



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

***Lactobacillus acidophilus* COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN LA
PRODUCCIÓN DE POLLOS DE ENGORDA**

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

DAVID PEREGRINA HUERTA

DIRECTOR DE TESIS

Dr. EUITIQUIO SONI GUILLERMO

CO. DIRECTORA

Dra. JENNIFER PÉREZ MARTINEZ

TLATLAUQUITEPEC, PUEBLA, DICIEMBRE 2022



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS

***Lactobacillus acidophilus* COMO PROMOTOR DE CRECIMIENTO EN LA
PRODUCCIÓN DE POLLOS DE ENGORDA**

**TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

PRESENTA

DAVID PEREGRINA HUERTA

DIRECTOR DE TESIS

Dr. EUITIQUIO SONI GUILLERMO

CO. DIRECTORA

Dra. JENNIFER PÉREZ MARTINEZ

ASESORES

Dr. MARCOS PÉREZ SATO

Dr. EDGAR VALENCIA FRANCO

TLATLAUQUITEPEC, PUEBLA, DICIEMBRE 2022

La presente tesis titulada “*Lactobacillus acidophilus* como promotor de crecimiento en la producción de pollo de engorda” realizada por David Peregrina Huerta, ha sido revisada y aprobada por el siguiente comité revisor, para obtener el título de:

LICENCIADO EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Consejo particular integrado por:

Firma

Director: Dr. Eutiquio Soni Guillermo

Co.directora: Dra. Jennifer Pérez Martínez

Asesor: Dr. Marcos Pérez Sato

Asesor: Dr. Edgar Valencia Franco

Tlatlauquitepec, Puebla

El presente trabajo forma parte del Cuerpo Académico denominado: **Producción Pecuaria Integral** de la Línea de Investigación: **Producción Pecuaria Integral de Rumiantes y no Rumiantes**.

DEDICATORIA

A Dios por concederme salud, sabiduría y guiarme en todo momento para lograr concluir una etapa más en mi vida.

A mis padres, Héctor Manuel Peregrina Avendaño y Marisol del Carmen Huerta Ruiz, por ser mi principal motivo por obtener un logro más en mi vida, por confiar en mí, por su amor y por brindarme su apoyo en todo momento.

A mis hermanos Juan Peregrina Huerta y Sandra Peregrina Huerta por ser parte importante de mi vida y ser ejemplos por seguir por su gran personalidad y profesionalismo.

A mi sobrina Karola Rodríguez Peregrina por siempre mandarme motivación y cariño para terminar mi licenciatura.

A mis abuelos Alicia Ruiz Orea, Martín Huerta Torres, Sandra Avendaño Jiménez y Héctor Peregrina Marín, por todo su apoyo, cariño, bendiciones y sobre todo por nunca dejarme solo.

A toda mi familia, por su apoyo incondicional y por su ayuda que me brindaron desde el primer día que empecé mi etapa universitaria.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Eutiquio Soni Guillermo por la amistad, confianza, vivencias, por la ayuda brindada para la realización de este trabajo.

A la Dra. Jennifer por la confianza brindada, por el apoyo en laboratorio y por el apoyo en la revisión de este trabajo.

Al Dr. Marcos Pérez Sato por sus lecciones, amistad durante la licenciatura y su apoyo durante la elaboración de este trabajo.

Al Dr. Edgar Valencia Franco, por la amistad, confianza y apoyo para la redacción y revisión de este trabajo.

A Cielo Ramírez Ocaña por ser una de las personas más importantes en este gran recorrido de aprendizaje, por su amor, motivación y sobre todo por su apoyo en todo momento para la realización de este trabajo.

A mis compañeros de generación 2017, en especial a Oscar, Josué, Noé por su amistad, lealtad y por su solidaridad en todo momento, por hacer de mi estancia más agradable, a Carolina por su cariño, y su gran amistad. A Gustavo y Abdiel por la comprensión, ayuda y vivencias en los últimos días de mi estancia en la universidad.

ÍNDICE.

CONTENIDO	Página
ÍNDICE DE CUADROS	i
RESUMEN	ii
ABSTRACT	iii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	5
4.1. Definición de avicultura.....	5
4.2. Sistemas de producción.....	5
4.2.1. Tecnificado.....	5
4.2.2. Semi-tecnificado.....	5
4.2.3. Traspatio.....	6
4.3. Línea de pollo Cobb 500.....	6
4.4. Sistema digestivo	6
4.4.1. Pico.....	6
4.4.2. Faringe.....	7
4.4.3. Esófago.....	7
4.4.4. Buche.....	7
4.4.5. Proventrículo	7
4.4.6. Molleja	8
4.4.7. Páncreas.....	8
4.4.8. Hígado.....	8
4.4.9. Intestino delgado	8
4.4.10. Intestino grueso	9
4.4.11. Ciegos.....	9

4.4.12. Cloaca.....	9
4.5. Morfometría del intestino.....	9
4.5.1. Mucosa	9
4.5.2. Vellosidades intestinales	10
4.5.3. Epitelio	10
4.5.4. Lamina propia	10
4.5.5. Túnica submucosa.....	11
4.5.6. Túnica muscular	11
4.5.7. Túnica serosa.....	11
4.6. Definición de probiótico.....	11
4.7. Tipos de probióticos	12
4.8. Genero de <i>Lactobacillus ssp</i>	12
4.9. <i>Lactobacillus acidophilus</i>	14
4.10. Uso de antibióticos en aves	15
V. MATERIALES Y MÉTODOS	16
5.1. Localización	16
5.2. Establecimiento del experimento	16
5.3. Variables productivas.....	17
5.3.1. Consumo diario de alimento	17
5.3.2. Ganancia diaria de peso.....	17
5.3.3. Conversión alimenticia.....	18
5.4. Variables fisicoquímicas	18
5.4.2. Capacidad de retención de agua	18
5.4.3. Color.....	19
5.4.4. Peso de molleja.....	19
5.4.5. Peso de hígado.....	19
5.5. Diseño experimental.....	22
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
6.1. Variables del comportamiento productivo en etapa de iniciación.....	23
6.2. Variables de comportamiento productivo en la etapa de finalización.....	24
6.3. Variables fisicoquímicas	25
6.4. Alturas de vellosidades intestinales.....	27

VII.	CONLCUSIONES	29
VIII.	LITERATURA CITADA	30

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Pág.
Cuadro 1: Efecto del comportamiento productivo en pollos de engorda adicionando <i>Lactobacillus acidophilus</i> a la dieta en etapa de iniciación.....	23
Cuadro 2: Efecto del comportamiento productivo en pollos de engorda adicionando <i>Lactobacillus acidophilus</i> a la dieta en etapa de finalización.....	24
Cuadro 3: Variables fisicoquímicas de la carne de pollos de engorda con adición de probióticos (<i>Lactobacillus acidophilus</i>) en la dieta.....	26
Cuadro 4: Altura de vellosidades intestinales de duodeno, yeyuno e íleon (μm) de pollos de engorda con adición de probióticos (<i>Lactobacillus acidophilus</i>) en la dieta.....	28

RESUMEN

Desde el siglo XX el objetivo de la avicultura en México es proporcionar carne de calidad, la demanda obliga a los avicultores a utilizar promotores de crecimiento tales como los antibióticos, estos ayudan a que los pollos alcancen el peso comercial de forma rápida y eficiente, sin embargo, el uso excesivo de estos promotores ha generado resistencia microbiana en pollos y daño al consumidor final debido a los residuos de los antibióticos en la carne. Debido a este problema se han buscado alternativas para sustituir estos promotores de crecimiento. En este trabajo se evaluó una cepa probiótica (*Lactobacillus acidophilus*) para mejorar los parámetros productivos, las propiedades fisicoquímicas de la carne y la altura de las vellosidades intestinales en específico de las tres secciones del intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon). Se utilizaron 100 pollos de la línea Cobb 500 de 7 días de nacidos con un peso promedio de 70 ± 5 g distribuidos completamente al azar, en dos tratamientos con 5 repeticiones cada uno. Para el análisis de las variables evaluadas se utilizó una t-Student para muestras independientes. Los resultados indican que no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos en las variables productivas. Para las variables fisicoquímicas (color, capacidad de retención de agua y pH) no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$). Sin embargo, para la altura de vellosidades intestinales en duodeno, yeyuno e íleon si hubo diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) encontrando la mejor respuesta en el tratamiento con la adición del probiótico. Por lo que se concluye que la adición de *Lactobacillus acidophilus* no mejoró los parámetros productivos de los pollos de engorde, no alteró las propiedades fisicoquímicas de la carne, sin embargo, la adición de esta cepa mejoró la altura de las vellosidades en las tres secciones del intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon).

Palabras clave: Pollos de engorda, probiótico, *Lactobacillus acidophilus*, vellosidades intestinales, intestino delgado.

ABSTRACT

Since the 20th century the objective of poultry farming in Mexico has been to provide quality meat, the demand forces poultry farmers to use growth promoters such as antibiotics, these help chickens to reach commercial weight quickly and efficiently, however the excessive use of these promoters has generated microbial resistance in chickens and damage to the final consumer due to the residues of antibiotics in the meat. Due to this problem, alternatives have been sought to replace these growth promoters. In this work, a probiotic strain (*Lactobacillus acidophilus*) was evaluated to improve the productive parameters, the physicochemical properties of the meat and the height of the intestinal villi specific to the three sections of the small intestine (duodenum, yeyuno and ileum). 100 chickens of the Cobb 500 7-day-old line were used with an average weight of 70 ± 5 g distributed completely randomly, in two treatments with 5 repetitions each. For the analysis of the evaluated variables, a t-Student was used for independent samples. The results indicate that there were no significant differences ($P > 0.05$) between treatments in the productive variables. For the physicochemical variables (color, water retention capacity and pH) there were no significant differences ($P > 0.05$). However, for the height of intestinal villi in the duodenum, yeyuno and ileon there were statistically significant differences ($P < 0.05$) finding the best response in the treatment with the addition of the probiotic. So it is concluded that the addition of *Lactobacillus acidophilus* did not improve the productive parameters of broiler chickens, it did not alter the physicochemical properties of the meat, however the addition of this strain improved the height of the villi in the three sections of the small intestine (duodenum, yeyuno and ileum).

Keywords: broiler chickens, probiotics, *Lactobacillus acidophilus*, intestinal villi, small intestine.

I. INTRODUCCIÓN

Desde el siglo XX el objetivo principal de la avicultura en México, es proporcionar alimentos altos en proteína de calidad (CEDRSSA, 2019). La avicultura es la actividad con más desarrollo en el país y con registros de alta productividad, algunos estados como Puebla, Jalisco, Aguascalientes y el Estado de México concentran el 46% de la producción total de pollo de engorda. El 25% la zona sur, el 13% la zona norte y el 16% el resto del país (Ávila, *et al.*, 2018). Convirtiéndose en la principal industria proveedora de proteína animal (UNA, 2018)

Para mejorar los parámetros productivos de los animales se ha buscado el mejoramiento genético, una mejoría es la conversión alimenticia, sin embargo, existen cepas bacterianas cada vez más patógenas y con más resistencia que perjudican tejidos y órganos relacionadas a la respuesta inmune del pollo (Parra *et al.*, 2015a). Los animales son sometidos a tratamientos de antibióticos, así se evita el crecimiento de estas poblaciones bacterianas, pero también son capaces de eliminar no solo a las bacterias patógenas, sino también la microbiota para el funcionamiento del sistema digestivo (García *et al.*, 2012).

En el año 2010 la adición de antibióticos alcanzo la cantidad de 63.151 toneladas en la producción ganadera, siendo la industria avícola, una gran consumidora de dichos antimicrobianos, los factores principales del uso excesivo de antibióticos fue el bajo costo y eficacia de estos y la posibilidad de uso sin la autorización de un médico veterinario (Van-Boeckel *et al.*, 2015).

La comunidad europea en el año 2006 metió en vigor la normativa de prohibir la adición de antibióticos promotores de crecimiento (APC) en la alimentación animal, esto con la finalidad de disminuir riesgos sobre la salud del consumidor final (Navarro y Larrañaga, 2012). La industria avícola se ha centrado en resolver este problema con la búsqueda de nuevas alternativas las cuales promuevan una producción limpia, sin el uso de aditivos que expongan la salud humana (Gadde *et al.*, 2018).

Diversas investigaciones han demostrado las ventajas de la adición de probióticos en dietas de las aves, como lo es el constante equilibrio de la microbiota intestinal, el rendimiento productivo, la inmunoestimulación, la estimulación de enzimas digestivas y la protección frente a patógenos (Beski y Al-Sardary, 2015; Gao *et al.*, 2017).

Como probióticos se han usado diversas especies de género, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Bacillus* por mencionar algunos, dichas especies generan un efecto benéfico sobre el rendimiento productivo en aves (Mikulski *et al.*, 2012).

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el rendimiento productivo de los pollos de engorda utilizando *Lactobacillus ssp* como promotor de crecimiento.

2.2. Objetivos específicos

- 2.2.1. Identificar el tamaño de las vellosidades intestinales mediante el uso de *lactobacillus acidophilus* como promotor de crecimiento en pollos de engorda.
- 2.2.2. Medir las características fisicoquímicas de la carne mediante el uso de *lactobacillus acidophilus* como promotor de crecimiento en pollos de engorda.

III. HIPÓTESIS

El rendimiento productivo, altura de vellosidades mejorará con el uso de *Lactobacillus acidophilus* como promotor de crecimiento sin afectar las características fisicoquímicas de la carne en pollos de engorda.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Definición de avicultura

Es una de las ramas que integran la ganadería, y consta de la cría, el manejo y reproducción de las aves domésticas con distintas finalidades, ya sea económicos, científicos o incluso recreativos (CEDRSSA, 2019).

4.2. Sistemas de producción

Existen tres sistemas de producción, los cuales se diferencian dependiendo la tecnología que empleen en la granja, dichos sistemas son el tecnificado, semi-tecnificado y el de traspatio (Alonso *et al.*, 2005).

4.2.1. Tecnificado

En este sistema utilizan tecnología de punta y avanzada disponible a escala mundial, dependiendo la necesidad de producción y las condiciones del país en el que se encuentre va a ser la adaptabilidad que se le dará a la tecnología. En este sistema se encuentran las grandes empresas avícolas, ya que demuestran una integración total, desde el inicio de producción con aves reproductoras hasta la industrialización de la carne y venta directa a los mercados minoristas en los principales centros urbanos, además de contar con su propia fabricación de alimentos balanceados. Esto les permite tener niveles de rentabilidad bastante altos. Estos sistemas de producción altamente tecnificados se ubican en la mayor parte del territorio nacional y son los encargados de aportar el 70% de la carne de pollo que se produce en el país (Alonso *et al.*, 2005).

4.2.2. Semi-tecnificado

Los sistemas semi-tecnificados se encuentran prácticamente en todo el territorio nacional y cuentan con un porcentaje menos de tecnología, de modo que la producción tiene niveles bajos en cuestión de productividad. Presenta ciertas deficiencias en la alimentación, las instalaciones y el manejo sanitario en general. También presenta altas costas de producción y presenta vulnerabilidad ante los cambios económicos de los

precios. El alimento se adquiere de empresas comerciales que fabrican los alimentos balanceados. Los sistemas tecnificados son los encargados de aportar casi el 20% de la producción de carne de pollo a nivel nacional (Alonso *et al.*, 2005).

4.2.3. Traspatio

Estos sistemas son los de mayor tradición en el país y se ubican por todo el territorio nacional, sobre todo en el medio rural. La producción está destinada para el autoconsumo y su participación es mínima y no se vincula en el mercado nacional. Este sistema aporta aproximadamente el 10% de la producción nacional. Carece de tecnologías modernas, debido a esto, sus parámetros productivos son bajos. El abasto del pollo para la engorda son las propias aves rurales o programas institucionales, además de carecer de manejo sanitario (Alonso *et al.*, 2005).

4.3. Línea de pollo Cobb 500

Es considerada una de las líneas de pollo de engorda más efectiva que existe en el mundo, se le considera así por tener la conversión de alimento más baja, tener una tasa de crecimiento mayor a las demás líneas, y por tener la capacidad de prosperar con una alimentación de menor costo. Todas estas cualidades se combinan para darle a la línea Cobb 500 una ventaja competitiva en el mercado de tener el menor costo por kilogramo de peso vivo (Cobb, 2022).

4.4. Sistema digestivo

El sistema digestivo de las aves es muy diferente a la de las demás especies. Y se encuentra distribuido de la siguiente manera (Estrada, 2017).

4.4.1. Pico

Es el órgano que se encarga de la aprehensión de los alimentos, es formado por los maxilares inferior y superior, este, se encuentra cubierto de láminas corneas densas que constituyen la ranfoteca. Los orificios nasales se encuentran en la parte dorsal. La parte superior esta única al cráneo y la parte inferior es móvil, esto para permitirle el movimiento de apertura y cierre. También se encuentra la lengua que es puntiaguda, la

base de la lengua está cubierta por pocas papilas, el desarrollo de las glándulas salivales depende de los hábitos alimenticios, por ejemplo, las que tienden a consumir alimentos muy secos, sus glándulas están muy bien desarrolladas (Estrada, 2017).

4.4.2. Faringe

Es una estructura la cual tiene como finalidad el control del paso del aire y del alimento. No hay una delimitación entre la final de la boca y el inicio de la faringe, sin embargo, cuando el ave extiende el cuello para deglutir, se presenta un cambio en la posición de la tráquea, así, evitando el paso del alimento (Estrada, 2017).

4.4.3. Esófago

Podemos encontrar al esófago entre la orofaringe y la parte glandular del estómago. Es un órgano el cual sus paredes se expanden, el diámetro a comparación de los mamíferos es relativamente mayor. El esófago se divide en esófago cervical y esófago torácico. El esófago cervical es un poco más corto a comparación de la columna vertebral cervical y se caracteriza por tener forma de S. El esófago torácico es más corto que la parte cervical y este se expande desde el dorsal a la tráquea y termina en la base del corazón. Dorsal y ventrolateralmente se encuentra cubierto por los sacos aéreos claviculares y cervical (Sisson y Grossman 2000).

4.4.4. Buche

La forma va a depender mucho de los hábitos alimenticios del ave, los que consumen granos tienden a tener un buche bilobulado, por otro lado, las aves que consumen insectos poseen un buche rudimentario. En el buche encontramos una digestión limitada, debido a la presencia de amilasa salival mezclada en el bolo y una cantidad muy pequeña de fermentación (solo en aves que secretan amilasa) (Estrada, 2017).

4.4.5. Proventrículo

Es un órgano pequeño también conocido como estómago glandular o verdadero, es por el cual el alimento pasa de forma rápida, la principal función del proventrículo es la

secreción de un fluido gástrico que es similar al de los mamíferos no rumiantes, su contenido es de pepsina y ácido clorhídrico (Estrada, 2017).

4.4.6. Molleja

La molleja funciona con una acción mecánica de mezclado y molido del alimento. En este punto los fluidos secretados por el proventrículo son mezclados con el bolo durante el molido (Estrada, 2017).

4.4.7. Páncreas

El páncreas es considerado un órgano accesorio para la digestión, es de estructura glandular y juega un papel importante en la fisiología digestiva del ave. Es una glándula endocrina y exocrina, la función endocrina se encarga de la secreción de hormonas, insulina y glucagón, y la función exocrina se encarga de la secreción y producción de fluidos que son necesarios para una mejor digestión dentro del intestino delgado (Estrada, 2017).

4.4.8. Hígado

Es un órgano indispensable en el tracto gastrointestinal. El papel fundamental del hígado en la digestión y en la absorción, es la producción de bilis, ya que esta facilita la solubilización y la absorción de grasas de la dieta y ayuda a la excreción de productos de desecho, como por ejemplo el colesterol (Estrada, 2017).

4.4.9. Intestino delgado

Por lo general el intestino delgado a comparación de otros mamíferos es más corto, pero con mayor número de convoluciones. Se encuentra en la zona derecha de la cavidad celómica y es fácil su localización, por lo tanto, en procedimientos exploratorios se debe de tener precaución para no provocar lesiones (Rodríguez *et al.*, 2017).

El intestino delgado se divide en tres partes, Duodeno, Yeyuno e Íleon. El duodeno se encuentra en la parte distal de la molleja, el yeyuno se encuentra 10 cm después del duodeno y el íleon se encuentra antes del divertículo de Meckel. La longitud del intestino

dependerá a los hábitos alimenticios del ave. Por ejemplo, las aves que son alimentadas con granos tienen el intestino más largo a comparación de las aves carnívoras ya que su intestino es más corto debido a la digestión y absorción rápida. El intestino delgado es el órgano principal en la absorción y digestión, la superficie luminal contiene unas vellosidades y microvellosidades que dan una superficie más amplia de absorción. además de contar con enzimas especializadas presentes en varios segmentos de este órgano, esto con la finalidad de desdoblar carbohidratos, lípidos y proteínas, para después ser absorbidas (Estrada, 2017).

4.4.10. Intestino grueso

El intestino grueso es corto a comparación de la mayoría de las especies y su función principal es la absorción de agua y minerales, debido a la presencia de movimientos retroperistálticos logra mantener la homeostasis orgánica recuperando el agua de la orina (Rodríguez *et al.*, 2017).

4.4.11. Ciegos

Los ciegos se ubican en la unión del intestino delgado y del intestino grueso. En aves que consumen grano, los ciegos son más largos (Rodríguez *et al.*, 2017).

4.4.12. Cloaca

Es la última parte del sistema digestivo en la cual los productos fecales y urinarios son desechados por la cloaca (Rodríguez *et al.*, 2017).

4.5. Morfometría del intestino

4.5.1. Mucosa

La mucosa del intestino delgado se conforma por tres capas típicas que aparecen en el resto del sistema digestivo: epitelio, lamina propia y muscular de la mucosa, con ello es posible aumentar la superficie de absorción (González y Barbeito, 2014).

4.5.2. Vellosidades intestinales

En la superficie del intestino delgado encontramos unas expansiones de la mucosa más pequeñas, que van desde los 0.5 a 2 mm de longitud, llamadas vellosidades intestinales (Megias *et al.*, 2022). Son evaginaciones con forma de hoja colocadas en un patrón de zigzag, entre cada vellosidad se encuentran las criptas o glándulas intestinales cortas y sinuosas. El tamaño, la forma y el número de vellosidades dependerán de la alimentación del ave, un ave granívora tendrá las vellosidades más largas a comparación de un ave frugívora (González y Barbeito, 2014).

4.5.3. Epitelio

En el epitelio intestinal de las aves encontramos las mismas células que encontramos en los mamíferos y sus características morfológicas son similares. Los tipos celulares que se encuentran son los enterocitos, células caliciformes, células enteroendocrinas y células madre. Los enterocitos son células de forma cilíndrica altas en la superficie de las vellosidades y en la base se tornan más bajas. Estas células presentan microvellosidades apicales, las mitocondrias se presentan de forma abundante en la región basal. Las células caliciformes no muestran características distintivas con respecto a las de los mamíferos, sus células enteroendocrinas son numerosas en la base (González y Barbeito, 2014).

4.5.4. Lamina propia

Esta lamina la encontramos en las criptas intestinales y son constituidas de un tejido conectivo laxo, contiene vasos sanguíneos, posee nervio y tejido linfático, también se conforman por fibras reticulares. Esta lamina propia forma el eje de las vellosidades intestinales en la que también traspasan fibras musculares lisas provenientes de la muscular de la mucosa. Las aves diferencia de las vellosidades intestinales de los mamíferos, carecen del vaso quilífero central. El tejido linfático nodular va incrementando conforme va avanzando la edad del ave y los nódulos linfáticos están dispersos por la lámina propia. En cuestión de la mucosa muscular se considera delgada y solo posee fibras musculares lisas en forma de capas longitudinales, a excepción del ciego en donde es agregado internamente una capa circular (González y Barbeito, 2014).

4.5.5. Túnica submucosa

Es delgada y posee tejido conectivo denso con fibras elásticas y colágenas. En ocasiones es tan delgada que solo se diferencia el plexo nervioso submucoso. Por el poco desarrollo de la túnica submucosa es difícil distinguirla con la muscular mucosa (González y Barbeito, 2014).

4.5.6. Túnica muscular

Es una capa longitudinal externa delgada, una circular interna de mayor espesor entre las que se localizan el plexo nervioso mientérico, numerosos vasos sanguíneos y fibras elásticas (González y Barbeito, 2014).

4.5.7. Túnica serosa

Está formada de un mesotelio y de un tejido conectivo el cual aumenta el espesor de la zona donde se origina el mesenterio. La motilidad gastrointestinal en aves es similar a la de los mamíferos, a excepción de la ocurrencia de pequeños reflujos desde el intestino delgado el cual moviliza el contenido, hacia el estómago muscular el cual se relaja para recibirlo. El reflujo es una actividad de los órganos del sistema digestivo que permite maximizar el aprovechamiento de los nutrientes ingeridos, siendo así un sistema de adaptación muy importante ante la tasa metabólica de las aves (González y Barbeito, 2014).

4.6. Definición de probiótico

La definición propuesta en el año 1965 hacía referencia a que los probióticos eran sustancias secretadas por los microorganismos que estimulan el crecimiento de otros (en oposición a los “antibióticos”). En la actualidad el término “probiótico” se refiere a un producto o un preparado el cual contiene cepas de microorganismos viables en cantidades diferentes como para tener una alteración en la microflora del huésped ya sea por implantación o colonización (Schrezenmeir y De Verse, 2001).

Aunque por otro lado encontramos definiciones más simples como es el caso de la definición de la Organización Mundial de la Salud (OMS), el cual hace referencia a microorganismos vivos que cuando se administran en cantidades adecuadas confieren un efecto beneficioso sobre la salud del huésped (FAO, 2002).

Los probióticos juegan un papel muy importante dentro de la salud ya que previenen y son tratamientos de enfermedades infecciosas agudas digestivas, enfermedades intestinales crónicas y hepáticas, además actúan sobre el sistema inmune del huésped, la homeostasis intestinal y sirve para la regulación de la microbiota intestinal (Castañeda, 2018).

4.7. Tipos de probióticos

Diferentes tipos de bacterias han sido reconocidas como probióticos. Cada una de estas bacterias tienen diferentes beneficios, ya que no todos los probióticos son idénticos. se han identificado dos tipos de probióticos: Bacterianos y de levadura. En los bacterianos encontramos los *Lactobacillus spp* y *Bifidobacterium spp*. (Castañeda, 2014), siendo estos los más comunes, ya que también encontramos otros probióticos bacterianos de distintas especies que corresponden a los géneros *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus* y *Bacillus*, Las cepas de *Lactobacillus* han sido utilizadas para la elaboración del yogurt y otros alimentos que tienen que ser fermentados (Castañeda, 2014). El único probiótico que se considera como levadura es el del género *Saccharomyce boulardii* y sus beneficios se han demostrado sobre todo en diarreas, y establecen sus propiedades y mecanismos de acción sobre su mecanismo de acción sobre las diferencias con los probióticos bacterianos (Castañeda, 2014; Pace *et al.*, 2015; Castañeda, 2017).

4.8. Genero de *Lactobacillus ssp*

Los probióticos del género *Lactobacillus ssp*. son el principal grupo de las bacterias ácido lácticas (BAL) y su principal característica es la de formar ácido láctico como producto del metabolismo de los carbohidratos. En este género la principal morfología que encontramos son de bacilos y cocobacilos, además de ser bacterias gran positivas y no forman esporas. Son complejas en cuestión de sus requerimientos nutricionales y

principalmente las encontramos en frutos, plantas alimentos fermentados y en el organismo de los animales (Sun *et al.*, 2015).

Son considerados como el taxon que tiene un mayor potencial comercial debido a la capacidad de las especies para obtener biotransformaciones de carbohidratos además de sus recientes estudios para explorar el potencial genético que tienen. Dichas bacterias son reconocidas como bacterias seguras por la FDA (Food and Drug Administration) y por la EFS (European Food Safety) como bacterias cualificadas seguras (Sun *et al.*, 2015).

La gran mayoría de las bacterias del género *Lactobacillus* tienen la característica de sobrevivir en condiciones acidas y alcalinas, así como a las enzimas que se encuentran en el tracto digestivo de diferentes especies animales (Boyle *et al.*, 2006).

Cuando estas bacterias ácido lácticas llegan al intestino, su primera acción es producir ácido láctico, el cual acidifica esa región provocando que la flora patógena disminuya, dicha característica confiere a él genero de *Lactobacillus* propiedades probióticas (Boyle *et al.*, 2006).

Otros autores como es el caso de Alander *et al.* (1999) y Isolauri *et al.* (2001) explican la acción de los probióticos de la siguiente manera: los probióticos producen ciertas sustancias antimicrobianas como lo es el peróxido de hidrogeno, diacetilo, bacteriocinas y ácido láctico, dichas sustancias reducen el número de patógenos viables, afectan el metabolismo bacteriano o la producción de toxinas. Disminuyen el pH intestinal y esto provoca una ventaja para el crecimiento de microorganismos benéficos. También aumenta la resistencia de adhesión a la superficie del epitelio gastrointestinal para competir con agentes patógenos y genera una estimulación a la respuesta inmune innata y adquirida, estimulando la producción de inmunoglobulina A y activando macrófagos para proteger enfermedades intestinales (Collado *et al.*, 2007)

4.9. *Lactobacillus acidophilus*

Lifeder (2022) describe que este probiótico es del dominio: bacteria, pertenece a la división de los firmicutes, es de la clase *Bacilli*, pertenece al orden de los *Lactobacillales*, de la familia *Lactobacillaceae*, su género es de lo *Lactobacillus* y su especie es *acidophilus*.

Es una bacteria gram positiva, no forma esporas y pertenece a las bacterias ácido lácticas (BAL), pertenece a la microbiota del intestino, boca, vagina de los humanos y en el intestino de ciertos mamíferos. Además de tener a una gran variedad de alimentos como nicho ecológico natural, como por ejemplo la carne, leche, pescado y cereales. A pesar de que su especie lleve por nombre *acidophilus*, este microorganismo es capaz de sobrevivir en el pH ácido. La tasa de supervivencia en el tracto gastrointestinal oscila entre un 2% - 5%, logra concentraciones de (10^6 - 10^8 UFC mL⁻¹) en el colon. Va a depender de la cepa la capacidad de adhesión intestinal, los beneficios en cuanto a la digestibilidad de la lactosa y la habilidad de prevenir diarreas (Lifeder, 2022).

Son microaerófilos, es decir, tienen buen crecimiento con una tensión baja de oxígeno y con 5-10% de CO₂, también son homofermentativos que significa que tienen la capacidad de producir exclusivamente ácido láctico a partir de la fermentación de azúcares. La temperatura óptima para su crecimiento es de 37° C. sobreviven hasta 2.0 de pH durante el periodo de la incubación que dura 2 horas. Y frente a las sales biliares de origen bovino al 0.3%. una de las propiedades más aprovechadas por la industria es que se pueden producir a gran escala y pueden permanecer viables y estables tanto en el intestino como en los alimentos, esta característica permite que los *Lactobacillus acidophilus* cumpla con los requisitos importantes para que la FAO/OMS considere a esta bacteria como probiótica (Lifeder, 2022).

4.10. Uso de antibióticos en aves

A finales de los 40's del siglo XX, se empezaron a usar antibióticos en la dieta de los animales con la finalidad de aumentar el rendimiento productivo de la carne, huevo y leche. Los resultados fueron positivos desde el punto de vista productivo, sin embargo, con el paso del tiempo esta práctica comenzó a generar dudas debido a el daño a la salud del consumidor (Ardoino *et al.*, 2017).

La acción de los antibióticos promotores de crecimiento ha sido explicada de distintas maneras. Se ha propuesto que un antibiótico logra reducir la incidencia y severidad de infecciones, reduce el uso de nutrientes de la microflora intestinal no deseable, mejoran la asimilación de nutrientes mediante el adelgazamiento de la pared intestinal y reduce la cantidad de metabolitos producidos por bacterias que ocasionan reducción de crecimiento (Huyghbaert *et al.*, 2011).

La importancia de los antibióticos como promotores de crecimiento es el mantener el equilibrio de los microorganismos Gram positivos y Gram negativos de la microflora intestinal. El porcentaje que debe de haber de Gram positivas para que se considere optimo es del 90%, con una cantidad alta del género *Lactobacillus*. Cuando existen alteraciones digestivas o episodios de estrés aumentan las bacterias Gram Negativas, como por ejemplo *E. coli*. Dichas bacterias proliferan, se adhieren a la mucosa del intestino provocando que la absorción de nutrientes disminuya, esto provoca retraso en la producción y en el crecimiento (Jones y Ricke, 2003).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización

La investigación se realizó en el campo experimental agrícola y pecuaria “Ocota” en el municipio de Tlatlauquitepec, Puebla, El municipio se encuentra en el noreste del Estado de Puebla, cuenta con las coordenadas de los paralelos 19° 36’ 24” y 20° 03’ 18” de latitud norte y los meridianos 97° 14’ 42” y 97° 28’ 06” de longitud occidental. Los municipios con los que colinda Tlatlauquitepec Cuetzálán del Progreso al norte, con Chignautla, Atempan y Yaonáhuac al Este, con Cuyoaco al sur y con Zautla, Zaragoza y Zacapoaxtla al Oeste. Por su Ubicación y Extensión, cuenta con una gran variedad de climas, las cuales indican la transición entre los climas templados de la sierra norte y los cálidos del declive del golfo. Se identifican los siguientes climas: Semifrío subhúmedo con lluvias en verano, se localiza en las áreas montañosas del sureste. Templado subhúmedo con lluvias en verano, ocupa una franja al sur. Templado húmedo con abundantes lluvias en verano en un área de la parte central (ASE, 2020)

5.2. Establecimiento del experimento

Se utilizaron 100 pollos de engorda de la línea Cobb 500, la edad de los pollos fue de 3 días de nacidos, fueron distribuidos en dos tratamientos, el tratamiento 1 (T1) fue sin la adición de *Lactobacillus acidophilus* (UFC⁻¹⁰) y el tratamiento 2 (T2) fue con la adición de *Lactobacillus acidophilus* (UFC⁻¹⁰), cada tratamiento tuvo 5 repeticiones y cada repetición tuvo 10 pollos como unidad experimental y se analizaron con el diseño experimental t-Student para muestras independientes, cada unidad experimental fue alojada en un galpón de 1 m de largo x 1 m de ancho x 1 m de altura.

Antes del recibimiento de los animales, las instalaciones fueron lavadas con jabón y cloro, incluyendo paredes, ventanas, puerta, suelo y techo, después de enjuagar toda la nave, se realizó una mezcla de cal viva, agua, nopal y Resistol blanco líquido para encalar las paredes, esto con la finalidad de eliminar cualquier organismo patógeno existente y evitar el crecimiento del mismo, también fueron desinfectadas con el producto

SOLUVET®, se utilizó la dosis de dilución del 2%, con ayuda de una aspersor se roció todo el interior de la nave, incluyendo los galpones, y las herramientas que se utilizarían durante todo el experimento.

El alimento y el agua fue ofrecido *ad libitum*, se realizó un monitoreo diario, empezaba a la 9:00 a.m. y terminaba a las 12:00 p.m. dicho monitoreo se realizaba para verificar que los animales tuvieran el alimento y agua suficiente, además de observar el comportamiento del animal para poder detectar con tiempo alguna enfermedad y actuar de la manera más rápida y eficaz posible.

Cada animal se identificó con un cinturón de plástico (el cual se escribió el número del pollo) y se colocó en la pata derecha. La identificación se realizó para llevar un registro más exacto de lo que fue el experimento.

5.3. Variables productivas

5.3.1. Consumo diario de alimento

Para calcular esta variable se ocupó una balanza granataria, y un recipiente con capacidad de 3 kg para facilitar el pesado. Cada semana, el alimento rechazado fue depositado en el recipiente para ser pesado y una vez obtenido este dato, se calculó con la siguiente fórmula:

$$\text{C.D.P.} = (\text{El alimento ofrecido} - \text{alimento rechazado}) / \text{número de aves}$$

Los datos se reportaron en gr ave^{-1} .

5.3.2. Ganancia diaria de peso

Para calcular la variable se ocupó una balanza granataria y una caja de plástico (para depositar a las aves y facilitar el pesaje). Finalizando la semana se introdujeron las aves dentro de la caja, para posteriormente pesarlas, así se realizó con cada repetición. Se calculo con la siguiente fórmula:

G.D.P.= (Peso final-peso inicial) / número de aves

Los datos se reportaron en gr ave⁻¹.

5.3.3. Conversión alimenticia

Para obtener esta variable primero se tuvo que obtener el consumo diario de alimento y la ganancia diaria de peso y se ocupó la siguiente formula:

C.A.= Consumo diario de alimento / ganancia diaria de peso

5.4. Variables fisicoquímicas

5.4.1. pH de la carne

Las muestras se obtuvieron directamente del musculo de la pierna izquierda (5 g) 24 h *post mortem*, posteriormente en un vaso precipitado se midieron 100 mL de agua destilada, después en una licuadora eléctrica se colocaron los 100 mL de agua destilada y los 5 g de carne para posteriormente ser molida y obtener una muestra homogénea, una vez obtenida la muestra se vació en un frasco de vidrio y utilizando un potenciómetro portátil de punción de la marca Hanna, se midió el pH de cada repetición de los dos tratamientos (UM, 2020)

5.4.2. Capacidad de retención de agua

Se uso la metodología descrita por Fuentes *et al.* (2013), la cual se pesó un objeto de 2 kg, se obtuvo 5 g de carne y se cortaron papel filtro con medidas de 10 cm x 10 cm, se dobló a la mitad y se pesó en seco, posteriormente se colocó la carne en medio del papel filtro y se colocó el objeto de 2 kg encima de la carne envuelta del papel filtro, se dejó 5 minutos por repetición, pasados los 5 minutos se retiró la carne del papel filtro y se pesó el papel húmedo, por ultimo para obtener el resultado se realizó la siguiente formula:

C.R.A.= Peso de papel húmedo – peso de papel seco

5.4.3. Color

El muestreo se realizó 24 h *post mortem*, se utilizó un colorímetro portátil de la marca Konica Minolta, a la pierna izquierda se le realizaron cortes transversales, se colocó la muestra en la plataforma transparente del colorímetro y se realizaron 3 disparos para obtener la luminosidad (L), el índice de color rojo (a) y el índice de amarilleamiento (b) (Konica-Minolta, 2017)

5.4.4. Peso de molleja

Para obtener el peso de la molleja se obtuvo la muestra después del sacrificio, se pesó la molleja sucia, y después se pesó la molleja limpia.

5.4.5. Peso de hígado

El muestreo fue después del sacrificio, se extrajo el hígado para después ser pesado.

5.4.6. Vellosidades intestinales

Para la determinación de las vellosidades intestinales las aves fueron inducidas a un ayuno de 12 h, se ofreció agua *ad libitum*, pasada las 12 h los pollo fueron sacrificados por el método de dislocación (cráneo-cervical), se recolectaron cortes de 2 cm (duodeno, yeyuno e íleon), inmediatamente después del corte se realizó un lavado con agua destilada durante 5 segundos y posteriormente en formalina al 10 % durante 5 segundos para lavar el lumen intestinal, cada segmento intestinal se recogió cerrado (sin exposición de la mucosa intestinal), las muestras se colocaron en frascos con formalina tamponada al 10% (10 veces el tamaño de la muestra) previamente refrigerados durante 12 h, las muestras fueron fijadas en la formalina al 10% (en refrigeración) durante 24 h, se prepararon 18 frascos (6 por tratamiento) con los siguientes líquidos, 4 con alcohol etílico al 70%, 4 con alcohol etílico al 95%, 4 con alcohol al 100%, 2 con alcohol al 100% y xilol (mitad alcohol y mitad xilol), y 4 con xilol (Montalvo, 2010).

Se utilizaron 6 bolsas de tela (3 por tratamiento) en el cual se colocaron por cada bolsa el duodeno, yeyuno e íleon, posteriormente se sumergieron las muestras en los frascos previamente llenados con los líquidos mencionados, se distribuyeron de la siguiente

manera: primer frasco con alcohol etílico al 70% 12 h, el segundo frasco con alcohol etílico 12 h, tercer frasco con alcohol etílico al 95% 1 h, cuarto frasco con alcohol etílico al 95% 1 h, el quinto frasco con alcohol etílico al 100% 1 h, el sexto frasco con alcohol etílico al 100% 1 h, el séptimo frasco con alcohol etílico al 100% y xilol en partes iguales 1 h, el octavo frasco con xilol 1 h, y por último en el noveno frasco con xilol 1 h, mientras pasó la última hora en moldes que soporten altas temperaturas se colocó parafina histológica de la marca Hycel y se colocaron en un horno para derretir la parafina, pasada la hora las muestras se metieron en los moldes con la parafina previamente derretida y se dejaron 1:30 h en el horno, este paso se realizó tres veces más, en cada baño de parafina se cambió la parafina y en la tercera vez solo se dejó por 1 h, al término de los baños en parafina se realizó el enmolde de las muestras, en un molde de silicón circular se colocaron las muestras de forma que la parte de duodeno, yeyuno e íleon quedaran vertical para llenarla de parafina derretida para que al secarse la muestra quedara fija (Montalvo, 2010)

Para la segunda etapa se ocupó un microtomo manual de la marca Spencer calibrado a 5 μm , se realizaron 5 cortes por cada muestra, se identificó un porta objetos para saber de qué parte de la muestra es, posteriormente en un recipiente de metal se colocó agua a la mitad y se puso en una estufa de gas a calentar, con ayuda de un termómetro se monitoreo la temperatura del agua para que no pasara de 40° C, una vez obtenida esta temperatura se colocó 5 g de grenetina (para facilitar la adhesión de la muestra al porta objeto), se revolvió y manteniendo la temperatura de 40° C se colocaron los cortes en el agua, el lado brillante se coloca hacia arriba y el otro lado más opaco se coloca en contacto del agua, se deja hasta que la muestra se abra para posteriormente recolectarla con el porta objeto, este proceso se realiza con cada muestra (Montalvo, 2010).

Para la tercera etapa se prepararon 24 recipientes con los siguientes líquidos y se sumergieron los porta objetos con las muestras los siguientes tiempos:

1. Xilol – 3 min
2. Xilol – 3 min
3. Alcohol 100% - 3 min
4. Alcohol 100% - 3 min

5. Alcohol 95% - 3 min
6. Alcohol 95% - 3 min
7. Alcohol 70% - 3 min
8. Agua corriente – 5 min
9. Agua destilada – 1 min
10. Agua destilada – 1 min
11. Hematoxilina – 3 min
12. Agua destilada – 1 min
13. Agua destilada – 1 min
14. Agua corriente – 5 min
15. Agua destilada – 1 min
16. Agua destilada – 1 min
17. Eosina – 3 min
18. Alcohol 70% - 1 min
19. Alcohol 95% - 1 min
20. Alcohol 95% – 1 min
21. Alcohol 100% - 1 min
22. Alcohol 100% - 2 min
23. Xilol – 1 min
24. Xilol – 2 min

Al terminar este proceso se metieron los porta objetos a una estufa precalentada a 45° C durante 24 h, posteriormente las muestras fueron observadas y se tomaron las fotografías, después se midieron las vellosidades con el programa image J (Montalvo, 2010)

5.5. Diseño experimental

Para este estudio se utilizó el diseño experimental t-Student para muestras independientes.

$$t = \frac{X1 - X2 - (\mu1 - \mu2)}{\delta dif}$$

Dónde:

μ =es la media de la población.

x = Es la media muestra extraída de la población.

δdif = Representa el error estándar de las diferencias entre las medias

Para realizar el análisis estadístico de la variables se ocupo el paquete computacional SAS versión 9.0 y para las encontrar las diferencias estadísticas entre los tratamientos se realizo con una prueba de comparación de medias de Tuckey (P<0.05)

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se observan los resultados de las variables evaluadas en la etapa de iniciación, consumo diario de peso (CDA), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA) donde se muestran que no hay diferencias significativas entre los dos tratamientos ($P>0.05$).

**Cuadro 1: Efecto del comportamiento productivo en pollos de engorda
adicionando *Lactobacillus acidophilus* a la dieta en etapa de iniciación**

Variables evaluadas	T1	EEM	T2	EEM	Pr > t
CDA	19.63	0.12	19.53	0.14	0.6293
GDP	30.77	0.48	30.89	0.17	0.8269
CA	1.56	0.02	1.57	0.08	0.6833

Pr > |t| =valores mayores a α 0.05 indican diferencia significativa; T1 =tratamiento 1 sin adición de probióticos (*Lactobacillus acidophilus*), T2 =tratamiento 2 con adición de probióticos (*Lactobacillus acidophilus*), EEM = Error estándar de la media

6.1. Variables del comportamiento productivo en etapa de iniciación

Guerrero (2021), reporta que no se muestran diferencias significativas ($P>0.05$) en el CDA en lotes sexados con la adición de probióticos en la etapa de iniciación. Además, Vélez *et al.* (2019) reportaron que con la adición de un solo probiótico *Bacillus subtilis*, solo encontraron diferencias numéricas en CDA y en CA, por otro lado, Martínez-González y Barbeito (2014) reportaron no haber encontrado diferencias significativas ($P>0.05$) entre tratamientos en la GDP con la adición de *Lactobacillus ssp* en la primera etapa de la producción.

En el Cuadro 2 se observan los resultados de las variables evaluadas en la etapa de finalización, consumo diario de peso (CDA), y conversión alimenticia (CA) donde se muestran que no hay diferencias significativas entre los dos tratamientos ($P > 0.05$). Sin embargo, en la variable ganancia diaria de peso (GDP) se muestra que existe diferencias significativas ($P < 0.05$) entre los tratamientos.

Cuadro 2: Efecto del comportamiento productivo en pollos de engorda adicionando *Lactobacillus acidophilus* a la dieta en etapa de finalización.

Variables evaluadas	T1	EEM	T2	EEM	Pr > t
CDA	40.58	3.72	38.44	0.85	0.6049
GDP	35.73	0.10	37.12	0.04	0.0003
CA	0.89	0.08	0.96	0.02	0.4518

Pr > |t| = valores mayores a α 0.05 indican diferencia significativa; T1 =tratamiento 1 sin adición de probióticos (*Lactobacillus acidophilus*), T2 =tratamiento 2 con adición de probióticos (*Lactobacillus acidophilus*), EEM = Error estándar de la media.

6.2. Variables de comportamiento productivo en la etapa de finalización

Prado-Rebolledo *et al.* (2012) reportaron que con el uso de bacterias ácido lácticas en pollos de engorde en la etapa de finalización la GDP tiene mejores ganancias en comparación con el tratamiento testigo encontrando diferencias significativas ($P < 0.05$), por lo contrario, Aguavil (2012), reporta que para mejorar la CA en etapa de finalización se debe de usar dos o más tipos de probióticos para fortalecer aún más la microflora intestinal.

Por otra parte, Guerrero (2021), reporta que en la etapa de finalización no encontró diferencias significativas ($P>0.05$) a excepción de la última semana de dicha etapa en la que si mostro diferencias significativas ($P<0.05$)

6.3. Variables fisicoquímicas

En el presente trabajo las variables fisicoquímicas mostradas en el Cuadro 3 como los son el pH de la carne, la capacidad de retención de agua (CRA) no se vieron modificadas por el uso del probiótico, así como el color de la carne en las escalas de índice de luminosidad (L), índices de color rojo (a) e índice de color amarillo (b) y el peso del hígado y de la molleja, es decir no se vieron modificadas, de forma similar Parra (2015) reporta que no hubo diferencias significativas ($P>0.05$) en el peso de hígado y molleja con la adición de cepas probióticas en la dieta. Por otro lado, Sawyer (2008) menciona que el color de la carne se ve relacionado con múltiples características y factores de la misma; menciona que la carne de color rojo oscuro se relaciona con altos niveles de pH muscular, así como una mayor capacidad de retención de agua (CRA).

Cuadro 3: Variables fisicoquímicas de la carne de pollos de engorda con adición de probióticos (*Lactobacillus acidophilus*) en la dieta.

Variables fisicoquímicas	T1	EEM	T2	EEM	Pr > t
pH	6.21	0.15	6.20	0.13	0.9493
Capacidad de retención de agua	0.72	0.13	0.88	0.20	0.1790
Color (L)	43.95	2.63	43.70	5.52	0.8754
Color (a)	5.88	4.00	7.56	3.87	0.2514
Color (b)	2.65	1.62	3.01	1.82	0.5833
Molleja (sucia)	40.7	13.17	31.9	7.03	0.0788
Molleja (limpia)	28	7.46	23.9	5.06	0.1679
Hígado	40.4	8.95	39.8	10.17	0.8902

Pr > |t| = valores mayores a α 0.05 indican diferencia significativa; T1 =tratamiento 1 sin adición de probióticos (*Lactobacillus acidophilus*), T2 =tratamiento 2 con adición de probióticos (*Lactobacillus acidophilus*), EEM = Error estándar de la media.

6.4. Alturas de vellosidades intestinales

De acuerdo con lo observado en el Cuadro 4 se presentan diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$) en las tres partes del intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon), Beski y Al-Sardary (2015) de manera similar, reportaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la altura de las vellosidades intestinales en los pollos que recibieron la suplementación dietética de probióticos y simbióticos durante 42 días, por otro lado Lara (2015) encontró diferencias significativas entre tratamientos ($P < 0.05$) en los tres segmentos del intestino (duodeno, yeyuno e íleon) con la adición de *Lactobacillus farciminis*. Groff *et al.* (2016) mostraron que la inclusión de varios probióticos y simbióticos en la dieta muestran diferencias significativas ($P < 0.05$) a diferencia del tratamiento testigo que no mostro mejoría en la estructura de las vellosidades intestinales; por lo que se infiere que las similitudes en los resultados por los autores anteriormente citados, al usar probióticos, puedan deberse a que los probióticos utilizados son Bacterias ácido lácticas (BAL), Guzmán (2016) reporta que la adición de *S. cerevisiae*, *Lactobacillus sp* y *B. subtilis* muestran diferencias significativas ($P < 0.05$) en la altura y ancho de las microvellosidades intestinales de las tres regiones del intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon).

Cuadro 4: Altura de vellosidades intestinales de duodeno, yeyuno e íleon (μm) de pollos de engorda con adición de probióticos (*Lactobacillus acidophilus*) en la dieta.

Altura de vellosidades intestinales	T1	EEM	T2	EEM	Pr > t
Duodeno	74.21	14.10	87.54	9.51	<.0001
Yeyuno	70.56	11.28	83.13	13.43	<.0001
Íleon	69.335	8.91	80.11	12.90	<.0001

Pr > |t| = valores mayores a α 0.05 indican diferencia significativa; T1 =tratamiento 1 sin adición de probióticos (*Lactobacillus acidophilus*), T2 =tratamiento 2 con adición de probióticos (*Lactobacillus acidophilus*), EEM = Error estándar de la media, μm = micras.

VII. CONCLUSIONES

En las variables productivas, ganancia de peso (GDP), consumo de alimento (CDA) y capacidad de retención de agua (CA), no hubo mejoría con la adición de *Lactobacillus acidophilus* como promotor de crecimiento.

En cuanto a las variables fisicoquímicas de la carne, pH, CRA, escala de luminosidad (L), índice de color rojo (a), índice de color amarillo (b), peso de molleja e hígado, no se vieron modificadas por ninguno de los dos tratamientos.

Sin embargo, en la altura de las vellosidades intestinales en las tres secciones del intestino delgado (duodeno, yeyuno e íleon) se vieron mejoradas en el tratamiento con la adición de *Lactobacillus acidophilus* como promotor de crecimiento, sin afectar los parámetros productivos y las variables fisicoquímicas

VIII. LITERATURA CITADA

- Aguavil J. E. 2012. Evaluación del efecto de un probiótico nativo elaborado en base a *Lactobacillus acidophilus* y *bacilus subtilis* sobre el sistema gastrointestinal en pollos broiler Ross-308 en santo domingo de los Tsáchilas. Tesis de licenciatura. Escuela politécnica del ejército. Santo Domingo. Republica Dominicana. 103p.
- Alander M., Satokari R., Korpela R., Saxelin M., Vilpponen-Salmela T., MattilaSandholm T. y Wright A.V. 1999. Persistence of Colonization of Human Colonic Mucosa by a Probiotic Strain, *Lactobacillus rhamnosus* GG, after Oral Consumption. *Applied and Environmental Microbiology* 65 (1):351– 354.
- Alonso F. P., M. Castañeda S., M. Escorcía M., R. Merino G. 2005. Zootecnia de aves. Disponible en: https://fmvz.unam.mx/fmvz/p_estudios/apuntes_zoo/unidad_7_aves.pdf (revisado el 14 de septiembre de 2022)
- Ardoino S.M., R. Toso E., M. Toribio S., H. Alvarez L., E. Mariani L., P. Cachau D., M. Mancilla V., D.Oriani S. 2017. Antimicrobianos como promotores de crecimiento (AGP) en alimentos balanceados para aves: uso, resistencia bacteriana, nuevas alternativas y opciones de reemplazo. *Ciencia veterinaria* 19 (1) 1515-1883.
- ASE (Auditoría Superior del Estado). 2020. Tlatlauquitepec. Disponible en: <https://www.auditoriapuebla.gob.mx/sujetos-de-revision/informes/informes-individuales/itemlist/category/308-tlatlauquitepec#:~:text=Este%20municipio%20se%20localiza%20en,%206%E2%80%9D%20de%20longitud%20occidental.> (Revisado el 27 de noviembre del 2022)

- Ávila E. G., J. Carmona M., M. Castañeda S., A. Cortés C., 2018, Introducción a la Zootecnia del Pollo y la Gallina, LDCV F. Avril Braulio Ortiz, 2ª ed. UNAM, México. pp: 12.
- Beski S. S., S. Al-Sardary Y. 2015. Effects of dietary supplementation of probiotic and synbiotic on broiler chickens hematology and integrity. *International Journal of Poultry Science* 14 (1): 31-36.
- Boyle R. J., R. Robins-Browne M., M. Tang L. (2006). Probiotic use in clinical practice: What are the risks? *American Journal of Clinical Nutrition* 83 (6): 1256–1264.
- Castañeda C. 2017. Probiótico *Saccharomyces boulardii*. CNCM I-745 de la investigación a la práctica clínica. *Belize J Medicine* 6 (2):15-21.
- Castañeda C., 2014. Probióticos. *In: Ecosistemas Intestinal*. Quito (ed.) Editorial Mendieta. Cuba. pp: 95-104.
- Castañeda G.C. 2018. Microbiota intestinal y salud infantil. *Rev Cubana de Pediatría*. 90 (1): 94-110.
- CEDRSSA (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria). 2019. La importancia de la industria avícola en México. Disponible en: http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/47Industria_Avicola_M%C3%A9xico.pdf (revisado el 13 de septiembre de 2022)
- Cobb 2022. Cobb 500, el pollo de engorda más eficiente del mundo. Disponible en: https://www.cobb-vantress.com/es_MX/products/cobb500/ (Revisado el 19 de septiembre de 2022).
- Collado M.C., J. Meriluoto, S. Salminen. 2007. Role of commercial probiotic strains against human pathogen adhesion to intestinal mucus. *Letters in Applied Microbiology*. 45 (1): 454-460.

- Estrada M. P. 2017. Anatomía y Fisiología Aviar. Disponible en : https://www.academia.edu/33327975/ANATOMIA_Y_FISIOLOGIA_AVIAR_documento (Revisado el 18 de septiembre de 2022).
- FAO(WHO). 2002. Guidelines for the evaluation of probiotics in food. Disponible en: http://www.who.int/foodsafety/fs_management/en/probiotic_guidelines.pdf (revisado el 20 de septiembre de 2022).
- Fuentes A.L., E. García M., I. Fernández S. 2013. Determinación de la capacidad de retención de agua (CRA) Método de prensado). Disponible en: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/29835/Determinaci%C3%B3n%20CRA_m%C3%A9todo%20prensado.pdf?sequence=3 (Revisado el 27 de noviembre de 2022).
- Gadde W., W. Kim, S. Illehoj-hyun, 2018 Alternatives to antibiotics for maximizing growth performance and feed efficiency in poultry. *Animal health research reviews* 18 (1): 26-45.
- Gao P., C. Ma, Z. Sun, L. Wang, S. Huang, X. Su, H. Zhang. 2017. Feed-additive probiotics accelerate yet antibiotics delay intestinal microbiota maturation in broiler chicken. *Microbiome* 5 (1): 1-14.
- García S., M. López V., Y. Carcassés V. 2012. Empleo de probióticos en los animales. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar/> (Revisado el 24 de noviembre de 2022).
- Gonzalez N., G. Barbeito. 2014. *Histología de las aves*. 1ª. ed. Norma Viviana González y Claudio Gustavo Barbeito. Editorial de la Universidad de la Plata Buenos Aires. 506 p.
- Groff P. M., J. Dos-Santos, A. Mendes S., P. Rossi, S. Celia P., W. Narvaez-Solarte, E. Carvalho H., S. Takahashi E. 2016. Probióticos y simbióticos en el rendimiento y la morfometría intestinal de pollos de engorde desafiados con *Salmonella enteritidis*. *Revista electrónica de veterinaria*. 17 (9) 1-16.

- Guerrero K.H. 2021. Efecto de dos promotores de crecimiento (probiótico y prebiótico) en la alimentación para pollos de carne en la zona de Huancabamba. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Piura. Piura, Perú. 86p.
- Guzman Y. G. 2016. Efectos del uso de probióticos sobre parámetros morfológicos en duodeno, yeyuno e íleon de pollos de engorde. Tesis de licenciatura. Universidad de los llanos. Villavicencio. Colombia. 46p.
- Huyghebaert G., R. Ducatelle., F. Van Immerseel. 2011. An update on alternatives to antimicrobial growth promoters for broilers. *The Veterinary Journal* 187 (1):182–188.
- Isolauri E., Y. Siitas, P. Kankaanpää, H. Arvilommi, S. Salminen. 2001. Probiotics: effects on immunity. *American Journal of Clinical Nutrition*. 73(1):444–450.
- Jones F., S. Ricke. 2003. Observations on the history of the development of antimicrobials and their use in Poultry Feeds. *Poultry Science* 82 (1):613–617.
- Konica-Minolta. 2017. Chroma Meter CR-400/410. Disponible en: https://sensing.konicaminolta.us/wp-content/uploads/cr400_410_instructions_eng-lvvarc19.pdf (Revisado el 27 de noviembre).
- Lara S. C. 2015. Adición de *Lactobacillus farciminis* (probiótico) en la dieta de pollos de engorda (*Gallus gallus*) en desafío con una cepa de *Salmonella paratyphi*. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México. 64p.
- Lifeder (life daily education & research). 2022. *Lactobacillus acidophilus*. Disponible en: <https://www.lifeder.com/lactobacillus-acidophilus/> (revisado el 21 de septiembre de 2022).

- Martínez-González J., R. Legorreta- Cárdenas, F. Lucero-Magaña, S. Castillo-Rodríguez. 2014. Efecto de los lactobacilos en las ganancias de peso de pollos de engorda. *Abanico Veterinario* 4 (2): 31-35.
- Megías M., P. Molist, M. Pombal. 2022 Atlas de histología vegetal y animal. Disponible en: <https://mmegias.webs.uvigo.es/2-organos-a/imagenes-grandes/digestivo-delgado.php#n> (revisado el 19 de septiembre de 2022).
- Mikulski D., J. Jankowski, J. Naczmanski, M. Mikulska, V. Demey. 2012. Effects of dietary probiotic (*Pediococcus acidilactici*) supplementation on performance, nutrient digestibility, egg traits, egg yolk cholesterol, and fatty acid profile in laying hens. *Poultry Sci.* 91 (1): 2691-2700.
- Montalvo C. A. 2010 Técnica histológica, Disponible en: https://bct.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2018/08/3_tecnica_histologica.pdf (Revisado el 15 de enero del 2022).
- Navarro A. A., M. Larrañaga R. 2012. Residuos de medicamentos de uso veterinario: Toxicología alimentaria. *In: Toxicología alimentaria.* Fernández AM, Jiménez MR (ed), Díaz de Santos. pp: 393-396.
- Pace F., M. Pace, G. Quartarone. 2015. Probiotics in digestive diseases: focus on *Lactobacillus GG*. *Minerva Gastroenterologica e Dietologica* 61 (4): 273-292.
- Parra J. E., L. Chávez A., A. López. 2015a. Crecimiento y desarrollo intestinal de aves de engorde alimentadas con cepas probióticas. *Grupo Biodiversidad y Genética Molecular BIOGEM.* 65 (249) 51-58.
- Parra J. S., L. Chávez G., A. López H., 2015b. La inclusión de cepas probióticas mejora los parámetros inmunológicos en pollos de engorde. *Rev CES Med Zootec.* Vol 10 (2), p.p. 160-169.

- Prado-Rebolledo O. F., J. Salvador A., D. Contreras B., J Contreras, R. Macedo B., L. García M., J. Morales B., G. Téllez I. 2012. Efecto de un probiótico en pollos de engorda. *Abanico Veterinario* 2 (1): 28-31
- Rodríguez C. R., S. Waxman, J. Lucas B. 2017. Particularidades anatómicas, fisiológicas y etológicas con repercusión terapéutica, en medicina aviar (II): aparato digestivo, aparato cardiovascular, sistema musculoesquelético, tegumento y otras características. Disponible en: <https://botplusweb.farmaceuticos.com/documentos/2017/3/10/113722.pdf> (Revisado el 18 de septiembre de 2022).
- Sawyer I. 2008. Estimation of genetic parameters of meat characteristics and of their genetic correlations with growth and body composition in an experimental broiler line. *Poultry Science* 80: 839-843.
- Schrezenmeir J., M. De Vrese. 2001. Probiotics, prebiotics, and synbiotics-approaching a definition. *The American Journal of Clinical Nutrition* 73 (2): 361-364.
- Sisson S., J. Grossman D. 2000. Sistema digestivo de las aves. *In: Anatomía de los animales domésticos*. Ellenport C.B.(ed). MASSON, S.A. Barcelona. pp: 2044-2045.
- Sun Z, Harris HMB, McCann A, Guo C, Argimón S, Yang X, 2015. Expanding the biotechnology potential of lactobacilli through comparative genomics of 213 strains and associated genera. *Nat Commun*. 6 (1): 8322.
- UM (Universidad de Murcia). 2020. Determinación del pH. Disponible en: <https://www.um.es/web/innovacion/plataformas/ocw/listado-de-cursos/higiene-inspeccion-y-control-alimentario/practicas/determinacion-del-ph> (Revisado el 27 de noviembre del 2022).
- UNA (Unión Nacional de Avicultores). 2017. Compendio de indicadores económicos del sector avícola [Gráficas]. Disponible en <http://www.una.org.mx/index.php/>

component/content/article/2-uncategorised/19-indicadoreseconomicos
(Revisado el 20 de agosto de 2022).

Van-Boeckel T., C. Brower, M. Gilbert, B. Grenfell, S. Levin, T. Robinson, A. Teillant,
R. Laxminarayan. 2015. Global trends in antimicrobial use in food animals.
PNAS 112 (18): 5649-5654.