

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE MEDICINA VETERINARIA Y
ZOOTECNIA



**EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA ASOCIACIÓN DE UN ÁCIDO
ORGÁNICO, PREBIÓTICO Y PROBIÓTICO EN LA INTEGRIDAD
INTESTINAL Y COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE GALLINAS
PONEDORAS LOHMANN.**

TESIS para optar el título de:

MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

KATHERINE MELISA RUIZ REYNA

TRUJILLO, PERÚ

2015

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente jurado:

MV. Mg. César Leopoldo Lombardi Pérez
PRESIDENTE

Ing. Zoot. Mg. Roberto Briones Cabellos
SECRETARIO

MV. Ciro Alejandro Meléndez Tamayo
VOCAL

Ing. Zoot. Dr. Wilson Lino Castillo Soto.
ASESOR

DEDICATORIA

Al culminar una importante etapa de mi vida, dedico mi esfuerzo y perseverancia reflejada 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, Thelmo Ruiz y Angélica Reyna por el sacrificio constante para poder culminar mis estudios universitarios.

A mi hermano Jean Piere, que siendo tan pequeño me brindó su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTO

Al Dr. Wilson Castillo Soto, Profesor y Director de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Privada Antenor Orrego, por su valiosa orientación como asesor del presente trabajo.

A los Profesores de la Escuela Profesional de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Privada Antenor Orrego, por sus enseñanzas a lo largo de este periodo.

A la Lic. Microbióloga Liliana Niño Barturén, Gerente del Laboratorio Microclin, por su apoyo y recomendaciones para el desarrollo del presente trabajo.

A mis tíos Grimaldo Ruiz, Nelson Ruiz y Ulises Ruiz por apoyarme siempre y alentarme para seguir adelante día a día.

A mis amigos Eder García y Neisser Hernández por su colaboración en la ejecución de mi tesis.

A todas las personas, que de una u otra manera contribuyeron para la culminación de mis estudios universitarios.

INDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	01
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	03
2.1 Situación actual de la producción avícola	03
2.2 Uso de nutraceuticos	04
2.3 Fisiología digestiva de las aves	10
2.4 Tracto gastrointestinal	11
2.4 Integridad intestinal	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 Lugar de ejecución de la investigación	16
3.2 Instalaciones y animales	16
3.3 Manejo de las aves.....	16
3.4 Alimentación	17
3.5 Tratamientos en estudio	17
3.6 Variables dependientes	19
3.7 Análisis estadístico.....	22
IV. RESULTADOS	24
4.1 Evaluación de calidad de huevo de la crianza de gallinas ponedoras Lohmann	24
4.2 Evaluación de calidad de huevo de la crianza de gallinas ponedoras Lohmann	26

4.3	Evaluación de integridad intestinal de la crianza de gallinas ponedoras Lohmann	27
4.4	Evaluación económica de la crianza de gallinas ponedoras Lohmann	31
V.	DISCUSIÓN	33
5.1	Evaluación del comportamiento productivo de la crianza de gallinas ponedoras Lohmann	33
5.2	Evaluación de calidad de huevo de la crianza de gallinas ponedoras Lohmann	35
5.3	Evaluación de integridad intestinal de la crianza de gallinas ponedoras Lohmann	36
5.4	Evaluación económica de la crianza de gallinas ponedoras Lohmann	38
VI.	CONCLUSIONES	39
VII.	RECOMENDACIONES	40
VIII.	BIBLIOGRAFIA	41
IX.	ANEXOS	46

INDICE DE CUADROS

Cuadro N°.	Página
1. Principales características de algunos ácidos	05
2. Composición porcentual y nutricional del alimento balanceado según los tratamientos para esta fase (Postura I)	18
3. Promedios del comportamiento productivo de la crianza de gallinas ponedoras Lohmann	24
4. Promedios de calidad de huevo de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad	27
5. Promedios de crecimiento alométrico de diferentes órganos de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad	28
6. Costos de producción y beneficio neto de la crianza de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad ..	32

INDICE DE FIGURAS

Figura N°.	Página
1. Promedios de producción de huevos de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad	25
2. Promedios de producción de huevos de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 29 a 31 semanas de edad de acuerdo a los tratamientos	26
3. Promedios de población de coliformes en las dos últimas porciones del intestino delgado(yeyuno e íleon) de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad de acuerdo a los tratamientos	29
4. Promedios de población de levaduras en las dos últimas porciones del intestino delgado (yeyuno e íleon) de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad de acuerdo a los tratamientos	30
5. Promedios de población de levaduras en los ciegos de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad de acuerdo a los tratamientos	31

INDICE DE ANEXOS

Anexo N°.	Página
1. Pesos vivos de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad	47
2. Conversión alimenticia de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad	47
3. Consumo de alimento de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad	47
4. Producción de huevos de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad	48
5. Calidad de huevo de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad	48
6. Integridad intestinal de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad	49

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar diversos aditivos como los prebióticos, probióticos y ácidos orgánicos, en la alimentación de gallinas ponedoras sobre su desempeño productivo y salud intestinal, se emplearon 150 gallinas ponedoras de la línea Lohmann, de 23 semanas de edad distribuidas en cinco tratamientos: Dieta base (DB), dieta con ácido orgánico y prebiótico (DAE), dieta con ácido orgánico y probiótico (DAO), dieta con ácido orgánico (DA), dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico (DAEO); agrupadas en jaulas de 6 animales, distribuidas a través de un diseño de bloques completos al azar y evaluadas por un periodo de 3 meses.

El comportamiento productivo de gallinas que consumieron alimento conteniendo ácido orgánico, prebiótico y probiótico (DAEO) mostraron 3.4% mayor de producción de huevos y 2.5% mayor en el consumo de alimento, sin afectar la conversión alimenticia. El uso de ácido orgánico y prebiótico (DAE) en la dieta generó huevos con menor peso y mayor coloración de yema. No se encontró diferencias en el crecimiento alométrico, pero en la integridad intestinal el uso de ácido orgánico y prebiótico (DAE) presentaron 4.0% mayor colonización de levaduras por encima del grupo control (DB), reforzando así el tracto gastrointestinal y reduciendo el número de microorganismos patógenos.

El uso de aditivos en la dieta no influyó decisivamente en los parámetros productivos, en la calidad de huevo, la integridad intestinal y en el beneficio económico, al no haberse presentado desafíos sanitarios en la crianza durante todo el periodo evaluado.

ABSTRACT

In order to evaluate prebiotics, probiotics and organic acids in the diet of laying hens on the productive performance and intestinal health, 150 laying hens of Lohmann line of 24 weeks of age, divided into 5 treatments: base diet (DB), diet with prebiotic and organic acid (DAE), diet with probiotic and organic acid (DAO) diet with organic acid (DA) diet with organic acid, prebiotic and probiotic (DAEO); grouped in cages of 6 animals, distributed through a completely randomized design and evaluated for a period of 3 months blocks.

The productive performance of hens fed feed containing organic, prebiotic and probiotic acid (DAEO) showed 3.4 % higher egg production and 2.5 % higher feed intake without affecting feed conversion. The use of organic and prebiotic acid (DAE) in the diet produced eggs with lower weight and higher yolk color .No differences in the allometric growth was found, but in the gut integrity using organic and prebiotic acid (DAE) had 4.0% greater colonization of yeast over the control group (DB), thereby reinforcing and reducing the gastrointestinal tract the number of pathogenic microorganisms.

The use of additives in the diet did not influence decisively in production parameters, egg quality, gut integrity and economic benefit by failing to report health challenges in raising throughout the period evaluated

INTRODUCCIÓN

En la industria avícola, los programas de alimentación han incluido el suministro de antibióticos para mejorar el crecimiento y la producción de aves; antibióticos conocidos tradicionalmente como promotores de crecimiento (APC). Esta práctica, sin embargo, ha sido cuestionada por los consumidores preocupados por la resistencia microbiana a estos fármacos y a las consecuencias negativas sobre la salud humana. Por lo cual, en enero del 2006, la Comunidad Europea prohibió el uso de promotores de crecimiento en el alimento para animales destinados al consumo humano generando una búsqueda de nuevas alternativas que reemplacen a estos antibióticos en el mercado y así seguir logrando una alta productividad a bajo costo y sobretodo ofrecer al consumidor un producto de calidad (Correa, 2003).

Como alternativas se han investigado muchos alimentos funcionales o nutracéuticos como promotores de crecimiento tales como: prebióticos, probióticos, aceites esenciales, extractos de plantas y ácidos orgánicos; con el objetivo de mejorar el estado de salud, disminuir los microorganismos patógenos y modular una mejor respuesta inmunitaria de las aves (Pastorelo, 2010).

Por consiguiente, es necesario modificar la microbiota del tracto gastrointestinal (TGI) de las aves administrando, por ejemplo, un sustrato específico para las bacterias beneficiosas (prebióticos), aportando al ave estas mismas bacterias (probióticos); o adicionando ciertos aditivos (como acidificantes y enzimas) que ayudan a crear un ambiente intestinal propicio para el crecimiento de ciertas bacterias y que inhiba el crecimiento de otras.

Los ácidos orgánicos por su efecto acidificante a nivel intestinal, mejoran el crecimiento de bacterias benéficas y por ende un mejor aprovechamiento de los nutrientes del alimento. Los prebióticos sirven de sustrato a bacterias beneficiosas, creando una disminución en el crecimiento de bacterias patógenas y contribuyendo a un incremento de la altura de las vellosidades intestinales. Los probióticos actuando sobre el equilibrio de la microbiota intestinal previniendo la colonización de organismos patógenos y asegurando una mejor utilización de los alimentos (Soares, 2003).

Estudios realizados de manera independiente en pollos de engorde han demostrado que contribuyen a un mejor aprovechamiento de los nutrientes de la dieta, mejorando la conversión alimenticia y la ganancia de peso; mezclando nutracéuticos como los prebióticos más probióticos (Castillo y Lombardi, 2010) o ácidos orgánicos (Jaramillo, 2011).

La mayoría de nutracéuticos son evaluados en pollos de engorde por el periodo corto de crianza, sin embargo en aves de postura el efecto de estas interacciones aún no han sido determinadas, considerando la edad del ave y el destino de los nutrientes para la producción de huevos. Por lo cual, el objetivo de la investigación fue de evaluar el efecto del uso de prebióticos, probióticos y ácidos orgánicos como aditivos en la dieta, sobre la producción de huevos, la integridad intestinal de las aves y el beneficio económico.

I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Situación actual de la producción avícola

De acuerdo a las estadísticas obtenidas por el Ministerio de Agricultura (MINAGRI, 2014), el aumento de la producción de huevos en el país ha pasado en el 2004 de 202.4 mil toneladas hasta las 349.8 mil toneladas registradas el año pasado, lo que significó un crecimiento del 72.86% en últimos diez años. Asimismo, se ha visto un incremento del consumo de huevo entre los años 2004 al 2013, pasando de 118 unidades per cápita a las 184 unidades por persona, lo que representa un crecimiento de 55.20%, en la última década.

Podemos decir que la avicultura sigue creciendo en los últimos años, a pesar de los altos costos que ha tenido en la alimentación. Sin embargo este desbalance se trata de compensar con el costo de producción de huevos, uno de los principales productos en el sector pecuario del país.

Ferket (2009), citado por Penz y otros (2011), reportaron que las restricciones en el uso de antimicrobianos como promotores de crecimiento generará una necesidad creciente de concentrar los esfuerzos en la modulación de la microflora intestinal y el sistema inmunitario a través del uso de nutracéuticos en lugar de controlar enfermedades entéricas con componentes terapéuticos.

Además, el cumplimiento de las recomendaciones relacionadas con el manejo de la salud de la parvada y la bioseguridad en la granja se volverá cada vez más crítico. Por lo cual hoy en día, hay una amplia variedad de nutracéuticos en el mercado, incluidos los

acidificantes, prebióticos, probióticos, aceites esenciales, enzimas, nucleótidos, etc.

2.2. Uso de Nutraceuticos

a. Ácidos orgánicos

El término "ácidos orgánicos" describe un grupo de ácidos grasos de cadena corta, generalmente con no más de siete átomos de carbono, que presentan uno o más grupos carboxilo ($R-COOH$) como grupo funcional.

Los más utilizados como conservantes son el ácido fórmico (fuerte bactericida) y el ácido propiónico (potente antifúngico) y como acidificantes el ácido cítrico y el fumárico. Encuentran amplio uso como aditivos en la industria de alimentos y también como aditivos químicos en piensos. El efecto de estos ácidos son más usados en las primeras semanas de vida de los animales, cuando aún no han desarrollado totalmente su capacidad digestiva (Jaramillo, 2011).

La acidificación (reducción del pH) de los ácidos orgánicos en solución acuosa se produce mediante la disociación (separación) de los grupos carboxilo y la liberación de iones H^+ . En principio, cuantos más grupos carboxilo por unidad de peso de ácido orgánico haya, más potente será el efecto acidificador. Esto explica, entre otras cosas, el mayor efecto reductor del pH del ácido fórmico en comparación, por ejemplo, con el ácido láctico, porque el peso molecular del ácido láctico duplica casi el del ácido fórmico, presentando cada uno de estos compuestos un grupo carboxilo (Cuadro 1).

Cuadro 1. Principales características de algunos ácidos orgánicos.

Ácidos orgánicos	Peso molecular (g/mol) ¹	Densidad (g/ml) ¹	pKa ^{1,2}
Ácido Fórmico	46,03	1,22	3,75
Ácido Acético	60,05	1,049	4,76
Ácido Propiónico	74,08	0,993	4,88
Ácido Butírico	88,12	0,958	4,82
Ácido Láctico	90,08	1,206	3,83
Ácido Fumárico	116,07	1,635	3,02
Ácido Málico	134,09	1,6	3,46
Ácido Cítrico	192.14	1,665	3,13

Fuentes: ¹ BASF nutrición animal. ² pKa: constante de disociación ácida.

Mejoran el proceso digestivo en el estómago, de tal forma que disminuye el tiempo de retención del alimento y aumenta la ingestión, a la vez que se previenen los procesos diarreicos. Por otra parte, los ácidos orgánicos pueden ser absorbidos por el animal, representando así una fuente adicional de nutrientes. Los ácidos orgánicos pueden también inhibir el crecimiento de microorganismos digestivos patógenos, ya que reducen el pH del tracto digestivo y además tienen actividad bactericida y bacteriostática (Gonzales, 2013).

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. Estos ácidos pueden considerarse sustancias seguras, ya que no abandonan el tracto digestivo y por ello no pueden dejar residuos en los productos animales. Además, cuando se utilizan en dosis elevadas pueden afectar negativamente a la palatabilidad de los alimentos y disminuir su ingestión. La alternativa actual es combinar dosis bajas de estos productos con otros aditivos

(probióticos, aceites esenciales, etc.) que presenten acciones similares en el tracto digestivo de los animales (Carro, 2002).

Estos ácidos orgánicos han mostrado mejoras en la conversión alimenticia y supervivencia, además de mejorar las ganancias de peso por su efecto acidificante a nivel intestinal, manteniendo una estructura intestinal libre de interferentes y permitiendo el crecimiento, sobre todo de las vellosidades intestinales, lo cual contribuyen a una mejor sanidad intestinal y por ende un mejor aprovechamiento de los nutrientes del alimento (Adil y otros, 2011).

Además, la acidificación tiene el potencial de controlar a las bacterias entéricas, tanto patógenas como no patógenas. Los ácidos orgánicos, como fórmico, fumárico, propiónico y sórbico han sido utilizados en el concentrado de pollos de engorde, provocando una respuesta positiva (Gonzales, 2013).

Estudios realizados en pollos de engorde obtuvieron una mayor ganancia de peso con la adición de ácidos orgánicos en el alimento. Estas diferencias entre estudios pudieron deberse al tipo y dosis de ácido orgánico empleado. Otro autor encontró resultados similares Gonzales (2013), confirma que el suplemento de ácidos orgánicos no afecta el consumo de alimento de las aves. No obstante, la conversión alimenticia fue mucho mejor entre el tratamiento con ácidos orgánicos frente al tratamiento testigo (sin ácidos orgánicos). Los resultados coinciden con los estudios de Pastorelo (2010), quien también encontró una mejor conversión alimenticia en pollos de engorde suplementados con ácidos orgánicos.

También se han observado efectos beneficiosos con la adición del ácido fórmico y propiónico o sus mezclas a niveles del 0.2 al 1% sobre el control de *Salmonella*, obteniendo en algunos casos la eliminación completa. O la mezcla del ácido láctico y fumárico los cuales presentan un efecto positivo sobre los parámetros productivos de las aves, mientras que es el ácido fórmico y, en menor medida, el propiónico presentan un efecto marcadamente bacteriostático y bactericida (Marcarell, 2014).

El ácido actúa cuando está no disociado (para entrar en la bacteria y disociarse dentro de ella, liberar el protón y matarla o inhibir su crecimiento). Cada punto de pH (aumentando) que nos separa de la constante de disociación ácida (pKa), la cantidad de ácido disociado vs no disociado se multiplica por 10. Es decir si el pKa es 4,82 y estamos en un pH 5,82 habrá 10 veces más ácido disociado que sin disociar (10 vs 1). El punto más básico es la parte media y final del intestino delgado (yeyuno, íleon). En muchos tramos del intestino nos encontramos pH de alrededor de 6 por lo que usando ácidos débiles (acético, propiónico y butírico por ejemplo, podremos tener 1 de cada 10 moléculas de ácido no-disociadas en esas porciones de intestino). Los ácidos orgánicos son útiles para bajar el pH del estómago, ahorrar protones, bajar algo (muy poco) el pH del intestino.

Además se suelen usar a dosis más bajas de las recomendadas. Bajar un poco el pH de ciertos tramos del intestino hace que la sensibilidad de las bacterias a los ácidos grasos volátiles aumente mucho. Los ácidos grasos volátiles (AGV) son efectivos contra la flora patógena regulando la flora intestinal. Una pequeña variación del pH intestinal (7 a 6,2) incrementa la eficacia de los ácidos reduciendo su nivel de inclusión para inhibir en un 50% las UFC de *E. coli* (Pérez, 2013).

b. Prebióticos

Son sustancias que favorecen la colonización del tracto digestivo por bacterias beneficiosas. Su función principal es de servir de sustrato a bacterias beneficiosas que se encuentran en el intestino, creando de esta manera una disminución en el crecimiento de bacterias patógenas que mejoran la salud intestinal de las aves y pueden tener un efecto indirecto en un mejor aprovechamiento de nutrientes (Jaramillo, 2011).

Xu (2003), citado por Jaramillo (2011), mencionó que entre los prebióticos se encuentran los manano oligosacáridos (MOS) que se han venido utilizando cada vez más en el alimento, para ayudar a promover la salud intestinal. Funcionan básicamente adhiriéndose a ciertas bacterias patógenas como el *E. coli* y la *Salmonella*, previniendo así su adhesión a las paredes del intestino. Con una cuidadosa selección de los oligosacáridos, se puede favorecer el crecimiento de las bacterias beneficiosas. Por lo cual se ha observado que los fructo oligosacáridos (FOS) favorecen el crecimiento de bacterias de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* en el ciego de las aves y se ha encontrado una disminución en la población de bacterias *E. coli* y coliformes.

Sin embargo, estudios reportados por Leiva (2014), demostraron que la utilización de paredes celulares de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en la alimentación de aves mejoró las condiciones del tracto gastrointestinal, disminuyendo la flora patógena e interactuando con las células del sistema inmune, beneficiando la salud del mismo. También se ha demostrado que la utilización de prebióticos en las aves ocasiona una reducción en la concentración de diferentes cepas de *Salmonella*, *E. coli* así como *Clostridium spp.* en los ciegos (Morales, 2007).

Otros estudios (Arce y otros, 2014), también han reportado el efecto como promotor de crecimiento de las paredes celulares de (*Saccharomyces cerevisiae*) en pollos de engorde, a través de la mayor longitud y número de las vellosidades intestinales. Todo ello conlleva a que las aves demuestren un mayor aprovechamiento del alimento como consecuencia de una mayor digestión y absorción de los nutrientes.

c. Probióticos

Bajo el término "probiótico" se incluyen una serie de cultivos vivos de una o varias especies microbianas, que cuando son administrados como aditivos a los animales provocan efectos beneficiosos en los mismos mediante modificaciones en la población microbiana de su tracto digestivo. La mayoría de las bacterias que se utilizan como probióticos en los animales pertenecen a los géneros *Lactobacillus*, *Enterococcus* y *Bacillus*, aunque también se utilizan levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) y hongos (*Aspergillus spp.*) (Carro, 2002).

Los probióticos que constantemente se complementan en la dieta, afectando beneficiosamente al organismo animal, actúa sobre el equilibrio de la microbiota intestinal. Además que previene la colonización de organismos patógenos y asegura una mejor utilización de los alimentos. Sin embargo, la actividad de los probióticos es menos consistente que la de los APC, de tal forma que el mismo producto puede producir resultados variables, y existen muchos estudios en los que no se ha observado ningún efecto. (Soares, 2003).

Resultados diferentes han sido reportados por Martínez (2004), quien utilizó cuatro tipos de probióticos en la primera etapa de postura en gallinas Lohmann, donde presentó diferencias significativas altas en la cantidad de masa de huevos producidos. Los resultados

coinciden con los estudios de Aguavil (2012), quien también concluyó que son los probióticos los que mantuvieron un equilibrio de la flora saprofita logrando mantener así la salud de las aves. Asimismo, concuerda que en este estudio destacaron como inhibidores de microorganismos patógenos y las aves mostraron un mejor desempeño en comparación con el tratamiento control (dietas sin probióticos).

Por otra parte, los efectos de los probióticos son mucho más acusados en las primeras semanas de vida de los animales. Además, algunos cultivos del género *Bacillus* y sus endosporas, están recibiendo marcada atención por el efecto probiótico que brindan sobre el balance de la microflora intestinal, la mejora en la digestión y la absorción de los alimentos, mayor eficacia en la conversión alimenticia y los mejores rendimientos productivos, principalmente, en aves (Molina, 2010).

Finalmente el resultado es que los animales que reciben probióticos presentan un mejor estado sanitario que se puede traducir en una mejora del crecimiento (Carro, 2002).

2.3. Fisiología digestiva de las aves

Las necesidades alimenticias del ave están condicionadas por la anatomía y la capacidad de su tracto digestivo. Este determina, qué tipos de alimento debe ingerir y digerir para satisfacer sus necesidades fisiológicas, entre estas en primer lugar las de mantenimiento, luego las asociadas a la producción de huevos. Siendo esta última actividad la que determina que el objetivo más importante de la formulación de alimentos para gallinas, desde el punto de vista económico sea la conversión del alimento a huevo para consumo humano. Además, resulta importante también comentar que la habilidad del animal para sustraer los nutrientes de la dieta depende de la integridad y salud de su aparato digestivo. Y,

por otro lado, para una adecuada nutrición, la dieta requiere complementarse con minerales mayores (calcio, fósforo y sodio), minerales traza y vitaminas; ya que estas sustancias son necesarias para el aprovechamiento de los otros nutrientes que llegan a las células (Hill y otros, 2006).

Según Macari y otros (1994), el aparato digestivo del ave es relativamente corto en relación al de los mamíferos; principalmente en la región intestinal y sugieren que el ave tiene menor área para la digestión y la absorción, lo anterior ocasiona menor tiempo para la retención de alimentos y menor eficiencia en obtención de nutrientes. No obstante, su aparato digestivo es muy eficiente en degradar parte de los nutrientes de las dietas que actualmente se les ofrece, en un tiempo de alrededor de 2.30 horas. Sin embargo, esto depende del tipo y cantidad del alimento y estado fisiológico del ave; así el tránsito de los alimentos en el polluelo es aproximadamente de 4 horas, en las gallinas ponedoras de 8 horas y 12 horas en gallinas cluecas.

2.4. Tracto Gastrointestinal

Es un tubo recubierto por células epiteliales especializadas. A lo largo del tracto las células se extienden para realizar funciones especiales que incluyen la trituración física del alimento, secreción, digestión, absorción, transporte de nutrientes y funciones especiales de apoyo y defensa. La superficie interna del intestino (ó mucosa) forma gran cantidad de pliegues microscópicos llamados vellosidades intestinales, que a su vez poseen microvellosidades (Rodríguez, 2004).

La microflora del tracto gastrointestinal es la responsable de los mecanismos de inmunidad del TGI, coordina los procesos metabólicos para la absorción de nutrientes, participa en el desarrollo y formación de

la estructura intestinal (diámetro y longitud), nutricionalmente, es responsable de la retención de energía y nitrógeno, regula la absorción de vitaminas y minerales, ácidos grasos y glucosa.

El sistema inmune del TGI se considera como uno de los más grandes al ser el sitio que contiene mayor cantidad de células inmunológicas organizadas en diferentes estructuras. Los mejores reportes de la inclusión de probióticos fueron para la parte comercial, se deduce porque contiene varios géneros de bacterias y enzimas benéficas esto concuerda con Ortiz (2006), quien menciona que las preparaciones comerciales de probióticos pueden ser de cepa única o múltiple y también como una mezcla de varias especies (multiespecies) de bacterias. Los productos multiespecies pueden tener el beneficio de ser eficaces contra una gama más amplia de condiciones del tubo digestivo y así disminuir la colonización de patógenos (Vega, 2007).

Según Milian (2005), citado por Aguavil (2012), reportó que la microflora intestinal se compone en su mayoría por bacterias ácidos lácticas; esta microflora es esencial para descomponer las sustancias alimenticias que no fueron digeridas previamente, manteniendo la integridad de la mucosa intestinal. Al desdoblar los alimentos producen vitaminas (sobre todo del complejo hidrosoluble) y ácidos grasos que al mantener la estabilidad intestinal logran aumentar la respuesta inmune.

Esta microflora varía a lo largo del tracto gastrointestinal, por ejemplo ciertos tipos de bacterias tienden a predominar en determinadas zonas del intestino, principalmente en función de las diferencias de pH, la viscosidad, etc., que se presentan a lo largo de los intestinos. Siendo ciertas bacterias intestinales más conducentes al mantenimiento de la salud intestinal que otras, mientras que algunas bacterias pueden dañar los intestinos bajo las circunstancias apropiadas. Todo el concepto de

exclusión competitiva se basa en permitir la colonización del intestino con “bacterias buenas” que impidan que las bacterias patógenas se adhieran o superen en número a la microflora normal.

Las primeras bacterias en aparecer son del tipo cocoide, como *Enterococcus* y seguidamente se suman las alargadas como *Escherichia coli*, *Lactobacillus spp* y *Bacteroides spp*. En conjunto, dichas bacterias forman una capa de filamentos que evita la colonización de otras bacterias. Por otro lado, en los ciegos se encuentran *Bacteroides*, *Bifidobacterium*, *Clostridium*, *Staphylococcus*, *Streptococcus* y *Escherichia coli* (Vargas, 2007).

Según Sansalone (2008), citado por Aguavil (2012), reportó que existen al menos 400 especies bacterianas en el TGI, de las cuales se conocen solamente el 15% de ellas. Esta flora, participa activamente de todos los fenómenos digestivos, nutricionales y sanitarios de las aves. Debe existir permanentemente un equilibrio entre el tipo de flora que se genera, la integridad de la mucosa intestinal y la dieta de los animales. Si se rompe este equilibrio, puede llevar a una lesión o enfermedad.

2.5. Integridad Intestinal

Según Hoerr (2009), citado por Aguavil (2012), concluyó que la integridad intestinal se define como el funcionamiento óptimo del tracto intestinal, el cual maximiza el desempeño productivo de las aves. Porque el tracto intestinal es uno de los factores principales del desempeño y rentabilidad de las aves, es fundamental para tener una producción rentable. La enteritis es una de las principales amenazas de la integridad intestinal.

Según Duchatel (2005), citado por Aguavil (2012), afirmó que las vías digestivas de las aves así como las de los mamíferos, albergan una flora microbiológica fuerte. Este ecosistema digestivo está en equilibrio y permanece normalmente constante durante toda la vida de un animal adulto (integridad). Pero este equilibrio se puede perturbar, cuando el ave sufre agresiones: estrés, intoxicaciones, desequilibrios nutricionales, vacunaciones, suministro masivo de antibióticos y sustancias que perturban el valor del pH del intestino. Entonces, los factores que perturban el equilibrio de la flora intestinal, tienen una repercusión en la salud del animal.

Por ejemplo en el caso de una intoxicación según Alvarado (2008), reportó que un mal manejo del alimento, puede tener una proliferación de hongos causando alteraciones en la composición nutricional de la dieta. Durante el almacenamiento los hongos atacan y dañan cuando la humedad está entre 14% y 18%. Las micotoxinas son productos del metabolismo secundario de los hongos, los cuales pueden desencadenar cuadros graves de toxicidad cuando las condiciones medio ambientales (pH, humedad y temperatura) le son favorables para su producción.

Por otro lado, Rodríguez y otros (2013), reportaron que existen diversos factores que pueden determinar la variabilidad nutricional de los insumos que componen la dieta, por ejemplo el maíz, errores cometidos en la plantación, recolección, almacenamiento y otras manipulaciones sumadas conjuntamente con una alta humedad generan la presencia de micotoxinas. Estas modificaciones llevan al producto a perder su calidad, principalmente desde el punto de vista nutricional, que puede dar como resultado pérdidas en el desempeño animal y, consecuentemente, en la lucratividad del sector productivo.

Para finalizar, la salud intestinal es una compleja interacción entre muchos sistemas e insumos que se relacionan, no solamente con el desarrollo intestinal físico, sino que está influenciado por la nutrición, el manejo, la genética y la microflora. Estos sistemas son dinámicos y cambios sutiles suelen tener un marcado impacto sobre macro y microscópicos cambios en los intestinos. Además, las biopsias intestinales y las visitas a las aves en el campo, pueden ayudar a evaluar la integridad del intestino en un cierto momento.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Lugar de ejecución de la investigación

La crianza de gallinas ponedoras se realizó en las instalaciones de la Empresa Agropecuaria Jean Piere y el análisis de integridad intestinal se desarrolló en el Laboratorio Microclin, Trujillo, La Libertad.

2.2 Instalaciones y animales

Se utilizó un galpón de 11 m x 128 m dentro del cual se encuentran instaladas jaulas de 61 cm de largo, 51 cm de ancho y 37 cm de alto, ubicadas a una altura de 52 cm del piso; de ellas, 25 jaulas fueron designadas para el experimento y en cada una se alojó 6 aves; el piso de la jaula es inclinado hacia adelante, el mismo que permite el desplazamiento de los huevos facilitando su colecta. Los comederos fueron de tipo canaleta y los bebederos de tipo niple dispuestos en el exterior de la jaula.

Se emplearon 150 gallinas de 23 semanas hasta las 34 semanas de edad de la línea Lohmann Brown, las mismas que fueron distribuidas en las jaulas de acuerdo a los tratamientos y recibieron similares condiciones de manejo y agua; el alimento se ofreció según los tratamientos asignados.

2.3 Manejo de las aves

El manejo rutinario incluyó manejo del agua (administración y regulación), del alimento (distribución, administración por la mañana y tarde y el movimiento como estimulación), recogida de huevos (una vez al

día), limpieza, manejo sanitario (medicaciones en caso de enfermedad), manejo de mantas (de acuerdo a la temperatura, humedad y ventilación del ambiente), manejo de aves muertas y manejo de plagas (moscas y roedores). El manejo fue uniforme para todas las aves.

2.4 Alimentación

El alimento de las aves fue formulado atendiendo los requerimientos nutricionales especificados en el manual de la línea. (Guía de Manejo de la línea Lohmann Brown - Classic, 2013) para esta fase; la formulación es mostrada en el Cuadro 2.

Las aves fueron alimentadas de acuerdo a los tratamientos durante 12 semanas (de 23 semanas a 34 semanas de edad).

2.5 Tratamientos en estudio

Los tratamientos consistieron en la adición de los suplementos en las dietas.

DB: Dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico ni probiótico).

DAE: Dieta con ácido orgánico y prebiótico.

DAO: Dieta con ácido orgánico y probiótico.

DA: Dieta con ácido orgánico.

DAEO: Dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

Se procedió a utilizar los siguientes productos:

Inmunowall® que contiene de 50-60% de β -glucanos y 40% de manano oligosacáridos (MOS).

Hilyses® que contiene levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

Acid-v® que contiene ácido ortofosfórico, ácido cítrico, ácido tartárico, ácido acético y ácido fumárico.

Cuadro 2. Composición porcentual y nutricional del alimento balanceado según los tratamientos para esta fase (Postura I).

Ingredientes	Tratamientos ¹				
	DB	DAE	DAO	DA	DAEO
Maíz	55.21	54.99	55.00	55.10	54.87
Torta de Soya	12.48	12.20	12.20	12.34	12.03
Soya Integral	15.82	16.21	16.21	16.02	16.45
Afrecho de trigo	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00
Sal	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Carbonato de calcio	7.53	7.53	7.53	7.53	7.53
Fosfato Dicalcico	2.34	2.34	2.34	2.34	2.34
Metionina DL	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
Premezcla Postura	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Secuestrante	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Prebiótico(Inmunowall)		0.06			0.06
Probiótico (Hilyses)			0.05		0.05
Ácido Orgánico (Acid V)		0.05	0.05	0.05	0.05
Valor nutritivo					
Proteína %	17.00	17.00	17.00	17.00	17.00
EM Kcal/Kg	2800	2800	2800	2800	2800
Ca %	3.51	3.51	3.51	3.51	3.51
P disp. %	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
Lis tot %	0.87	0.87	0.87	0.87	0.87
Lis dig %	0.77	0.77	0.77	0.77	0.77
Met tot %	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44
Met dig %	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41
Met + Cis tot %	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73
Met + Cis dig %	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
Tre tot %	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
Tre dig %	0.56	0.56	0.56	0.56	0.56
Trp tot %	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Trp dig %	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Costo S/.	1.37	1.39	1.40	1.39	1.42

2.6 Variables Dependientes

a. Productivas

- Consumo de alimento, g
- Conversión alimenticia, kg de alimento/kg de huevo
- Masa de huevos, g
- Peso de las aves, g
- Peso de huevos, g
- Producción de huevos, %

b. Calidad de Huevo

- Calidad de la cáscara: gravedad específica (g/L)
- Calidad interna del huevo: coloración de yema

c. Integridad Intestinal

- Alometría intestinal
- Microbiota intestinal

d. Análisis Económico

2.6.1 Evaluación de variables productivas

El consumo de alimento (g), conversión alimenticia (g/g), producción de huevos (%), masa y peso de huevo (g) se evaluaron semanalmente. El peso de las aves (g) se evaluó a las 23 semanas así como a las 34 semanas, tiempo que duró el experimento.

La masa de huevos se calculó mediante la siguiente fórmula:
(%) Producción * peso huevo (gr.)/100

2.6.2 Evaluación de calidad de huevo

La calidad de huevo, medida en términos de gravedad específica y coloración de yema, se evaluó a las 28 semanas así como a las 34 semanas, tiempo que duró el experimento.

a. Gravedad específica(g/L)

El cálculo de la gravedad específica se registró para los huevos que flotan. Aquellos huevos que no flotaron se retiraron y se colocaron en la siguiente solución más concentrada, y así sucesivamente hasta que llegaron a flotar.

b. Coloración de yema

Esta coloración se puede medir con un abanico de colores desarrollado por Roche. Este abanico posee un rango de 15 tonalidades que van desde el amarillo claro (1) hasta el naranja rojizo (15).

2.6.3 Evaluación de integridad intestinal

La integridad intestinal medida en términos de alometría y microbiota intestinal, se evaluó a las 28 semanas así como a las 34 semanas, tiempo que duró el experimento.

a. Alometría intestinal

Para la evaluación del crecimiento de órganos digestivos (proventrículo, molleja, duodeno, yeyuno, íleon, ciegos, páncreas e hígado) se tomó una gallina.

El animal fue sacrificado por dislocación cervical. Para realizar la división de cada uno de los segmentos intestinales, se procedió a realizar los siguientes cortes: el duodeno, desde el final de la molleja

hasta el final del conducto pancreático y biliar; yeyuno, desde el final del duodeno hasta el divertículo de Meckel y el íleon desde el divertículo de Meckel hasta el comienzo de la división de los ciegos.

Para el pesado de los diferentes órganos como la molleja y el hígado, se procedió a extraer el contenido y la vesícula biliar respectivamente. A las diferentes partes del intestino se les extrajo el contenido alimenticio usando agua, se secaron y pesaron en una balanza analítica de precisión.

Para determinar la ontogénesis del crecimiento de los diferentes órganos y su relación con el peso corporal, se utilizó la constante de crecimiento alométrico (CA), según la metodología empleada por Fisher, (1984), según la siguiente ecuación:

$$CA = O \times 100 / PC$$

Dónde: O= peso del órgano; PC= peso carcasa.

Cuando el órgano crece en la misma proporción al peso corporal, el CA es de uno, si el crecimiento del órgano es menor al peso corporal el CA es menor a uno y cuando el CA es mayor a uno hay un crecimiento rápido en relación con la ganancia total de peso corporal (Romero y otros, 2002).

b. Microbiota intestinal

La flora intestinal en la aves la componen aproximadamente entre 400 y 500 especies de microorganismos y un total aproximado de $10^{10} - 10^{14}$ bacterias/ml. La flora del tracto alimentario es importante para prevenir la colonización por patógenos potenciales.

Del contenido extraído del intestino (yeyuno e íleon) así como de los ciegos, se tomó un gramo y se realizaron diluciones sucesivas hasta 10⁻¹¹ para el conteo de microorganismos viables.

El aislamiento y el conteo de coliformes y levaduras se realizaron en medios de agar Mac Conkey y Sabouraud, respectivamente.

2.6.4 Análisis económico

El análisis económico se realizó al final del periodo experimental y consistió en estimar el beneficio neto por cada kg de huevo producido, de acuerdo a cada tratamiento.

Beneficio Neto:

$$BN = PY - CV - CF$$

Donde: BN = Beneficio neto.

P = Precio del kg de huevo.

Y = Huevos producidos/ave.

CV = Costo variable.

CF = Costo fijo.

2.7 Análisis estadístico

Las aves fueron distribuidas a través de un DBCA con cinco tratamientos y cinco bloques, siendo el factor de bloqueo el peso del ave al inicio del experimento, en donde cada unidad experimental estuvo compuesta por seis aves.

Modelo lineal aditivo y esquema de análisis de varianza:

$$Y_{ijk} = u + T_i + B_{ij} + e_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = j-ésimo observación en el i-ésimo tratamiento.

u = Promedio general

T_i = Efecto del tipo de aditivo en la dieta (i=1,2,3,4,5)

B_{ij} = Efecto del peso del ave al inicio del experimento (j=1,2,3,4,5)

e_{ijk} = Error experimental.

Los resultados en cada variable fueron analizados a través del análisis de varianza y los promedios comparados a través de la prueba de Tukey (Stell y Torrie, 1995).

III. RESULTADOS

3.1 Evaluación del comportamiento productivo de la crianza de gallinas ponedoras Lohmann

En el Cuadro 3 se muestra el comportamiento productivo de todo el periodo evaluado, en donde se observa que el uso de los aditivos no generaron respuestas significativas ($P>0.05$) en las variables evaluadas; sin embargo, gallinas que consumieron alimento conteniendo ácido orgánico, prebiótico y probiótico (DAEO) mostraron 3.4% mayor de producción de huevos y 2.5% mayor en el consumo de alimento, sin afectar la conversión alimenticia.

Cuadro 3. Promedios del comportamiento productivo de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad.

Tratamientos ¹	Producción de Huevos (%) ²	Conversión de alimento (kg/kg huevo) ²	Consumo de alimento/ave día (g) ²	Peso del ave (g) ²
DB	89.86a	1.27a	94.88a	1793.40a
DAE	86.79a	1.31a	92.87a	1795.78a
DAO	88.96a	1.23a	91.61a	1799.50a
DA	90.59a	1.32a	97.92a	1791.78a
DAEO	92.88a	1.27a	97.28a	1775.24a
SEM	1.84	0.04	2.87	11.51
CV (%)	4.58	7.01	6.87	1.44

¹ Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

² Promedios con la misma letra en cada columna no difieren significativamente entre sí ($P>0.05$) por la prueba de Tukey.

SEM: error estándar del promedio.

CV: Coeficiente de varianza.

En la Figura 1 observamos la producción de huevos evaluados de 23 a 34 semanas de edad, en donde los tratamientos dieta base (DB), dieta con ácido orgánico (DA) y dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico (DAEO) tuvieron una caída muy marcada en la semana 29 en comparación a los demás tratamientos.

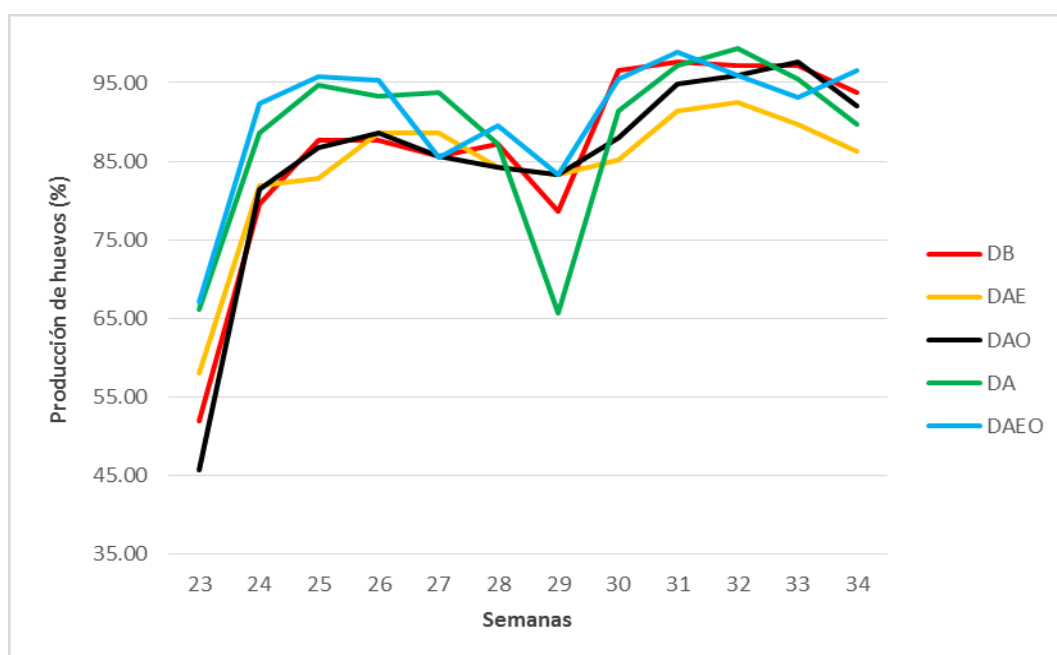


Figura 1. Promedios de producción de huevos de gallinas ponedoras Lohmann evaluados de 23 a 34 semanas de edad. Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

En la Figura 2 se muestra la producción de huevos durante las semanas 29 a 31 de edad, en las que ocurrió disminución en la producción de huevos, donde se aprecia que las aves que recibieron alimento con ácido orgánico (DA) en la semana 29 y ácido orgánico y prebiótico (DAE) en las semanas 30 y 31, respondieron de manera diferenciada ($P < 0.05$) en relación a los demás tratamientos.

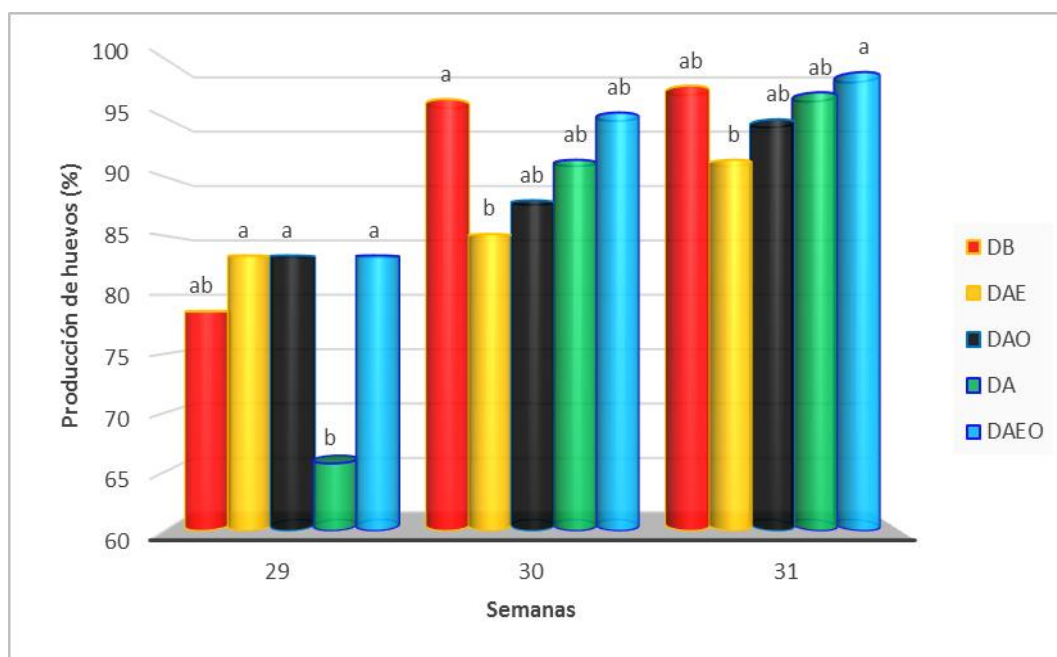


Figura 2. Promedios de producción de huevos de gallinas ponedoras Lohmann evaluados de 29 a 31 semanas de edad de acuerdo a los tratamientos. Tratamientos: DA: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

3.2 Evaluación de calidad de huevo de la crianza de gallinas ponedoras Lohmann

En el Cuadro 4 se muestra la calidad de huevo de todo el periodo evaluado, en donde se observa que con excepción de la masa de huevo y gravedad específica, el uso de los aditivos si generaron respuestas significativas ($P < 0.05$) en las otras variables evaluadas; mientras que el uso de ácido orgánico y prebiótico (DAE) en la dieta generó huevos con menor peso y mayor coloración de yema, el uso de ácido orgánico (DA) solo en la dieta y ácido orgánico más prebiótico y probiótico (DAEO) generaron yemas con menor intensidad de color.

Cuadro 4. Promedios de calidad de huevo de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad.

Tratamientos ¹	Peso de huevo (g) ²	Masa de huevo (g) ²	Coloración de yema ^{2, 3}	Gravedad Especifica (g/L) ²
DB	59.28ab	53.06a	7.48ab	1.0912a
DAE	58.26b	55.76a	7.74a	1.0904a
DAO	60.90a	53.88a	7.20ab	1.0914a
DA	60.26ab	54.66a	7.08b	1.0922a
DAEO	59.86ab	55.88a	7.08b	1.0908a
SEM	0.47	1.87	0.15	0.0
CV (%)	1.78	7.63	4.48	0.12

¹ Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

² Promedios con diferente letra en cada columna difieren significativamente entre sí ($P < 0.05$) por la prueba de Tukey.

³ La intensidad de color fue medido en la escala de roche.

SEM: error estándar del promedio. CV: Coeficiente de varianza.

3.3 Evaluación de integridad intestinal de la crianza de gallinas ponedoras Lohmann

En el Cuadro 5 se muestra el crecimiento alométrico de los principales órganos evaluados en todo el periodo, donde se observa que el uso de los aditivos no generó respuesta con variación significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos y en cada órgano evaluado.

Cuadro 5. Promedios de crecimiento alométrico de diferentes órganos de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad.

Tratamientos ¹	Crecimiento alométrico (% del peso de carcasa) ²				
	Proventrículo	Molleja	Hígado	Páncreas	Intestino
DB	0.658a	2.472a	2.262a	0.248a	2.772a
DAE	0.644a	2.452a	2.216a	0.242a	2.642a
DAO	0.624a	2.400a	2.402a	0.244a	2.710a
DA	0.626a	2.432a	2.424a	0.220a	2.876a
DAEO	0.634a	2.536a	2.436a	0.248a	2.822a
SEM	0.35	0.17	0.10	0.13	0.12
CV (%)	12.31	15.25	9.42	12.32	9.50

¹ Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

² Promedios con la misma letra en cada columna no difieren significativamente entre sí ($P>0.05$) por la prueba de Tukey.

SEM: error estándar del promedio.

CV: Coeficiente de varianza.

En la Figura 3 se muestra la población de coliformes en las dos últimas porciones del intestino delgado (yeyuno e íleon) de todo el periodo evaluado, donde se observa que el uso de los aditivos no generó respuesta con variación significativa ($P>0.05$) entre tratamientos.

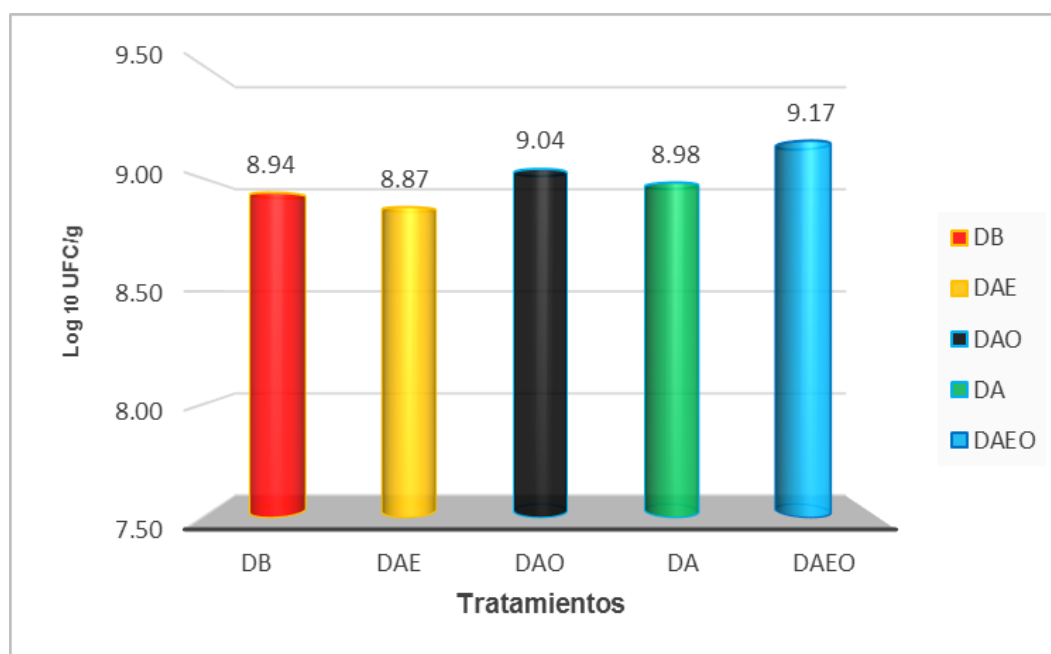


Figura 3. Promedio de población de coliformes en las dos últimas porciones del intestino delgado (yeyuno e íleon) de gallinas ponedoras Lohmann evaluados de 23 a 34 semanas de edad de acuerdo a los tratamientos. Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

En la Figura 4 se muestra la población de levaduras en las dos últimas porciones del intestino delgado (yeyuno e íleon), de todo el periodo evaluado, donde se observa que el uso de los aditivos no generó respuesta con variación significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos; pero si algunos de los tratamientos favorecen más el crecimiento de levaduras que otros.

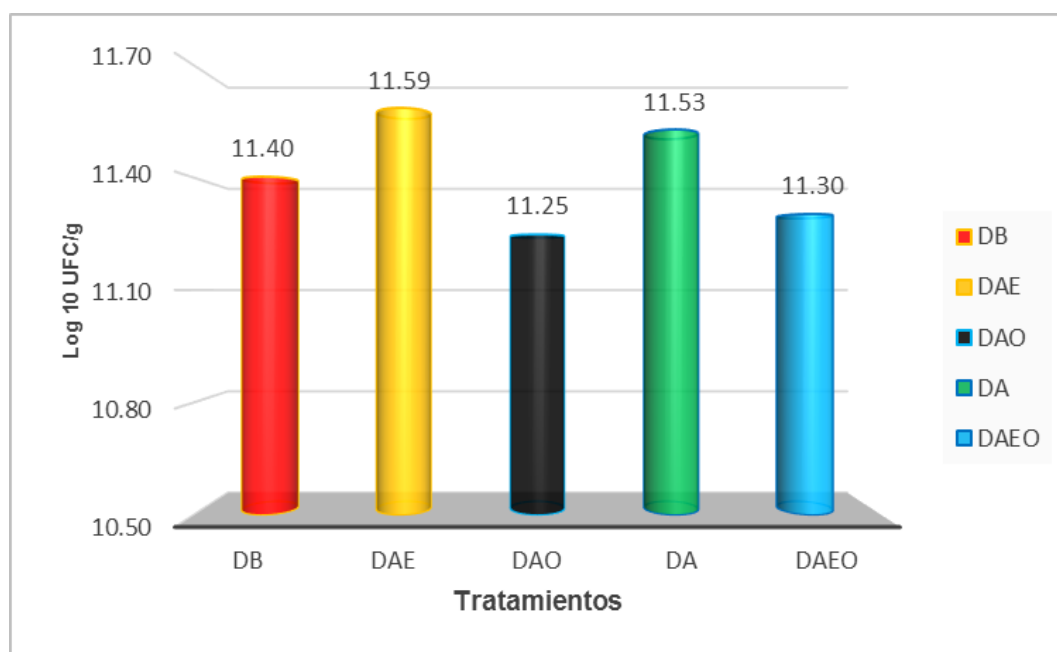


Figura 4. Promedio de población de levaduras en las dos últimas porciones del intestino delgado (yeyuno e íleon) de gallinas ponedoras Lohmann evaluados de 23 a 34 semanas de edad de acuerdo a los tratamientos. Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

En la Figura 5 se muestra la población de levaduras en los ciegos, de todo el periodo evaluado, donde se observa que el uso de los aditivos no generó respuesta con variación significativa ($P > 0.05$); sin embargo, todos los tratamientos presentan colonización de levaduras por encima del grupo control (DB), presentando para el grupo que recibió dieta con ácido orgánico y prebiótico (DAE) hasta un 4.0% mayor que el control.

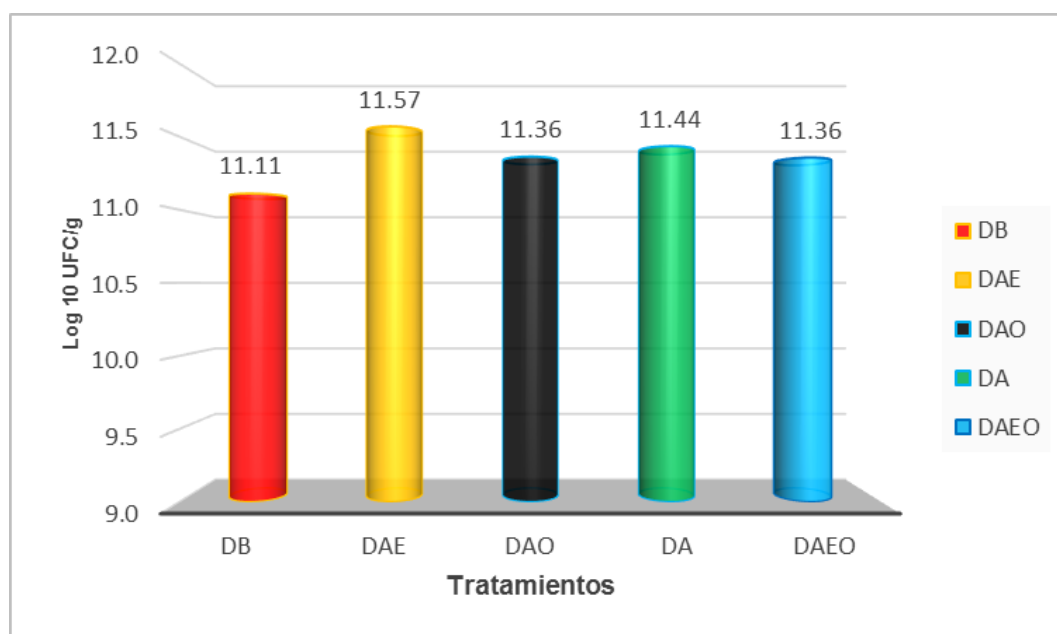


Figura 5. Promedio de población de levaduras en los ciegos de gallinas ponedoras Lohmann evaluados de 23 a 34 semanas de edad de acuerdo a los tratamientos. Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

3.4 Evaluación económica de la crianza de gallinas ponedoras Lohmann

El análisis económico relacionado a los costos de producción y beneficio neto para cada tratamiento evaluado es mostrado en el Cuadro 6, en donde se aprecia que no hubo variación respecto al testigo, sin embargo las gallinas que consumieron alimento con ácido orgánico, prebiótico y probiótico (DAEO) tienen un ingreso por venta de huevos mayor en comparación al de los demás tratamientos.

Cuadro 6. Costos de producción y beneficio neto de la crianza de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad.

Tratamientos ¹	DB	DAE	DAO	DA	DAEO
Alimento consumido por ave (kg)	7.36	7.16	7.10	7.58	7.53
Costo del alimento(S./kg)	1.37	1.39	1.40	1.39	1.42
Costo total del alimento	10.08	9.95	9.94	10.54	10.69
Otros gastos (S/.)	2.52	2.49	2.49	2.63	2.67
Costo Total (S/.)	12.60	12.44	12.43	13.17	13.37
Ingresos/ Venta de Huevos (S/.) ²	17.30	16.70	17.10	17.40	18.00
Beneficio Neto (S/.)	4.70	4.26	4.68	4.23	4.63
Variación respecto al testigo,%	100	90.70	99.55	90.07	98.69

¹ Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico

² Ingreso/venta huevos: (Kg producido x P venta); PV= S/.4.0

IV. DISCUSION

4.1 Evaluación del comportamiento productivo de la crianza de gallinas ponedoras Lohmann

Como se observa en el Cuadro 3, al realizar la comparación de todo el periodo evaluado, el uso de los aditivos prebióticos, probióticos y ácidos orgánicos en la dieta, no generaron respuestas significativas en las variables evaluadas; sin embargo, el alimento que contenía ácido orgánico, prebiótico y probiótico (DAEO) mostraron 3.4% mayor de producción de huevos y 2.5% mayor en el consumo de alimento, sin modificar la conversión alimenticia, lo cual aseguraría que la adición de estos aditivos a las dietas de gallinas ponedoras aumenta, en cierta medida, el rendimiento productivo, viéndose reflejado en el aumento de número de huevos.

Los resultados difieren con los estudios de Adil y otros (2010), quienes también encontraron una mejor conversión alimenticia en pollos de engorde suplementados con ácidos orgánicos; por el contrario, coinciden a los reportados por Gonzales (2013) en los cuales el suplemento de ácidos orgánicos en la dieta no afectó el consumo de alimento de las aves. No obstante, la conversión alimenticia fue mejor entre el tratamiento con ácidos orgánicos frente al tratamiento testigo (sin ácidos orgánicos).

Por otro lado, en la Figura 1 se muestra la producción de huevos evaluados de 23 a 34 semanas de edad, en donde los tratamientos dieta base (DB), dieta con ácido orgánico (DA) y dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico (DAEO) tuvieron un descenso muy marcado en la semana 29; asimismo en la Figura 2 se observa que ocurrió una disminución en la producción de huevos, probablemente

debido a una deficiencia en el manejo del alimento, ya que el maíz utilizado se encontraba muy húmedo y por lo tanto, hubo proliferación de hongos que pueden haber causado alteraciones en la composición nutricional del maíz, así como la generación de toxinas. Durante el almacenamiento los hongos atacan y dañan el grano cuando la humedad está entre 14% y 18%. Las micotoxinas, según Alvarado (2008), son productos del metabolismo secundario de los hongos, los cuales pueden desencadenar cuadros graves de toxicidad cuando las condiciones medioambientales (pH, humedad y temperatura) le son favorables para su producción.

Estos resultados coinciden con Rodríguez y otros (2013) quienes reportaron que existen diversos factores que pueden determinar la variabilidad nutricional del maíz y ocurren debido a los errores cometidos en la plantación, recolección, almacenamiento y otras manipulaciones que el producto sufre hasta el momento de su consumo. Este es el caso de la humedad y la presencia de micotoxinas. Estas modificaciones llevan al producto a perder su calidad, principalmente desde el punto de vista nutricional, que puede dar como resultado pérdidas en el desempeño animal y, consecuentemente, en la lucratividad del sector productivo.

En otros casos estos problemas pueden reducirse si se adoptan una serie de medidas, como la reducción en el período de almacenamiento o simplemente en la utilización de productos antifúngicos, los cuales van a inhibir la producción de colonias de hongos en los granos y raciones.

4.2 Evaluación de calidad de huevo de la crianza de gallinas ponedoras Lohmann

En el Cuadro 4 se muestra la calidad de huevo de todo el periodo evaluado, en donde se observa que con excepción de la masa de huevo y gravedad específica, el uso de los aditivos si generaron respuestas significativas en las otras variables evaluadas; mientras que el uso de ácido orgánico y prebiótico (DAE) en la dieta generó huevos con menor peso y mayor coloración de yema, el uso de ácido orgánico (DA) solo en la dieta y ácido orgánico más prebiótico y probiótico (DAEO) generaron yemas con menor intensidad de color.

Estos resultados son diferentes a los reportados por Vega (2007), quien afirma que la cantidad de alimento en gramos que necesita una gallina para producir un gramo de huevo por día guardan relación directa con los reportados por Martínez (2004), quien utilizó cuatro tipos de probióticos en la primera etapa de postura en gallinas Lohmann, donde presento diferencia significativas altas en la cantidad de masa de huevo producido.

Sin embargo no se encontró otros trabajos similares que hayan utilizado prebióticos, probióticos y ácidos orgánicos después del pico de postura de las gallinas para realizar la evaluación de calidad de huevo en cuanto a peso y coloración de yema, principalmente en esta línea pero será importante hacer un análisis de otras investigaciones que esté relacionada con prebióticos, probióticos y ácidos orgánicos principalmente en gallinas de otras líneas genéticas después del pico de producción.

4.3 Evaluación de integridad intestinal de la crianza de gallinas ponedoras Lohmann

En el Cuadro 5 se muestra el crecimiento alométrico de los principales órganos evaluados en todo el periodo, donde se observa que el uso de los aditivos no generó respuesta significativa en las variables evaluadas.

Estos resultados difieren con Jamarillo (2011), donde halló diferencias significativas a favor del tratamiento control y ácido orgánico en el peso del hígado e intestino delgado; en esta misma investigación, no se localizaron diferencias para el peso del hígado en la mezcla del prebiótico más ácido orgánico y prebiótico más probiótico, pero sí se encontraron diferencias significativas en el peso del intestino delgado a favor de la mezcla del prebiótico más probiótico.

En gallinas ponedoras se ve en cierta medida un crecimiento alométrico del intestino del 3.6% mayor en aquellas que fueron alimentadas solamente con ácido orgánico (DA) frente a aquellas que recibieron dieta base (DB); lo cual puede estar relacionado con la acción del ácido para mantener una estructura intestinal libre de interferentes y que permita el crecimiento, sobre todo de las vellosidades intestinales y por ende un mejor aprovechamiento de los nutrientes del alimento. (Jamarillo, 2011).

En la Figuras 3,4 y 5 se muestra la población de coliformes y levaduras en las dos últimas porciones del intestino delgado (yeyuno e íleon) y ciegos de todo el periodo evaluado, en donde se observa que el uso de los aditivos no generó respuesta significativa. Sin embargo algunos de los tratamientos estimulan el crecimiento de levaduras y

disminución de coliformes más que otros, como es el caso de la combinación de prebiótico más ácido orgánico (DAE).

Estos resultados difieren a los reportados por Aguavil (2012), quien concluye que son los probióticos los que mantuvieron un equilibrio de la flora saprofita logrando mantener así la salud de las aves. Asimismo, concuerda que en este estudio destacaron como inhibidores de microorganismos patógenos y las aves mostraron un mejor desempeño en comparación con el tratamiento control (dietas sin probióticos). Esta inclusión de probióticos ayudó a estimular el sistema inmunológico digestivo y se afirma con lo descrito por Vega (2007), quien reporta que el sistema inmune digestivo se considera como uno de los más grandes, al ser el sitio que contiene mayor cantidad de células inmunológicas organizadas en diferentes estructuras.

Sin embargo, estudios reportados por Leiva (2014) demuestran que la utilización de paredes celulares de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) como prebiótico en la alimentación de aves actúa en el tracto gastrointestinal del ave disminuyendo la flora patógena e interactuando con las células del sistema inmune, lo que beneficia la salud del mismo. La utilización de prebióticos en las aves ocasiona una reducción en la concentración de diferentes cepas de *Salmonella*, *E. coli* así como *clostridium* en los ciegos, otro patógeno intestinal común (Morales, 2007).

Estos resultados coinciden con Arce y otros (2014) quienes reportaron un efecto como promotor de crecimiento a las paredes celulares (*Saccharomyces cerevisiae*) en el pollo de engorde que puede ser explicado por la mayor longitud y número de las vellosidades intestinales, lo cual pudo haber propiciado mayor aprovechamiento de nutrientes. Se ha informado que una mejor salud intestinal conduce a un

incremento de las vellosidades intestinales; y se ha demostrado que los mananos y glucanos presentes en las paredes celulares, disminuyen las bacterias enteropatógenas que impiden aumentar el dominio de la flora bacteriana benéfica.

La microbiota intestinal se considera un factor importante en el desarrollo y maduración del sistema inmune, y este a su vez mantiene al intestino en un estado de 'alerta' para que pueda reaccionar rápidamente ante los patógenos. Los estudios han demostrado que los animales que carecen de microbiota intestinal son más susceptibles a enfermedades y sus tejidos inmunes están poco desarrollados.

4.4 Evaluación económica de la crianza de gallinas ponedoras Lohmann

Según los resultados de costos de producción y beneficio neto (Cuadro 6) se observa que las gallinas que consumieron alimento con ácido orgánico, prebiótico y probiótico (DAEO) tienen un ingreso por venta de huevos mayor en comparación al de los demás tratamientos, sin embargo no genera un porcentaje mayor de beneficio con respecto al testigo, debido a que el consumo y costo del alimento es mayor; por lo tanto, su costo total resulta mayor con respecto a los demás tratamientos

V. CONCLUSIONES

- El uso de aditivos en la dieta no influyeron decisivamente en los parámetros productivos, en la calidad de huevo y en los beneficios económicos, al no haberse presentado desafíos sanitarios en la crianza durante todo el periodo evaluado.
- El uso de los aditivos: ácido orgánico y prebiótico presentan 4.0% mayor colonización de levaduras por encima del grupo control, reforzando así el tracto gastrointestinal y reduciendo el número de microorganismos patógenos.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los nuevos requerimientos de productividad, inocuidad alimentaria y rentabilidad, se recomienda la implementación y difusión del uso de enzimas, prebióticos, probióticos, aceites y ácidos orgánicos en la industria avícola nacional, sobre todo en granjas con mayor desafío sanitario.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ACIDOS orgánicos en la alimentación animal. 2013. BASF nutrición animal., Perú. 2(1): 1-3
- ADIL, S., BANDAY T., BHAT G. 2010. Efecto de la suplementación dietética de ácidos orgánicos en el rendimiento, histomorfología intestinal, y la bioquímica sérica del pollo de engorde. Rev. Internacional Medicina veterinaria. India. 7p.
- AGUAVIL, J. 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 en santo domingo de los tsáchilas. Proyecto de Investigación Ing. Agropecuario. Santo Domingo, Ecuador. Escuela Politécnica del Ejército. 90 p.
- ALVARADO, C. 2008. Micotoxinas en nutrición animal. [En línea]: Producción animal, (<http://www.produccionanimal.com.ar>, artículo, 28 Mar. 2015).
- ARCE, J., AVILA., LOPEZ, C. 2008. Comportamiento productivo y cambios morfológicos en vellosidades intestinales del pollo de engorda a 21 días de edad con el uso de paredes celulares del *Saccharomyces cerevisiae*. Rev. Vet., México. 39(2):223-228.
- CARRO, M., RANILLA, M. 2002. Los aditivos antibióticos promotores de crecimiento de los animales: situación actual y posibles alternativas. Albeitar, España. Universidad de León. 6p.

- CASTILLO, W., LOMBARDI, C. 2010. Efecto de la adición de prebiótico MOS, probiótico *Lactobacillus* y la asociación de ambos (simbiótico) en la dieta sobre el comportamiento productivo y económico de pollos de carne. Rev. Pueblo Continente., Perú. 21(2):435-442.
- CORRÊA, G.S.S., GOMES, A.V.C., CORRÊA, A.B.; SALLES, A.S., MATTOS, E., 2003. Efecto de la producción de antibióticos y probióticos en el rendimiento de la canal de pollos de engorde. Rev. Bras. Zootec., Rio de Janeiro. 55(4):22-34
- GONZALES, A., ICOCHEA, E., REYNA, P., GUZMAN J. 2013. Efecto de la suplementación de ácidos orgánicos sobre los parámetros productivos en pollos de engorde. Rev. Investigación Veterinaria., Perú. 24(1): 25-31
- HILL, R., WYSE, G., ANDERSON, M. 2006. Fisiología animal; nutrición, alimentación y digestión. Trad. Por M. Maggi, U. Patrone, M. Tavella, K. Tzal. Madrid, España, Panamericana. 916 p.
- JARAMILLO, A. 2011. Evaluación de la mezcla de un prebiótico y un ácido orgánico en la salud intestinal y parámetros productivos de pollos de engorde. Ibagué. Universidad Nacional de Colombia. 225 p.
- LEIVA, D. 2014. Ventajas en el uso de paredes celulares de levadura *Saccharomyces cerevisiae* en gallinas ponedoras. [En línea]: Battilana, (<http://www.battilana.biz/ventajas-en-el-uso-de-paredes-celulares-de-levadura-saccharomyces-cerevisiae>, artículo, 15 Abril. 2015).

- MACARI, M., FURLAN, R., GONZALES, E. 1994. Fisiología aviária aplicada a frangos de corte. UNESP, São Paulo-Brasil. 296 p.
- MAIORKA, L., SANTIN, E., SUGETA, S., ALMEIDA, J., MACARI, M. 2001. El uso de prebióticos, probióticos y simbióticos en dietas de pollos de engorde. Rev. Bras. Cienc. Avic. 3(1):78-98
- MARCARELL, J. 2012. Ácidos orgánicos en avicultura. [En línea]: Actualidad avipecuaria, (<http://www.actualidadavipecuaria.com/articles>, artículo, 18 Dic. 2015).
- MARTINEZ, M., MACHADO, J.; DARÓZ, S. 2004. Mezcla de ácido fórmico y propiónico como aditivos en piensos de pollos de engorde. Rev. Scientia Agrícola. 61(4): 6-15
- MINAGRI – MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO. [En línea]: MINAGRI (<http://www.minagri.gob.pe/portal>, notas de prensa, 2 Mar. 2015).
- MOLINA, J., ZAMBRANO, Y. 2010. Evaluación de la actividad probiótica de un biopreparado a base de *Bacillus subtilis* y sus endosporas en pollos de ceba; Tesis Médico Veterinario. Calceta, Ecuador. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí. 140 p.
- MORALES, R. 2007. Las paredes celulares de levadura *Saccharomyces cerevisiae*: un aditivo natural capaz de mejorar la productividad y salud del pollo de engorde; Tesis Doctorado. Barcelona, España. Universidad Autónoma de Barcelona. 261 p.

- ORTIZ, A. 2006. Salud Intestinal. Ajustes de dietas. [En línea]: Engormix, (<http://www.engormix.com/mbr-218934/articles>, artículo, 15 Feb. 2015).
- PASTORELO, F., CARVALHO, P., DA ROCHA, C., MARTINS, I., MAIORKA.A., DAHLKE, F. 2010. Evaluación del uso de probióticos en la dieta, con o sin promotores de crecimiento para pollos de engorde. Rev. Bras. Zootec., Viçosa. 39(12):5-11
- PENZ, M., BRUNO, D. 2011. Desafíos de la industria avícola mundial para 2020: nutrición y salud intestinal. [En línea]: Sito avícola, (<http://www.elsitioavicola.com/articles>, artículo, 6 May. 2014).
- PÉREZ, J. 2013. Alimentación eficaz: la clave para el beneficio económico. Rev. Anaporc., España. 21(2):32-35.
- RODRÍGUEZ, J. 2005. Integridad intestinal del pollo de engorde. Rev. Vet. Mundo Veterinario., Colombia. 8(9):1-8
- RODRÍGUEZ, S., STRINGHINI, J., MCMANUS, M. 2013. Calidad del maíz para la avicultura. [En línea]: Engormix, (<http://www.engormix.com/MA-avicultura/nutricion/calidad-maiz>, artículo, 26 Mar. 2015).
- SOARES, A., DOS SANTOS, J., OST, P., SCHOULTEN, A. 2003. Probióticos em rações para frangos de corte utilizando farinha de carne e ossos com diferentes níveis de contaminação bacteriana. Rev. Bras. Cienc. Agrotec., Lavras. 27(4): 3-11

- VARGAS, F. 2007. Efecto de un Acidificante en el Rendimiento Productivo de Pollos de Carne de la Línea Cobb 500; Tesis Ingeniero Zootecnista. Trujillo, Perú. Universidad Nacional de Trujillo. 67 p.
- VEGA, M. 2007. Efecto de una mezcla probiótica (*lactobacillus acidophilus* y *lactobacillus rhamnosus*) en el comportamiento productivo y en la fisiología digestiva de la gallina ponedora (white leghorn I33) de 24 a 36 semanas de postura; Tesis Ingeniero Zootecnista. Riobamba, Ecuador. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 119p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Pesos vivos de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad.

Tratamientos ¹	Bloques					Prom
	I	II	III	IV	V	
DB	1960.9	1889.0	1684.0	1739.6	1693.5	1793.4
DAE	1932.4	1876.6	1754.7	1747.5	1667.7	1795.8
DAO	1960.2	1892.6	1673.0	1769.5	1702.2	1799.5
DA	1945.8	1858.9	1732.6	1760.1	1661.5	1791.8
DAEO	1895.8	1837.6	1740.6	1738.7	1663.5	1775.2

¹Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

Anexo 2. Conversión alimenticia de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad.

Tratamientos ¹	Bloques					Prom
	I	II	III	IV	V	
DB	1.31	1.22	1.24	1.34	1.25	1.27
DAE	1.27	1.18	1.35	1.25	1.49	1.31
DAO	1.28	1.26	1.28	1.07	1.27	1.23
DA	1.29	1.34	1.37	1.30	1.31	1.32
DAEO	1.33	1.34	1.24	1.30	1.12	1.27

¹Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

Anexo 3. Consumo de alimento de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad.

Tratamientos ¹	Bloques					Prom
	I	II	III	IV	V	
DB	104.86	93.37	81.32	98.71	96.15	94.88
DAE	99.71	93.80	88.54	88.79	93.50	92.87
DAO	96.33	100.49	88.67	78.15	94.40	91.61
DA	101.49	97.96	101.91	98.48	89.76	97.92
DAEO	101.56	104.57	97.09	97.52	85.63	97.28

¹Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

Anexo 4. Producción de huevos de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad.

Tratamientos ¹	Bloques					Prom
	I	II	III	IV	V	
DB	95.80	92.34	79.35	89.22	92.60	89.86
DAE	94.37	95.11	79.13	86.32	79.00	86.79
DAO	89.74	95.89	82.55	87.10	89.52	88.96
DA	95.28	92.21	89.61	91.60	84.24	90.59
DAEO	93.17	93.72	94.42	91.39	91.69	92.88

¹Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

Anexo 5. Calidad de huevo (masa, peso, coloración de yema y gravedad específica) de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad.

Masa

Tratamientos ¹	Bloques					Prom
	I	II	III	IV	V	
DB	47.8	49.5	56.3	56.4	55.3	53.1
DAE	53.2	56.9	55.0	57.5	56.2	55.8
DAO	61.7	47.3	53.1	47.9	59.4	53.9
DA	55.0	55.7	51.0	53.7	57.9	54.7
DAEO	60.0	56.9	50.7	51.4	60.4	55.9

¹Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

Peso

Tratamientos ¹	Bloques					Prom
	I	II	III	IV	V	
DB	59.0	59.5	59.8	58.8	59.3	59.3
DAE	60.3	58.5	57.5	57.5	57.5	58.3
DAO	64.0	60.5	59.5	59.5	61.0	60.9
DA	61.0	60.5	59.0	59.3	61.5	60.3
DAEO	61.5	60.0	58.8	57.0	62.0	59.9

¹Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

Coloración de yema

Tratamientos ¹	Bloques					Prom
	I	II	III	IV	V	
DB	6.8	7.3	7.5	7.8	8.0	7.5
DAE	6.8	7.8	7.8	8.0	8.3	7.7
DAO	6.3	6.3	7.8	7.8	7.8	7.2
DA	6.3	6.0	7.5	7.3	8.3	7.1
DAEO	6.3	6.3	7.5	7.3	8.0	7.1

¹Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

Gravedad específica

Tratamientos ¹	Bloques					Prom
	I	II	III	IV	V	
DB	1.093	1.093	1.090	1.090	1.090	1.091
DAE	1.091	1.091	1.090	1.090	1.090	1.090
DAO	1.094	1.090	1.093	1.090	1.090	1.091
DA	1.093	1.095	1.093	1.090	1.090	1.092
DAEO	1.090	1.093	1.091	1.090	1.090	1.091

¹Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

Anexo 6. Integridad intestinal (crecimiento alométrico y microbiota intestinal) de gallinas ponedoras Lohmann, evaluados de 23 a 34 semanas de edad.

Crecimiento Alométrico

Proventrículo

Tratamientos ¹	Bloques					Prom
	I	II	III	IV	V	
DB	0.57	0.58	0.53	0.77	0.84	0.66
DAE	0.69	0.67	0.67	0.57	0.62	0.64
DAO	0.50	0.58	0.63	0.77	0.64	0.63
DA	0.62	0.58	0.61	0.66	0.66	0.63
DAEO	0.62	0.55	0.58	0.76	0.66	0.63

¹Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

Molleja

Tratamientos ¹	Bloques					Prom
	I	II	III	IV	V	
DB	2.27	2.43	1.95	2.78	2.93	2.47
DAE	2.61	2.26	2.33	2.52	2.54	2.45
DAO	2.12	2.71	2.26	2.32	2.59	2.40
DA	2.88	2.01	2.05	2.58	2.64	2.43
DAEO	2.14	2.07	2.14	3.79	2.54	2.54

¹Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

Hígado

Tratamientos ¹	Bloques					Prom
	I	II	III	IV	V	
DB	2.25	2.49	1.82	2.64	2.11	2.26
DAE	2.36	2.46	2.01	2.19	2.06	2.22
DAO	2.24	2.17	2.73	2.42	2.45	2.40
DA	2.64	2.52	2.36	2.37	2.23	2.42
DAEO	2.25	2.58	2.49	2.63	2.23	2.44

¹Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

Páncreas

Tratamientos ¹	Bloques					Prom
	I	II	III	IV	V	
DB	0.25	0.21	0.22	0.30	0.26	0.25
DAE	0.23	0.26	0.19	0.24	0.29	0.24
DAO	0.21	0.23	0.21	0.31	0.26	0.24
DA	0.19	0.23	0.19	0.24	0.25	0.22
DAEO	0.22	0.18	0.23	0.35	0.26	0.25

¹Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

Intestino

Tratamientos ¹	Bloques					Prom
	I	II	III	IV	V	
DB	2.85	2.92	2.35	2.80	2.94	2.77
DAE	2.46	2.66	2.56	2.67	2.86	2.64
DAO	2.88	2.43	2.94	2.52	2.78	2.71
DA	3.02	2.95	2.75	2.75	2.91	2.88
DAEO	2.51	2.78	2.87	3.44	2.51	2.82

¹Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

Microbiota Intestinal

Coliformes

Tratamientos ¹	Bloques					Prom
	I	II	III	IV	V	
DB	9.08	8.90	8.90	8.90	8.90	8.94
DAE	9.26	9.00	8.90	8.90	8.30	8.87
DAO	8.90	9.60	8.90	8.90	8.90	9.04
DA	8.90	8.90	8.90	9.30	8.90	8.98
DAEO	9.17	9.08	8.90	9.08	9.60	9.17

¹Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

Levaduras (yeyuno e íleon)

Tratamientos ¹	Bloques					Prom
	I	II	III	IV	V	
DB	11.56	11.20	11.65	11.40	11.20	11.40
DAE	11.56	11.65	11.95	11.18	11.59	11.59
DAO	11.26	11.15	11.04	11.28	11.51	11.25
DA	11.53	11.45	11.56	11.54	11.56	11.53
DAEO	11.20	11.20	11.30	11.38	11.43	11.30

¹Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.

Levaduras (ciego)

Tratamientos ¹	Bloques					Prom
	I	II	III	IV	V	
DB	11.00	11.36	11.04	11.11	11.04	11.11
DAE	11.46	11.69	11.73	11.40	11.57	11.57
DAO	11.15	11.30	11.36	11.64	11.36	11.36
DA	11.44	9.90	11.53	11.34	11.44	11.44
DAEO	11.45	11.36	11.36	11.28	11.34	11.36

¹Tratamientos: DB: dieta base (sin ácido orgánico, prebiótico y probiótico), DAE: dieta con ácido orgánico y prebiótico, DAO: dieta con ácido orgánico y probiótico, DA: dieta con ácido orgánico, DAEO: dieta con ácido orgánico, prebiótico y probiótico.