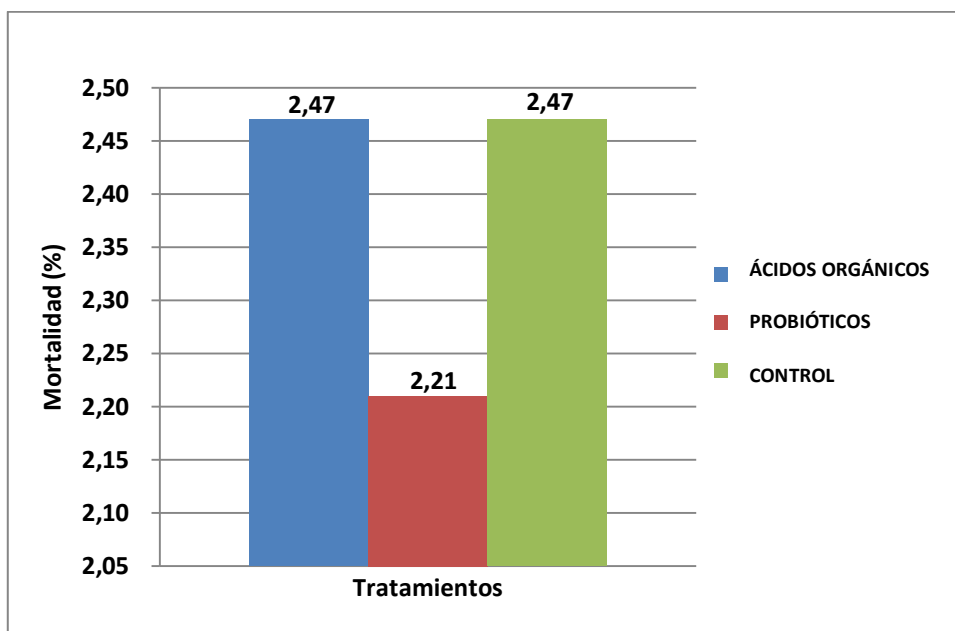
4.1.4. Mortalidad

Tabla 10. Promedio de mortalidad al final de los tratamiento (%) en pollos de engorde de la línea COBB 500.

REPETICIÓN	TRATAMIENTOS		
	Ácidos orgánicos (0,25ml/l.)	Probióticos (1.5g/l.)	Control
1	2,08	2,34	2,60
2	2,34	2,60	2,34
Promedio	2,21	2,47	2,47

Fuente: Elaboración propia - 2013

Según la tabla 10, se tiene que el grupo al que se le adicionó Ácidos orgánicos (0,25ml/l.) en el agua de bebida, obtuvieron una mortalidad de 2,08 % y 2,34% en la repetición, haciendo un promedio de 2,21%; en cuanto al grupo a los que se les adicionó probióticos obtuvieron un 2,34% y en la repetición 2,6 %, con un promedio de 2,47%; mientras para el grupo control obtuvo 2,60% y 2,34% en su respectiva repetición, haciendo un promedio de 2,47%.



Fuente: Elaboración propia - 2013

Figura 4. Promedio de mortalidad (%) en pollos de engorde de la línea COBB 500, según tratamientos.

Según la figura 4, se observa que el grupo de pollos que se les adicionó ácidos orgánicos obtuvieron la menor mortalidad con 2,21%, mientras los grupos con probióticos y control fueron los que obtuvieron mayores porcentajes de mortalidad con 2,47% ambos.

Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) de los datos obtenidos en el experimento sobre la mortalidad en pollos de engorde de la línea COBB 500.

	G.L.	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	2	31,23	15,615	1,66	1,00
Error	3	28,21	9,40		
Total	5				

Fuente: Elaboración propia - 2013

En la tabla 11, se tiene que según el análisis de varianza (ANOVA) de la mortalidad de pollos de la línea COBB 500 al finalizar los tratamientos se obtuvieron valores no significativos ($1,00 > 0,05$).

Por lo tanto los del grupo tratado con ácidos orgánico obtuvieron una menor mortalidad, seguida del grupo con probióticos y por último el grupo control.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

4.2.1. Contrastación de hipótesis general

Para contrastar las hipótesis planteadas se utilizó la prueba de Duncan, ya que es una prueba que permite comparar todas las medias entre sí.

- Ho: El uso de ácidos orgánicos y probióticos en los pollos COOB-500, mejora su eficiencia productiva.
- Ha: El uso de ácidos orgánicos y probióticos en los pollos COOB-500, no mejora su eficiencia productiva.

Debido a que los valores de significación para las hipótesis específicas en todos los casos no fueron significativas, se concluye que con respecto al índice de eficiencia productiva, tampoco es significativa, es decir, que el uso de ácidos orgánicos y probióticos en los pollos COOB-500, no mejora su Eficiencia Europea productiva.

4.2.2. Contrastación de la hipótesis específica 1:

Ho₁: El uso de ácidos orgánicos y probióticos en los pollos COOB-500, mejora la ganancia de peso vivo.

Ha₁: El uso de ácidos orgánicos y probióticos en los pollos COOB-500, no mejora la ganancia de peso vivo.

Tabla 12. Prueba de Duncan y comparación de medias según la ganancia de peso en pollos de engorde de la línea COBB 500.

	Ácidos orgánicos	Probióticos	Control
	2,585 ^a	2,553 ^a	2,497 ^a
Control	2,46*	7,10*	0,0
2,497 ^a	(0,088)	(0,056)	
Probióticos	7,10*	0,0	
2,553 ^a	(0,032)		
Ácidos orgánicos	0,0		
2,585 ^a			

Fuente elaboración propia - 2013

Según la tabla 12, se tiene que las diferencias entre las medias son menores al valor de la Diferencia Mínima Significativa (DMS) encontrados, por lo tanto las medias de los tratamientos en estudio no son diferentes

estadísticamente. En conclusión rechazamos la hipótesis nula, es decir que el uso de ácidos orgánicos y probióticos en los pollos COOB-500, no mejora la ganancia de peso vivo.

4.2.3. Contrastación de hipótesis específica 2:

- Ho₂: El uso de ácidos orgánicos y probióticos en los pollos COOB-500, mejora la conversión alimenticia.
- Ha₂: El uso de ácidos orgánicos y probióticos en los pollos COOB-500, no mejora la conversión alimenticia.

Tabla 13. Prueba de Duncan y comparación de medias según la conversión alimenticia en pollos de engorde de la línea COBB 500.

	Ácidos orgánicos	Control	Probióticos
	1,81	1,81	1,82
Probióticos	0	5,35	5,62
	1,82	(0,01)	(0,0)
Control		0	5,35
	1,81		(0.01)
Ácidos orgánicos			0
	1,81		

Fuente: Elaboración propia - 2013

Según la tabla 13, se tiene que las diferencias de las medias son menores al valor DMS, por lo cual se concluye que las medias de los tratamientos en cuestión no son diferentes estadísticamente. En conclusión rechazamos la hipótesis nula, es decir que el uso de ácidos orgánicos y probióticos en los pollos COOB-500, no mejora la conversión alimenticia.

4.2.4. Contrastación de hipótesis específica 3

- Ho₃: El uso de ácidos orgánicos y probióticos en los pollos COOB-500, influye en la mortalidad.
- H3₃: El uso de ácidos orgánicos y probióticos en los pollos COOB-500, no influye en la mortalidad.

Tabla 14. Prueba de Duncan y comparación de medias según la mortalidad de peso en pollos de engorde de la línea COBB 500.

	Ácidos orgánicos	Probióticos	Control
	2,21 ^a	2,47 ^a	2,47 ^a
Control	6,847*	6,47*	0,0
2,47 ^a	(0,26)	(0,26)	
Probióticos	6,52*	0,0	
2,47 ^a	(0,26)		
Ácidos orgánicos	0,0		
2,21 ^a			

Fuente: Elaboración propia - 2013

Según la tabla 14, se tiene que las diferencias de las medias son menores que el valor DMS*, por lo cual se concluye que las medias de los tratamientos en cuestión no son diferentes estadísticamente. En conclusión rechazamos la hipótesis nula, es decir que el uso de ácidos orgánicos y probióticos en los pollos COOB-500, no influye en la mortalidad.

4.3. DISCUSIÓN

4.3.1. Índice de Eficiencia Europea Productiva

Los resultados fueron de 333 para el grupo al cual se le adicionó ácidos orgánicos, 325 para el grupo que recibió probióticos, y 320 para el grupo control. Con respecto a este índice no se han encontrado otros trabajos que permitan realizar una discusión.

4.3.2. Ganancia de peso

Los resultados para ganancia de peso fueron mejores en el grupo al cual se administró ácidos orgánicos (2 585 Kg), seguido del grupo que recibió probióticos (2 553 Kg) y por último el grupo control (2 497 Kg).

Resultados similares fueron encontrados por Guevara A. y col. (2003) donde luego de la administración de ácidos orgánicos en el agua de bebida en pollos de engorde obtuvo una diferencia de 20 gr. en peso corporal con relación al grupo testigo. Y Ramírez M.I y col. (2007) quien utilizó ácido

acético y orégano en la regulación del ecosistema intestinal de aves de corral, obteniendo una ganancia de peso para 12 días de estudio de 798, 55 g. para los pollos tratados y 680,58 g. para el grupo control.

En cuanto a probióticos, nuestros resultados fueron similares a los obtenidos por Aguavil E.C.(2012) quien utilizó un probiótico a base de *Lactobacillus* y *Bacillus subtilis* en pollos Broiler Ross – 308, obteniendo una ganancia de peso de 2 710 g. mientras el grupo testigo obtuvo 2 586, 67 g. Y Milian (2005) quien utilizó un probiótico a base de *Bacillus cereus* (Toyocerin) en pollos de engorde, obtuvo un peso final superior en 1.5% y 2.5% en los animales tratados respecto al control.

Por estos motivos, tanto el ácido orgánico como el probiótico investigados serían opciones para mejorar la ganancia de peso en el engorde de los pollos.

4.3.3. Conversión alimenticia

Los resultados fueron de (1,81) en el grupo que recibió ácidos orgánicos, así como para el grupo control, y de (1,82) en el grupo que recibió probióticos.

Nuestros resultados son mejores a los obtenidos por Lastras, P. (2009) debido a que en nuestro caso el grupo control presentó una ligera mejor conversión alimenticia (1,81) en relación al grupo tratado con probiótico (1,82), en cambio Lastras, P. obtuvo mejor conversión alimenticia en el grupo al que se le adicionó probiótico (2,35), en comparación a su grupo

control (2,68). Por otro lado nuestros resultados son ligeramente menores a los de Milian (2005), ya que el obtuvo mejor conversión alimenticia en el grupo tratado con probióticos (1,2) mientras que su grupo control obtuvo (2,0).

Por esta razón, los ácidos orgánicos y probióticos estudiados serían opciones para mejorar la conversión alimenticia de los pollos de engorde

Mortalidad

Los resultados con respecto a mortalidad fueron para el grupo que recibió ácidos orgánicos 2,21%, seguido del grupo que recibió probióticos y del grupo control con 2,47% respectivamente. Estos son muy superiores a los obtenidos por Aguavil E.C. (2012) quien utilizó un probiótico a base de *Lactobacillus acidophilus* y *bacillus subtilis* en pollos Ross - 308 obtuvo 2,69% de mortalidad en el grupo tratado y 5,5% en el grupo testigo. Y Cortés y Ávila (2000) quien obtuvo 2,7% en el grupo que se adicionó probióticos, mientras el grupo control 4,5%.

Por lo tanto el ácido orgánico y probióticos estudiados son opciones para disminuir la mortalidad al mantener un equilibrio entre la flora benéfica y patógena en el tracto gastrointestinal del ave, así mismo directamente influye mejorando la eficiencia europea productiva (EEP) de los lotes.

CONCLUSIONES

1. La Eficiencia Europea productiva fue de 333 para el grupo al cual se le adicionó ácidos orgánicos, 325 para el grupo que recibió probióticos, y 320 para el grupo control.
2. La ganancia de peso fue mejor en el grupo al cual se administró ácidos orgánicos (2 585 kg), seguido del grupo que recibió probióticos (2 553 kg) y por último el grupo control (2 497 kg).
3. La conversión alimenticia fue mejor en el grupo que recibió ácidos orgánicos, así para el grupo control (1,81), y por último el grupo que recibió probióticos (1,82).
4. El porcentaje de mortalidad fue menor en el grupo que recibió ácidos orgánicos (2,21%), seguido del grupo que recibió probióticos y del grupo control (2,47%) respectivamente.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los criadores de pollos de engorde el uso de ácidos orgánicos y probióticos, en vista de ser una opción en la prevención de la sanidad aviar y una garantía para la salud de los consumidores.
- Se recomienda hacer más investigaciones con diferentes dosis, tanto de ácidos orgánicos como de probióticos, para determinar los mejores niveles de uso.
- Se recomienda también investigar en otros tipos de crianza de aves comerciales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUAVIL E.C, (2012). “Evaluación del efecto de un probiótico nativo elaborado en base a *Lactobacillus acidophilus* y *Bacillus subtilis* sobre el sistema gastrointestinal en pollos broiler ross-308”. Universidad de Santo Domingo - Ecuador. Para optar el grado de título. Pág. 3, 7,8.

APA- Asociación peruana de avicultura. (2012)

BATAL, A.B. y PARSONS, C.M. (2002). Nutrición, patología y fisiología en pollos. Revista Poultry. Science, vol 02, Pág. 81.

CARRO, M. D., y RANILLA, M. J. (2002) “Los aditivos antibióticos promotores del crecimiento de los animales: situación actual y posibles alternativas”. Revista Poultry. Science, vol 01, Pág. 12-13.

CEJAS E, PINTO S, PROSDÓCIMO F, BATALLÉ M, BARRIOS H, TÉLLEZ G, DE FRANCESCHI M. (2011). Evaluation of Quebracho red Wood (*Schinopsis lorentzii*) Polyphenolic Vegetable Extract for the Reduction of Coccidiosis in Broiler Chicks. International Journal of Poultry Science 10(5):344-349.

COELLO, C. L, (2010) “Efecto del uso de los ácidos orgánicos en la nutrición de aves”. Universidad Autónoma de México. Pág. 3-6, 12-15.

CORTÉS, C. y ÁVILA. G. (2000) “El efecto del *Bacillus toyoi* sobre el comportamiento productivo en pollos de engorde. Universidad autónoma de México. Pág. 3-6.

DALE NICK., (1993) “Probióticos y enzimas para aves. Acontecer Avícola”. Revista Geocities. No 3. Vol. 1. Pág. 7-13.

GARLICH D. JIM. (2002). Microbiología del tracto intestinal. Los probióticos” Tecnología Avipecuaria. Vol.02. Pág. 23-29.

GAUTHIER ROBERT (2002) “El caso de los Ácidos Orgánicos. Los Avicultores y su entorno”. Revista poultry Sciene. Vol 04. Pág 84.

GÓMEZ C.A. (2004) “Evaluación de un probiótico en gallinas reproductoras pesadas”. Universidad de la Salle – Venezuela. Para optar el grado de título. Pág. 5-9.

GUEVARA A.C, Y COL., (2003) “Incidencia de ácidos orgánicos como reguladores del pH del buche y reductores de Salmonella, mediante el suministro en el agua de bebida a pollos de engorde, en el proceso de producción. Universidad Católica - Ecuador. Para optar el grado de título. Pág. 54-56

GUTHIER,R. (2002). La salud intestinal: Clave de la productividad-El caso de los ácidos orgánicos. Jefe Nutrition INC. Canadá.

HERRERA G.N, Y LOPEZ P.C (2002) “Adición de un probiótico y un ácido orgánico en dietas de pollo de engorde”. Universidad Veracruzana – México. Para optar el grado de título. Pág. 3-14 y 18-21

HOYOS, D. (2008) “Utilidad de los microorganismos eficaces (EM®) en una explotación avícola” .Córdoba-Colombia. Pág. 30-31.

INEI- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2012).

JARAMILLO, D. (2010) “Evaluación de la producción de bacteriocinas a partir de Lactobacilos y Bifidobacterias”. Universidad de Los Andes, Facultad de Ingeniería. Bogotá - Colombia. Para optar el grado de Magister. Pág. 23-26 y 32-33.

JARAMILLO,B; ALVARO.H. (2012) “ Ácidos orgánicos (Cítrico y Fumarico) como alternativa a los antibióticos promotores de crecimiento(Zinc-Bacitracina) en la dieta de los pollos de engorde”.

KOUTSOS, E. (2006) “En: North Carolina poultry nutrition conference. NC”, Pág. 29-33.

LASTRAS, P. (2009) “Probióticos, *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium bifidum*, Suplementos nutricionales, Revista Salud Bio, Pág. 12.

LOZANO A., MARIA C.; ARIAS M., DIANA C. (2008) “Residuos de fármacos en alimentos de origen animal : Panorama actual en Colombia. Pág-18-19

MILIAN, G. (2005) “Empleo de probióticos a base de *Bacillus sp* y sus endosporas en la producción avícola. Instituto de Ciencia Animal. Para optar el grado de título. La Habana. Pág.3-6 y 14-28.

MINAG, DGIA-Dir. Estad. 2006

MROZ, Z. (2004) “Acidificantes, fitasas y sus interacciones en la alimentación de cerdos y pollos”. Institute for Animal Science and Health (ID-Lelystad). IDTNO. Department of Animal Nutrition. Pág. 87-96.

NAVA, J. (2008) “Evaluación de Bacterias Ácido Lácticas Comercializadas como Probióticas” Universidad de los Andes. Departamento de Biología. Merida – Colombia. Pág. 5-16.

ORTIZ, A. (2006) “Salud Intestinal. Ajustes de dietas. Artículos técnicos de Sanidad. Licenciado en Veterinaria. Madrid-España. Pág. 22.

PINOS, A. (2007) “Breve reseña de los probióticos. Universidad Agraria de la Habana”. Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Pág. 30-32.

PROSDÓCIMO F, BATALLÉ M, SOSA N, DE FRANCESCHI M, BARRIOS H. (2010). Determinación *in vitro* del efecto antibacteriano de un extracto de quebracho colorado, *Schinopsis lorentzii*. InVet 12(2):139-143.

RAMÍREZ M, I. y BLANCO B,M.(2007) “Utilización del ácido acético y orégano en la regulación del ecosistema intestinal de aves de corral. Centro de

Transferencia y Desarrollo de Tecnologías. Universidad Técnica de Machala - Ecuador. Para optar el grado de título. Pág. 23-28.

REYES SÁNCHEZ E, (2000) "Evaluación de promotores del Crecimiento en pollos de engorda en un sistema de Alimento Restringido y a Libre acceso. Tecnología Avípecuaria. Vol 06. Pág.45-56.

RODRÍGUEZ, P. (2011) "Los ácidos orgánicos como agentes antimicrobianos. XVI Curso de Especialización FEDNA, Madrid. Pág. 5.

ROQUET, J. (2002) "Probióticos y Prebióticos: Interés en avicultura. Selecciones Avícolas. Vol 8. Pág. 561-564

SALGADO, D. (2010) "Una nueva tecnología ambientalista para la producción animal" microorganismos eficaces. Agropecuaria Carrillo. Pág. 10-19.

SAMANIEGO, L. SOSA, M. (2002) "Lactobacillus spp.: Importantes promotores de actividad probiótica, antimicrobiana y bioconservadora. Centro de Estudios Biotecnológicos. Facultad de Agronomía. Universidad de Matanzas - Cuba. Para optar el grado de título. Pág. 17-19.

SANTOS Jr., A.A. y FERKET, P.R. (2007) "En: Conf. APINCO de ciência e tecnología avícola" Santos, Pág. 143-159.

SISSONS, J. (1989) "Potential of probiotic organisms to prevent diarrhea and promote digestion in far animals a review" Revista Science Food Agric Vol 49. Pág. 1-13

SMITS, C. (2001). Modulación a través de la dieta del confort intestinal de los pollitos. Department of Avian Virology, DLO Institute for Animal Science y Health, Lelystad. The Netherlands. FEDNA. Pág. 4-9.

SPRINGS, P. (2002) " En: 12ª Ronda latino-americana da Alltech. Pág. 57-70.

VALLS GARCIA,J.L. (2008). Prohibición del uso de antibióticos en la avicultura. Primer congreso nacional de especialistas en avicultura, Cartagena-Colombia.

VAN KOL, M. (1998) "Alternative to growth promoters" Revista de Ciencias Avícolas. Pág . 27.

WENK,F. (2000). Feed additive options. Pig progress. 18:24

ANEXOS

ANEXO 1

REGISTRO DE CONTROL- TRATAMIENTO CON ÁCIDOS ORGÁNICOS

TRATAMIENTO 1 385 AVES

EDAD		MORTALIDAD - CONTROL FÍSICO DE POLLOS					CONSUMO - ALIMENTO				PESOS	
SEMANA	DIÁS	MORTAL.	MORT.ACUM	% MORTAL.	% M. ACUM	SALDO	CONSUMO (KG)	CONS.ACUM (KG)	GRAMOS / AVE	GRAMOS ACUM /AVE	PESO (Kg.)	C.A
1	0-7 días	1	1	0,26	0,26	384	60	60	156,25	156,25	160	0,977
2	8-14 días	2	3	0,52	0,78	382	131	191	342,93	499,18	440	1,135
3	15-21 días	2	5	0,52	1,30	380	217	408	571,05	1070,23	835	1,282
4	22-28 días		5	0,00	1,30	380	388	796	1021,05	2091,29	1390	1,505
5	29-35 días		5	0,00	1,30	380	465	1261	1223,68	3314,97	1891	1,753
6	36-42 días	3	8	0,78	2,08	377	517	1778	1371,35	4686,32	2580	1,816

TRATAMIENTO 2 385 AVES

EDAD		MORTALIDAD - CONTROL FÍSICO DE POLLOS					CONSUMO - ALIMENTO				PESOS	
SEMANA	DIÁS	MORTAL.	MORT.ACUM	% MORTAL.	% M. ACUM	SALDO	CONSUMO (KG)	CONS.ACUM (KG)	GRAMOS / AVE	GRAMOS ACUM /AVE	PESO (Kg.)	C.A
1	0-7 días	2	2	0,52	0,52	383	61	61	159,27	159,27	171	0,931
2	8-14 días	1	3	0,26	0,78	382	131	192	342,93	502,20	471	1,066
3	15-21 días	1	4	0,26	1,04	381	216	408	566,93	1069,13	811	1,318
4	22-28 días	0	4	0,00	1,04	381	390	798	1023,62	2092,75	1393	1,502
5	29-35 días	4	8	1,04	2,08	377	460	1258	1220,16	3312,91	1894	1,749
6	36-42 días	1	9	0,26	2,34	376	515	1773	1369,68	4682,59	2590	1,808

Fuente: Agropecuarias e Industrias "FAFIO S.A" -2013

ANEXO 2

REGISTRO DE CONTROL- TRATAMIENTO CON PROBIÓTICOS

TRATAMIENTO 1

385 AVES

EDAD		MORTALIDAD - CONTROL FÍSICO DE POLLOS					CONSUMO - ALIMENTO				PESOS	
SEMANA	DIÁS	MORTAL.	MORT.ACUM	% MORTAL.	% M. ACUM	SALDO	CONSUMO (KG)	CONS.ACUM (KG)	GRAMOS / AVE	GRAMOS ACUM /AVE	PESO (Kg.)	C.A
1	0-7 días	1	1	0,26	0,26	384	61	61	158,85	158,85	161	0,987
2	8-14 días	0	1	0,00	0,26	384	130	191	338,54	497,40	410	1,213
3	15-21 días	1	2	0,26	0,52	383	220	411	574,41	1071,81	830	1,291
4	22-28 días	2	4	0,52	1,04	381	389	800	1021,00	2092,81	1345	1,556
5	29-35 días	1	5	0,26	1,30	380	466	1266	1226,32	3319,12	1956	1,697
6	36-42 días	4	9	1,04	2,34	376	520	1786	1382,98	4702,10	2547	1,846

TRATAMIENTO 2

385 AVES

EDAD		MORTALIDAD - CONTROL FÍSICO DE POLLOS					CONSUMO - ALIMENTO				PESOS	
SEMANA	DIÁS	MORTAL.	MORT.ACUM	% MORTAL.	% M. ACUM	SALDO	CONSUMO (KG)	CONS.ACUM (KG)	GRAMOS / AVE	GRAMOS ACUM /AVE	PESO (Kg.)	C.A
1	0-7 días	2	2	0,52	0,52	383	61	61	159,27	159,27	164	0,971
2	8-14 días	2	4	0,52	1,04	381	132	193	346,46	505,73	421	1,201
3	15-21 días	1	5	0,26	1,30	380	203	396	534,21	1039,94	827	1,257
4	22-28 días	1	6	0,26	1,56	379	312	708	823,22	1863,16	1334	1,397
5	29-35 días	2	8	0,52	2,08	377	480	1188	1273,21	3136,36	1921	1,633
6	36-42 días	2	10	0,52	2,60	375	550	1738	1466,67	4603,03	2560	1,798

Fuente: Agropecuarias e Industrias "FAFIO S.A" -2013

ANEXO 3

REGISTRO DE CONTROL- TRATAMIENTO CONTROL

TRATAMIENTO 1

385 AVES

EDAD		MORTALIDAD - CONTROL FÍSICO DE POLLOS					CONSUMO - ALIMENTO				PESOS	
SEMANA	DIÁS	MORTAL.	MORT.ACUM	% MORTAL.	% M. ACUM	SALDO	CONSUMO (KG)	CONS.ACUM (KG)	GRAMOS / AVE	GRAMOS ACUM /AVE	PESO (Kg.)	C.A
1	0-7 días	3	3	0,78	0,78	382	62	62	162,30	162,30	153	1,061
2	8-14 días	2	5	0,52	1,30	380	130	192	342,11	504,41	430	1,173
3	15-21 días	1	6	0,26	1,56	379	199	391	525,07	1029,47	810	1,271
4	22-28 días	0	6	0,00	1,56	379	320	711	844,33	1873,80	1320	1,420
5	29-35 días	1	7	0,26	1,82	378	484	1195	1280,42	3154,23	1860	1,696
6	36-42 días	3	10	0,78	2,60	375	510	1705	1360,00	4514,23	2505	1,802

TRATAMIENTO 2

385 AVES

EDAD		MORTALIDAD - CONTROL FÍSICO DE POLLOS					CONSUMO - ALIMENTO				PESOS	
SEMANA	DIÁS	MORTAL.	MORT.ACUM	% MORTAL.	% M. ACUM	SALDO	CONSUMO (KG)	CONS.ACUM (KG)	GRAMOS / AVE	GRAMOS ACUM /AVE	PESO (Kg.)	C.A
1	0-7 días	2	2	0,52	0,52	383	62	62	161,88	161,88	155	1,044
2	8-14 días	1	3	0,26	0,78	382	132	194	345,55	507,43	400	1,269
3	15-21 días	1	4	0,26	1,04	381	196	390	514,44	1021,87	800	1,277
4	22-28 días	1	5	0,26	1,30	380	324	714	852,63	1874,50	1318	1,422
5	29-35 días	1	6	0,26	1,56	379	489	1203	1290,24	3164,73	1920	1,648
6	36-42 días	3	9	0,78	2,34	376	516	1719	1372,34	4537,07	2490	1,822

Fuente: Agropecuarias e Industrias "FAFIO S.A" -2013

ANEXO 4

COMPOSICIÓN DE LA FORMULACIÓN DE ALIMENTO PARA POLLOS DE ENGORDE

	INICIO	CRECIMIENTO	ACABADO	FINALIZADOR
INSUMO	Kg	Kg	Kg	Kg
Maíz	609.18	644.54	659.76	684.84
S.Integral	200,00	210,00	220,00	214,00
Torta de Soya 44%	136,00	82,00	58,00	44,00
H. de Pescado 55%	20,00	30,00	30,00	30,00
Fosfato Monod. 21%	8.8	6.8	6.6	6,00
Carbonato de Calcio	10.4	10,00	9.4	9.6
Sal Comun	1.92	1.48	1.66	1.5
Bicarbonato de Sodio	2.46	2.86	2.98	2.84
Mycopro		2.5	2.5	2.5
Mycosorb	1.5			
Mycofung	1,00	1,00	0.8	
Agrovita PC-1	1,00			
Agrovita PC-2	0,00	1,00	0.8	
Vegpro	1,00	1,00	1,00	1,00
Cloruro de Colina 60%	1,00	1,00	1,00	1,00
Lisina	1.2	1.48	1.32	1.26
DL-Metionina 99%	2,00	2,00	1.76	1.72
Treonina	0.56	0.82	0.58	0.62
Novafill 20			0.52	
Nicarvet 20	0.5	0.5	0.5	
Promovet 20	1,00	0.8	0.6	
Quixalasalud 12%	0.26		0.12	
Zimpex P5000	0.12	0.12	0.12	0.12
Nitrovet	0.1	0.1	0.1	
TOTAL	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0

Fuente: Agropecuarias e Industrias "FAFIO S.A" -2013