



**unl**

Universidad  
Nacional  
de Loja

# Universidad Nacional de Loja

## Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

### Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Evaluación de la integridad de la mucosa intestinal mediante el uso de *Saccharomyces cerevisiae* y ácido cítrico en pollos de carne.

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de:

**MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**

#### **AUTOR:**

Brigette Stefany Cueva Sarmiento

#### **DIRECTOR**

Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán Ph.D

Loja- Ecuador

2023

## Certificación

Loja, 21 de septiembre de 2022

Dr. Rodrigo Medardo Abad Guamán. PhD

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

### **C E R T I F I C O:**

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Evaluación de la integridad de la mucosa intestinal mediante el uso de *Saccharomyces cerevisiae* y ácido cítrico en pollos de carne.** de autoría del estudiante Briggette Stefany Cueva Sarmiento, con cédula de identidad Nro. 1104128812 previo a la obtención del título de MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA. Una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, apruebo y autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



MVZ. Rodrigo Medardo Aban Guamán PhD.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## **Autoría**

Yo, **Brigette Stefany Cueva Sarmiento**, declaro ser autora del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

A handwritten signature in blue ink that reads "Stefany Cueva". The signature is stylized with a large initial 'S' and a wavy line at the end.

**Firma:**

**Cédula de identidad:** 1104128812

**Fecha:** 05/07/2023.

**Correo electrónico:** brigette.cueva@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0959413967

**Carta de autorización por parte de la autora, para consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica del texto completo del Trabajo de Titulación.**

Yo, **Brigette Stefany Cueva Sarmiento**, declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado: **Evaluación de la integridad de la mucosa intestinal mediante el uso de *Saccharomyces cerevisiae* y ácido cítrico en pollos de carne**, como requisito para optar por el título de Medica Veterinaria Zootecnista, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los cinco días del mes de julio de dos mil veintitrés.

**Firma:** 

**Autor/a:** Brigette Stefany Cueva Sarmiento

**Cédula:** 1104128812

**Dirección:** Zarzas 2- Av. José María Vivar Castro e Igor Stravinsky

**Correo electrónico:** brigette.cueva@unl.edu.ec

**Teléfono:** 0959413967

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director/a del Trabajo de Integración Curricular:** Dr. Rodrigo Medardo Aban Guamán  
Ph. D.

## **Dedicatoria**

Dedico el presente trabajo con mucho amor y cariño a Dios por guiarme y sostener de su mano, a mis padres Juan Miguel y Angela de Jesús quienes me han brindado su apoyo y amor incondicional en cada paso de mi vida, por su sacrificio, perseverancia y los valores que me han inculcado a lo largo de mi vida he logrado culminar satisfactoriamente mi carrera profesional y llegar a convertirme en la persona que soy en este momento de mi vida.

A mis abuelitos Manuel y Gloria quienes han sido un gran ejemplo en mi vida y una motivación para seguir adelante en cada obstáculo, a mis ángeles del cielo Miguel y Umbelinda porque su ejemplo de humildad y amor han influenciado en mi a ser el ser humano que soy, gracias por sus valores y consejos que nunca me faltaron.

A mis hermanos Luis, Manuel, Juan Pablo por su motivación para seguir adelante en mi carrera profesional, a mis sobrinos Miguel, Juan Pablo, Mathias, Aitana y José David por motivarme y alentarme todos los días a no dejar de luchar por mis sueños.

A mis tíos y demás familiares que con sus sabios consejos han sabido guiarme y motivarme a seguir adelante en cada momento de mi vida profesional.

A mis amigos y amigas de manera especial a mi mejor amiga Evelyn por estar a mi lado siempre, a mis compañeros de trabajo de campo, a los amigos que hice dentro de mi paso por la carrera especialmente Juan Carlos Celi quien ha sido un ejemplo a seguir en estos años, por acompañarme en los buenos y malos momentos a lo largo de mi formación profesional.

A mis mascotas por enseñarme amar a los animales y ser un motivo para la elección de mi carrera, de manera especial a mi pequeño Thor que ha estado a mi lado en momentos difíciles brindándome amor.

***Brigette Stefany Cueva Sarmiento.***

## **Agradecimiento**

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios por permitirme culminar satisfactoriamente esta etapa de mi vida.

A mis padres gracias por su amor y apoyo incondicional a lo largo de mi carrera universitaria, por sus consejos y motivación para lograr cumplir con esta meta, por no dejarme sola en ningún momento y creer en mí.

A mi abuelita Gloria, gracias madrecita porque sé que tus oraciones nunca faltaron a lo largo de esta etapa de vida, gracias por tus consejos llenos de sabiduría, por tu amor infinito hacia mí, por las palabras de aliento que siempre necesite en los momentos difíciles y por ser un ejemplo para mí.

A mis ángeles del cielo, de manera especial a mi tío Manuel Augusto Sarmiento Cevallos que ha sido uno de los principales motivos para poder culminar con mi carrera profesional, gracias por seguir a mi lado y nunca dejarme caer, este triunfo es con mucho amor para ti curita.

A mi hermano Juan Pablo que a pesar de las peleas siempre ha estado brindándome su apoyo y consejos, por no dejarme sola en ningún momento.

Mi más sincero agradecimiento y gratitud a la Universidad Nacional de Loja, a la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, a los docentes, personal administrativos y demás personas que conforman la carrera por haberme permitido avanzar con mi formación académica.

De manera especial expresar mi más sincero agradecimiento al Dr. Rodrigo Abad por su acertada dirección en el presente trabajo, a la Dra. Rocío Herrera y Dr. Galo Escudero quienes me brindaron su apoyo, consejos y supieron guiarme en la realización de mi trabajo de titulación en base a sus experiencias.

***Brigette Stefany Cueva Sarmiento.***

## Índice de contenidos.

<b>Portada.....</b>	<b>i</b>
<b>Certificación.....</b>	<b>ii</b>
<b>Autoría.....</b>	<b>iii</b>
<b>Carta de autorización.....</b>	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria.....</b>	<b>v</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>vi</b>
<b>Índice de contenidos.....</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de tablas.....</b>	<b>ix</b>
<b>Índice de figuras .....</b>	<b>x</b>
<b>Índice de anexos.....</b>	<b>xi</b>
<b>1.    Título .....</b>	<b>1</b>
<b>2.    Resumen .....</b>	<b>2</b>
2.1    Abstract .....	3
<b>3.    Introducción.....</b>	<b>4</b>
<b>4.    Marco Teórico .....</b>	<b>6</b>
4.1 Intestino delgado .....	6
4.1.1 Duodeno .....	6
4.1.2 Yeyuno .....	6
4.1.3 Íleon.....	6
4.2 Histología del intestino delgado.....	6
4.2.1 Mucosa .....	6
4.2.2 Submucosa.....	7
4.2.3 Muscular.....	7
4.2.4 Serosa .....	7
4.3Integridad Intestinal.....	7
4.4 Morfometría de las vellosidades intestinales del pollo.....	8
4.4.1 Vellosidades .....	8
4.4.2 Cripta.....	8
4.5 Pollo Broiler (COBB 500).....	8
4.6 Crianza y uso de antibióticos.....	9
4.7 Aditivos .....	10
4.7.1 Ácido Cítrico .....	10

4.7.2	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	11
<b>5.</b>	<b>Metodología</b> .....	<b>12</b>
5.1	Área de Estudio .....	12
5.2	Descripción e Identificación de las Unidades Experimentales.....	12
5.3.	Descripción y adecuación de las instalaciones.....	13
5.3.1.	<i>Recepción del pollo bebe</i> .....	14
5.3.2.	<i>Sanidad</i> .....	14
5.3.3.	<i>Tratamientos</i> .....	14
5.4.	Toma y preparación de las muestras .....	15
5.5.	Análisis de las muestras .....	15
5.6.	Procesamiento y análisis de resultados.....	18
<b>6.</b>	<b>Resultados</b> .....	<b>19</b>
<b>7.</b>	<b>Discusión</b> .....	<b>20</b>
<b>8.</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>22</b>
<b>9.</b>	<b>Recomendaciones</b> .....	<b>23</b>
<b>10.</b>	<b>Bibliografía</b> .....	<b>24</b>
<b>11.</b>	<b>Anexos</b> .....	<b>28</b>



## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Requerimientos nutricionales de la línea Cobb 500.....	<b>9</b>
<b>Tabla 2.</b> Cronograma de vacunación.....	<b>14</b>
<b>Tabla 3.</b> Tratamientos utilizados .....	<b>14</b>
<b>Tabla 4.</b> Efecto de la inclusión de ácido cítrico y probiótico en la histología de la mucosa del yeyuno de pollos de carne en crecimiento.....	<b>19</b>

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Mapa de ubicación de la quinta experimental Punzará de la UNL. ....	<b>12</b>
<b>Figura 2.</b> Ubicación de las unidades experimentales dentro del galpón .....	<b>13</b>
<b>Figura 3.</b> Medidas de estructuras histológicas de vellosidad intestinal del pollo, perteneciente a la jaula 2, tratamiento 2, L1 y L2 longitud de la vellosidad intestinal. ....	<b>16</b>
<b>Figura 4.</b> Medidas de estructuras histológicas de la vellosidad intestinal del pollo, perteneciente a la jaula 19, tratamiento 1, L3 Ancho de la vellosidad. ....	<b>16</b>
<b>Figura 5.</b> Medidas de estructuras histológicas de vellosidad intestinal del pollo perteneciente a la jaula 9, tratamiento 3, L3 Profundidad de la cripta. ....	<b>17</b>
<b>Figura 6.</b> Medidas de estructuras histológicas de vellosidad intestinal del pollo, perteneciente a la jaula 30 tratamiento 6, L5 Ancho de capa muscular. ....	<b>17</b>
<b>Figura 7.</b> Adecuación de instalaciones y conformación de los grupos experimentales .....	<b>28</b>
<b>Figura 8.</b> Llegada de los pollos bebe y colocación en cada unidad experimental.....	<b>28</b>
<b>Figura 9.</b> Elaboración de raciones para inicio y crecimiento .....	<b>28</b>
<b>Figura 10.</b> Unidades experimentales. ....	<b>29</b>
<b>Figura 11.</b> Toma de muestras .....	<b>29</b>
<b>Figura 12.</b> Lectura de placas histológicas .....	<b>29</b>
<b>Figura 13.</b> Grupo de trabajo .....	<b>30</b>
<b>Figura 14.</b> Análisis de la longitud de vellosidad. ....	<b>31</b>
<b>Figura 15.</b> Análisis de la altura del epitelio.....	<b>32</b>
<b>Figura 16.</b> Análisis de la profundidad de la cripta. ....	<b>33</b>
<b>Figura 17.</b> Análisis de ratio (longitud de vellosidades/profundidad de la cripta). ....	<b>34</b>
<b>Figura 18.</b> Análisis del ancho de la muscular.....	<b>35</b>

## Índice de anexos

<b>Anexo 1.</b> Fotografías del trabajo de campo .....	<b>28</b>
<b>Anexo 2.</b> Análisis estadístico de los datos .....	<b>31</b>
<b>Anexo 3.</b> Certificado de idioma inglés.....	<b>36</b>

## **1. Título**

Evaluación de la integridad de la mucosa intestinal mediante el uso de *Saccharomyces cerevisiae* y ácido cítrico en pollos de carne.

## 2. Resumen

Los pollos de carne con frecuencia están sometidos a tratamientos con antibióticos que afectan la flora bacteriana, el uso de aditivos ayuda a mejorar la integridad intestinal y permite un mayor aprovechamiento de los nutrientes de la dieta. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de *Saccharomyces cerevisiae* y ácido cítrico en la alimentación de pollos de carne durante el periodo de crecimiento. El experimento se desarrolló en el galpón de la quinta experimental Punzara de la Universidad Nacional de Loja, ubicada a 2100 msnm. Se utilizaron 30 pollos de 1 día de edad, distribuidos en tres grupos experimentales, de acuerdo a los tratamientos que fueron: control (T1), tratamiento dos (T2) 1 g de ácido cítrico/l de agua y tratamiento, (T3) 0,80 g de *Saccharomyces cerevisiae* por kilogramo de alimento. A los 21 días, se sacrificaron los pollos y se tomaron muestras de 1 cm del intestino medio, las cuales se colocaron en solución de formol bufferado, se realizó corte transversal y tinción con eosina y hematoxilina en placas para proceder a la observación en microscopio óptico, con objetivo 4x; las variables evaluadas fueron: longitud de vellosidades, altura del epitelio, profundidad de la cripta y ancho de la capa muscular. Los resultados se sometieron a análisis de varianza mediante Mixed del SAS. Los resultados no mostraron diferencia estadística en las variables estudiadas, con valores medios de longitud de vellosidades 757  $\mu\text{m}$ , altura del epitelio 46,13  $\mu\text{m}$ , profundidad de cripta 69,33  $\mu\text{m}$ , ancho de la muscular 118  $\mu\text{m}$ . Se concluye que la inclusión de aditivos sobre la integridad de la mucosa intestinal no presenta ningún efecto sobre las variables estudiadas debido al buen estado sanitario de los animales.

**Palabras clave:** vellosidades, epitelio, cripta, capa muscular, aditivos, salud intestinal.

## 2.1 Abstract

Broilers are often subjected to antibiotic treatments that affect the bacterial flora, the use of additives helps improve intestinal integrity and allows a better use of the nutrients in the diet. The objective of this present work was to evaluate the effect of *Saccharomyces cerevisiae* and citric acid in the feeding of broilers during the growth period. The experiment was carried out in the shed of the Punzara experimental farm of Universidad Nacional de Loja, located at 2100 masl. Thirty 1-day-old chickens were used, distributed in three experimental groups, according to the treatments that were: control (T1), treatment two (T2) 1 g of citric acid/l of water, and treatment, (T3) 0,80 g of *Saccharomyces cerevisiae* per kilogram of food. At 21 days, the chickens were sacrificed and 1 cm samples of the midgut were taken, which were placed in buffered formalin solution, a transversal section was performed, and staining with eosin and hematoxylin in plates to proceed to the observation under an optical microscope, with 4x objective; the variables evaluated were: villi length, epithelium height, crypt depth, and muscle layer width. The results were submitted to an analysis of variance using mixed SAS. The results showed no statistical difference in the studied variables, with mean values of villi length 757  $\mu\text{m}$ , epithelium height 46,13  $\mu\text{m}$ , crypt depth 69.33  $\mu\text{m}$ , and muscle width 118  $\mu\text{m}$ . It is concluded that the inclusion of additives on the integrity of the intestinal mucosa has no effect on the variables studied due to the good health status of the animals.

**Keywords:** villi, epithelium, crypt, muscle layer, additives, intestinal health.

### 3. Introducción

A nivel mundial la carne de ave ocupa el segundo lugar en importancia en volumen de producción, luego de la carne de cerdo por lo cual en las últimas décadas la tendencia mundial en la demanda de carne blanca ha aumentado, en el Ecuador la industria avícola trabaja en dos actividades la producción de carne de pollo y la de huevo comercial, el consumo per cápita que se estima es de un 30 y 32 kilogramo (kg) por año, siendo esta la proteína que más se consume en el país (Allaica et al., 2020).

Dentro de la industria avícola se debe hablar de la producción de alimento balanceado dentro de lo cual es importante mencionar que las dietas nutricionales están formuladas con un alto porcentaje de maíz, por lo que el costo de producción está ligado a esta materia prima, se puede observar que existe una variación de precios entre el producto nacional y el importado, lo cual hace que se evidencia una desventaja en la producción interna provocando que exista un incremento en el precio final del alimento. (López, 2017). En nuestro país las principales materias primas para la elaboración de dietas para animales como el maíz, soja, aceite, vitaminas y minerales han sufrido un aumento entre el 35% y 40% (Gutiérrez, 2022)

En las aves el epitelio intestinal actúa como una barrera natural en contra de bacterias patógenas y sustancias tóxicas las cuales están presentes en el alimento y lumen intestinal, que causan alteraciones en la microbiota normal o en el epitelio intestinal lo que facilita la invasión de patógenos y de sustancias perjudiciales provocando procesos inflamatorios crónicos en donde se produce una disminución en el tamaño de las vellosidades y en los procesos de digestión así como en la absorción de nutrientes, por lo cual para disminuir estos problemas se utiliza en la alimentación animal antibióticos como promotores de crecimiento (APC), los cuales no solo influyen en las poblaciones microbianas sino que además afectan el metabolismo de los animales y alteran específicamente la función intestinal (Chávez et al., 2016).

Una de las medidas para ayudar asegurar una buena salud intestinal en las aves es el uso de aditivos, por lo cual se busca alternativas que sean más seguras para el animal y para las personas que llegan a consumir el producto final, por lo cual los aditivos basados en productos naturales pueden ser utilizados como alternativas para reemplazar los APC. El uso de aditivos promete el balance microbiológico los cuales fortalecen a nivel del tracto

intestinal al lograr reducir el pH permiten un medio adecuado, permitiendo alterar favorablemente el desarrollo y colonización de microorganismos del intestino, lo cual permite de esa manera mejorar la salud intestinal al lograr un desarrollo adecuado de las microvellosidades intestinales las cuales permiten un mejor aprovechamiento del alimento de esta manera los parámetros productivos se ven favorecidos (Iñiguez et al., 2021).

La integridad intestinal del animal hace referencia al desarrollo completo macroscópico y microscópico, a la integridad ininterrumpida y al funcionamiento normal del tubo intestinal, lo cual se debe dar desde el nacimiento hasta el final del ciclo productivo del ave ya que es esencial para obtener el máximo potencial genético de crecimiento y utilización del alimento de las aves (Cervantes, 2019). En el tracto gastrointestinal de las aves podemos encontrar una diversa comunidad de bacterias, hongos, protozoos y virus los cuales interactúan constantemente con el huésped, esto sucede desde la eclosión del pollo, ya que en el cascaron podemos encontrar agentes patógenos los cuales tienen que ver con el intestino de la madre, el medio ambiente puede ser una fuente externa para la contaminación, así como el alimento y el personal que manipula los animales. El tracto gastrointestinal está colonizando aproximadamente por 640 especies de bacterias y 140 géneros diferentes (Díaz et al., 2017).

El presente trabajo de investigación buscó mejorar la integridad de la mucosa intestinal de pollos de carne mediante el uso de ácido cítrico y *Saccharomyces cerevisiae* utilizados en el agua y comida reduciendo los costos de producción y evitar el uso de APC. Para lo cuál en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Analizar la longitud y ancho de vellosidades del intestino delgado de pollos a los que se les suministra *Saccharomyces cerevisiae* y acidificantes en comida y agua.
- Estudiar la profundidad de la cripta y ancho de vellosidades del intestino delgado de pollos de carne alimentados mediante la inclusión de aditivos en comida y agua.



## **4. Marco Teórico**

### **4.1 Intestino delgado**

El intestino delgado es el primer órgano de absorción y digestión, se encuentran enzimas especializadas las cuales están presentes en varios segmentos de este órgano la cual desdobra los carbohidratos, lípidos y proteínas para luego ser absorbidas. Los ciegos gástricos, localizados por su parte en el intestino delgado se les atribuye la función de absorción de algunos ácidos grasos producto de la fermentación de bacterias del ácido úrico como acetatos, butíricos y propionatos (León, 2019).

#### **4.1.1 Duodeno**

La mucosa presenta muchas vellosidades y pliegues circulares, las criptas intestinales son prominentes, es posible hallar glándulas submucosas intestinales y aunque se observan nódulos linfáticos, están diseminados, a pesar de las variaciones, las vellosidades tienden a ser regulares, romas y amplias (Padilla, 2005).

#### **4.1.2 Yeyuno**

El yeyuno empieza donde una de las ramas de la U del duodeno se aparta de la otra, el yeyuno consta de diez asas pequeñas, dispuestas como una guirnalda y suspendidas de una parte del mesenterio, tiene un pH de 7,04 (Loor & Loor, 2018).

#### **4.1.3 Íleon**

Es similar al yeyuno, las vellosidades en el íleon tienen forma de palo de golf (Padilla, 2005).

### **4.2 Histología del intestino delgado**

#### **4.2.1 Mucosa**

En toda la mucosa se observan largas vellosidades intestinales, en el duodeno y yeyuno se observa que la muscular de la mucosa consiste en una sola capa de fibras musculares lisas que están de disposición longitudinal a lo largo de todo el segmento, la mucosa está destinada al incremento de la superficie, la cual facilita el proceso de digestión y absorción, en donde están implicadas las vellosidades, criptas y microvellosidades, la mucosa está conformada por epitelio, lámina propia y muscularis mucosae o muscular de la mucosa (Martínez, 2019).

#### **4.2.2 Submucosa**

Se observa como una capa delgada de tejido conjuntivo laxo con fibras colágenas y elásticas, en ocasiones puede ser tan delgada que solo es detectable el plexo nervioso submucoso, por lo cual muchas veces se dificulta distinguir la muscular de la mucosa de la túnica muscular, la inervación dada por los plexos submucosos es por un componente extrínseco y otro intrínseco (Martínez, 2019).

#### **4.2.3 Muscular**

Esta consta de dos capas de musculatura lisa una de ellas de disposición circular interna y la otra longitudinal externa la cual es de mayor espesor entre las que podemos localizar el plexo nervioso mientérico, numerosos vasos sanguíneos y fibras elásticas (Martínez, 2019).

#### **4.2.4 Serosa**

Esta consta de un mesotelio y de tejido conectivo el cual aumenta de espesor en la zona en donde se origina el mesenterio, en el duodeno se pueden observar vellosidades más largas y criptas más profundas por lo cual determina una mucosa más gruesa, pero disminuyen las células entero endocrinas desde el duodeno hasta el recto, en cambio las células caliciformes son más numerosas hacia el recto (Martínez, 2019).

### **4.3 Integridad Intestinal**

Se define como el funcionamiento óptimo del intestino, así como un correcto mantenimiento dando como resultado un crecimiento uniforme y eficiente, ayudando a mantener el buen estado de los animales y logrando obtener buenos resultados zootécnicos (Faus, 2008). La integridad intestinal se considera como una aptitud, cualidad y propiedad deseada que ejerce el aparato digestivo con el fin de llevar a cabo eficientemente todas sus funciones, lo que incluye desde la ingestión y transporte de alimentos, secreción de los jugos digestivos y enzimas, digestión y absorción de nutrientes hasta la expresión de desechos orgánicos. Todas estas funciones apoyadas con un desarrollo equilibrado de una microflora benéfica y del sistema inmunológico asociado al tejido digestivo (Arce et al., 2020).

#### **4.4 Morfometría de las vellosidades intestinales del pollo**

Las vellosidades intestinales de las especies Gallus tienen como función la secreción de enzimas y absorción de nutrientes cuya estructura está dada por invaginaciones de la lámina propia y recubiertas por un epitelio cilíndrico, en el epitelio se puede encontrar células que ayudan a cumplir las diferentes funciones entre las que encontramos los enterocitos encargados de la absorción de nutrientes cabe recalcar que son las principales células del intestino delgado y presentan una forma cilíndrica, las células caliciformes de la secreción de moco, ayudando a lubricar y proteger la mucosa intestinal y células entero endocrinas encargadas de la regulación de la actividad hormonal mediante la secreción de hormonas y péptidos (Rodríguez, 2014).

##### **4.4.1 Vellosidades**

La altura y ancho de las vellosidades están influenciadas por el alimento e ingredientes de la dieta, las aves cuyas vellosidades son más grandes es decir largas y anchas presentan una mejor absorción de nutrientes (Madrid et al., 2018). Las podemos encontrar localizadas en el borde apical de los enterocitos, son pequeñas eminencias que se pueden observar en toda la extensión del intestino delgado, en el yeyuno se notan cónicas, mientras que en el duodeno foliadas y en el íleon filiformes, en el duodeno y yeyuno son más numerosas (Zumba, 2015).

##### **4.4.2 Cripta**

Se considera como la fábrica de las vellosidades, una cripta grande indica un rápido cambio de tejido y una alta demanda de un nuevo tejido (López et al., 2008). Son glándulas tubulares cortas presentan una profundidad de 100 a 250 µm, se extienden hasta la muscular de la mucosa y son denominadas glándulas intestinales (Zumba, 2015).

#### **4.5 Pollo Broiler (COBB 500)**

La primera semana del pollo es de vital importancia para asegurar un buen rendimiento a futuro, para ello se debe mejorar la calidad del animal de un día también se deben tomar en cuenta los factores ambientales ya que los pollos recién nacidos no son capaces de regular su temperatura corporal, para ello se debe controlar la temperatura, humedad, velocidad de aire, así como observar el comportamiento del pollo. En cuanto a la alimentación esta estimula el desarrollo del sistema gastrointestinal del pollo y promueve la absorción del vitelo, el agua también es vital el ave puede beber de 1.6 a 2 veces más de lo que consume de alimento esto depende de la edad y sistema de bebederos.

A partir de la segunda semana se puede observar un mayor crecimiento y desarrollo en cuanto al esqueleto, órganos y masa muscular (Hubbard, 2016).

En la **Tabla 1** se observan los requerimientos nutricionales de los pollos de la línea Cobb 500 en su fase de Inicio denominada fase 1 y en su fase de crecimiento denominada fase 2 (Cobb, 2018).

**Tabla 1.** Requerimientos nutricionales de la línea Cobb 500.

	<b>Fase 1</b>	<b>Fase 2</b>
:	<b>(Inicio)</b>	<b>(Crecimiento)</b>
Cantidad de alimento/ave	180 g	700g
Período de alimentación	0-8 días	9 -18 días
Tipo de alimento	Migaja	Pellet
Proteína cruda %	21-22	19-20
<i>Energía metabolizable</i>		12,66
MJ/kg	12,45	3.025
Kcal/kg	2.975	1.372
Kcal/lb	1.249	
Lisina digestible	1,22	1,12
Metionina digestible	0,46	0,45
Treonina digestible	0,83	0,73
Calcio	0,90	0,84
Fosforo disponible	0,45	0,42
Sodio	0,16-0,23	0,16-0,30
Cloro	0,60-0,95	0,60-0,95
Ácido linoleico	1	1

#### **4.6 Crianza y uso de antibióticos**

Se busca prevenir o reducir el estrés a través de estrictos controles de higiene de los animales, así como de la calidad de alimentos que reciben optimizando una buena nutrición mejorando su estado inmunológico evitando cambios bruscos en las condiciones alimenticias y de las condiciones medioambientales en las que se crían, por lo cual se utiliza antibióticos promotores de crecimiento (APC) los cuales mejoran significativamente la salud de los animales disminuyendo la incidencia de enfermedades,

pero teniendo como un factor negativo la resistencia y acumulación de los mismos en carne y huevo siendo perjudiciales para la salud humana (Pinto, 2019). Los APC ayudan a modificar de manera cualitativa y cuantitativa la microbiota intestinal del hospedero, reduciendo la cantidad de microorganismos patógenos los cuales son causantes de enfermedad subclínicas y que disminuyen la microbiota normal compitiendo por nutrientes (Puente et al., 2019).

#### **4.7 Aditivos**

Los aditivos permiten estimular la maduración y regeneración de la mucosa digestiva, hepatocitos y células inmunitarias del intestino las cuales desempeñan un papel de gran importancia en el crecimiento evitando los agentes químicos y biológicos que afectan el status de la mucosa digestiva (Rodríguez, 2011).

Entre los aditivos utilizados frente a los antibióticos podemos mencionar:

5. Enzimas
6. Acidificantes orgánicos
7. Microminerales
8. Vitaminas
9. Cultivos y probióticos
10. Oligosacáridos
11. Aceites Vegetales y Extractos Vegetales
12. Otros de Carácter Diverso

Estos aditivos deben ser utilizados de acuerdo a las recomendaciones y regulaciones establecidas por los fabricantes los cuales deben asegurar la inocuidad del producto (Buenaño, 2022).

##### **4.7.1 *Ácido Cítrico***

Los acidificantes ayudan a mejorar la función intestinal promoviendo un mayor control del crecimiento de microorganismos sensibles, favorece las condiciones ecológicas intestinales aumentando el consumo de alimento diario, el ácido cítrico produce un aumento de la proteólisis gástrica y la digestibilidad de proteínas y aminoácidos (Barrera et al., 2014).

Son compuestos naturales o sintéticos su función es mejorar la disponibilidad y calidad de los nutrientes suministrados a las diferentes especies para mantener un buen

balance microbiano en el tracto digestivo de los animales, en situaciones de estrés como trasados, vacunaciones, temperaturas externas, cambios de dietas y enfermedades por lo cual los animales comienzan a hiperventilar causando una alcalosis en el organismo lo que provoca una mala absorción de nutrientes o medios aptos para el crecimiento de microorganismos como la *E. coli* (Amaguaña, 2012).

#### **4.7.2 *Saccharomyces cerevisiae***

Es un organismo unicelular el cual puede crecer de manera rápida en medios sintéticos, lo cual se produce por brotación y el brote hace que aumente de tamaño a lo largo del ciclo celular de manera que los distintos eventos son fácilmente caracterizables morfológicamente, es un organismo fácil de manipular genética y bioquímicamente y los elementos básicos de su estructura celular, síntesis de macromoléculas, replicación y segregación del cromosoma son bastante homólogos a los observados en células superiores de animales y plantas, estos elementos hacen que esta levadura sea un modelo interesante para estudio (Miret, 1989).

La *Saccharomyces cerevisiae* fue una de las primeras levaduras utilizadas como fuente de proteínas, siendo en la actualidad una fuente de proteína unicelular, su nombre deriva del vocablo Saccharo (Azúcar), myces (hongo) y cerevisiae (cerveza), contiene energía a través de la glucosa, conteniendo una elevada capacidad fermentativa (Suárez et al., 2016). Esta levadura procede de la separación de la cerveza después de la fermentación de la malta, una vez finalizada dicha fermentación las levaduras son aisladas por centrifugación y secadas por atomización mediante un proceso conocido como “spray-dried”, tienen un elevado contenido de proteína (46%) de alta digestibilidad así como un adecuado perfil de aminoácidos esenciales como la lisina y treonina lo que hace que sean una fuente proteica para piensos en lechones, aves jóvenes, terneros lactantes, acuicultura y animales de compañía, a pesar de su sabor amargo debido a la presencia de lúpulo la levadura tiene una elevada palatabilidad en todas las especies (Dante Levine Arévalo Tananta, 2017).

## 5. Metodología

### 5.1 Área de Estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro de Investigación Desarrollo Innovación de Nutrición Animal (CIDiNA) ubicado en la quinta experimental Punzara de la Universidad Nacional de Loja, al sur oeste de la ciudad de Loja. La quinta experimental “Punzara” cuenta con las siguientes características meteorológicas:

- ❖ **Altitud:** 2100 m s.n.m.
- ❖ **Temperatura:** entre los 13,6 y 16,2 °C, con un promedio de 14.9°C.
- ❖ **Clima:** presenta dos microclimas; templado lluvioso con invierno seco no riguroso y un clima templado lluvioso húmedo.
- ❖ **Precipitación media:** 796,7 mm anual.
- ❖ **Humedad relativa:** aproximadamente 70%.
- ❖ **Topografía:** ondulada, plana y accidentada (irregular).
- ❖ **Formación Ecológica:** Bosque seco- Montañoso bajo (Estación Meteorológica) Argelia, 2014)



**Figura 1.** Mapa de ubicación de la quinta experimental Punzará de la UNL.

### 5.2 Descripción e Identificación de las Unidades Experimentales

Se utilizaron 30 pollos boiler entre machos y hembras, los cuales fueron distribuidos en tres tratamientos, con 10 repeticiones o unidades experimentales cada una conformada

por 1 pollo o unidad observacional. Las unidades experimentales fueron rotuladas y diferenciadas para cada tratamiento del experimento.

En la figura 2. se observa la ubicación de las unidades experimentales, numero de jaula y el tratamiento al cual pertenecían.

Jaula Vacía	Jaula 16-T3		Jaula Vacía	Jaula 1-T1
Jaula 30 -T1	Jaula 17-T2		Jaula 15-T3	Jaula 2-T2
Jaula 29 -T3	Jaula 18-T3		Jaula 14-T2	Jaula 3-T3
Jaula 28-T2	Jaula 19-T2		Jaula 13-T1	Jaula 4-T2
Jaula 27-T3	Jaula 20-T1		Jaula 12-T1	Jaula 5-T3
Jaula 26-T2	Jaula 21-T1		Jaula 11-T3	Jaula 6-T1
Jaula 25-T1	Jaula 22-T3		Jaula 10-T2	Jaula 7-T1
Jaula 24-T1	Jaula 23-T2		Jaula 9-T3	Jaula 8-T2

**Figura 2.** Ubicación de las unidades experimentales dentro del galpón

### 5.3. Descripción y adecuación de las instalaciones

Los animales se ubicaron en jaulas de madera y malla galvanizada, el área aproximada para cada repetición de tratamiento fue de 1,20 m<sup>2</sup> por 0,70 m de altura respectivamente, se colocaron de manera aleatoria en cada jaula, cada jaula conto con su respectivo comedero los cuales en la primera semana fueron comederos tipo platillo y luego cambiados a comederos tipo tolva colocados más altos de acuerdo al crecimiento de los animales y bebederos tipo niple, así mismo se contó con un cañón calefactor en medio del galpón para mantener una temperatura óptima para la adaptación de los animales.

La desinfección del galpón se realizó 15 días antes de empezar el proyecto, para lo cual se realizó una limpieza general utilizando cal viva diluida en agua, para continuar con la limpieza y la desinfección del material de cama e implementos del interior del galpón como bebederos y comederos con productos a base de amonio cuaternario 5 ml/litro de agua. Se reviso y reparo los daños presentados en el galpón como encementar baches en el piso, pintar paredes y goteras.



### 5.3.1. Recepción del pollo bebe.

Para la llegada de los pollos bebe la temperatura de recepción fue entre 30 a 32 ° C. El agua de bebida fresca y con vitaminas. Se pesaron todos los pollos y se colocaron de forma aleatoria dentro de cada unidad experimental del galpón.

### 5.3.2. Sanidad

Los pollos fueron vacunados para enfermedades como Newcastle y Gumboro vía ocular, tomando en cuenta el siguiente cronograma explicado en la tabla 2.

**Tabla 2.** Cronograma de vacunación

Vacunas	Dosis	Frecuencia	Vías de administración
<b>Gumboro</b>	1 gota por ave	Día 7 y revacunación día 14	ocular, intranasal, aspersión o en agua de bebida
<b>Newcastle</b>	1 gota por ave	Día 8 una sola vacuna.	Ocular, nasal o en agua de bebida

### 5.3.3 Tratamientos

Los tratamientos se aplicaron en 10 repeticiones en el cual existieron 1 unidad observacional y se suministró según lo descrito en la Tabla 3. La dieta de referencia siguió las recomendaciones nutricionales para la línea genética Cobb 500 con los siguientes insumos: maíz, arrocillo, torta de soya, aceite de girasol, carbonato de calcio, fosfato monocalcico, sal, premix, Lisina, metionina, cropidol, micromix, celmanax.

**Tabla 3.** Tratamientos utilizados

Tto	Repeticiones	N° de animales por u-experimental	Aditivos	Administración	Dosis
<b>1</b>	10	10	Control	-	-
<b>2</b>	10	10	Ácido cítrico	Agua	1g/L de agua
<b>3</b>	10	10	<i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	Comida	80g/kg de alimento

#### **5.4. Toma y preparación de las muestras**

A los 21 días se sacrificaron un ave al azar por tratamiento tomados al azar de cada unidad experimental para un total de 30 aves, se sacrificó por dislocación craneocervical, cumpliendo con las normas definidas para el cuidado y uso de animales para investigación según el “Código Orgánico del Ambiente” (ROS No 983, Ecuador). Una vez realizado el sacrificio se procedió a realizar la disección y extracción de las vísceras de los animales, se tomó la muestra de la porción del intestino medio de aproximadamente 1cm para el análisis de las variables de estudio, la muestra fue ubicada en solución de formol bufferado, previamente etiquetadas con número de jaula y tratamiento y llevadas al laboratorio de Histología para realizar el corte transversal de las muestras y la tinción con eosina y hematoxilina para colocarlas en las placas y proceder a la observación de las variables en el laboratorio de Diagnóstico Integral Veterinario.

#### **5.5. Análisis de las muestras**

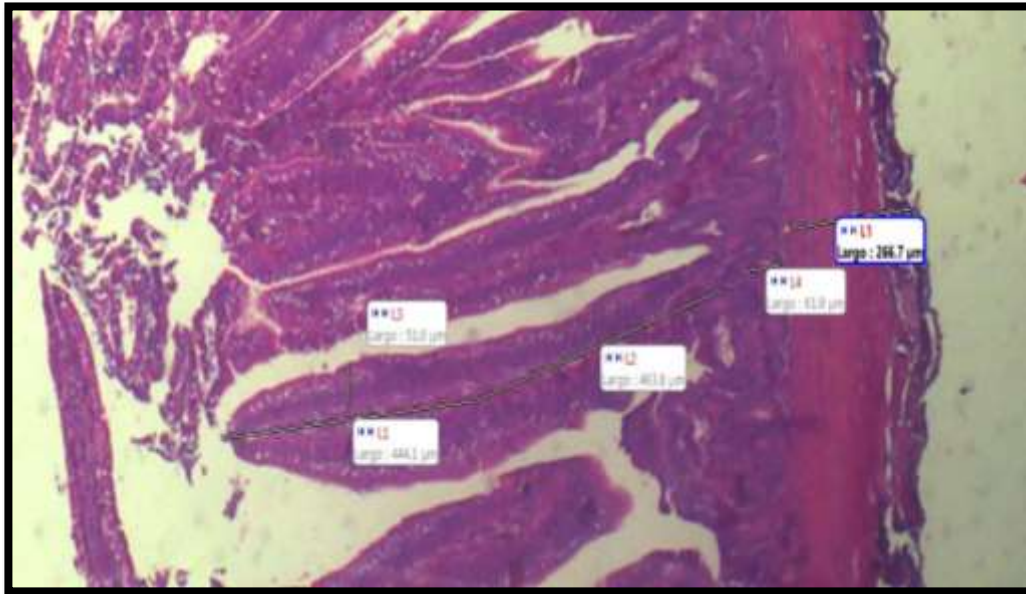
La observación de las placas histológicas se la realizó en el laboratorio de Diagnóstico Integral Veterinario perteneciente a la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia ubicado dentro de las instalaciones de la Universidad Nacional de Loja, las placas fueron observadas con la ayuda del microscopio óptico y una cámara, utilizando el programa MOTIC, Microscopio MOTIC 29AX E250223, Modelo BA310, Serie 1120002406.

Se realizó la calibración del equipo con la utilización de la placa calibradora de 10  $\mu\text{m}$  para luego observar las placas histológicas con el objetivo 4x, donde a través del programa MOTIC se realizó la medición de las variables: la altura y ancho de las vellosidades, profundidad de las criptas de Lieberkühn y ancho de la capa muscular. Se realizó 10 lecturas por cada placa, cuyos datos que se recolectaron durante la observación de las placas fueron anotados en un registro previamente realizado.

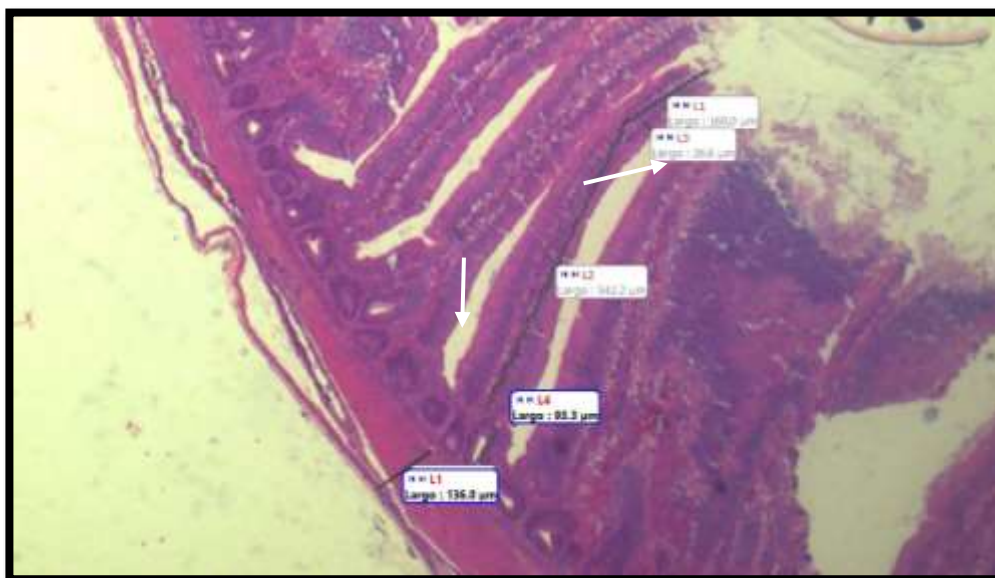
- Longitud de las vellosidades ( $\mu\text{m}$ ): Se realizó la medición de la longitud de vellosidades desde la parte final de la cripta hasta el borde final de la vellosidad, trazando una línea vertical que indique el largo de esta.
- Altura del epitelio ( $\mu\text{m}$ ): La medida será desde la parte media de la vellosidad intestinal, al borde final de esta se trazará una línea vertical donde marque su anchura exacta.

- Profundidad de la cripta(μm): La medida se tomará desde el nacimiento de la cripta hasta el borde de culminación de esta, donde se trazará una línea horizontal que nos permita conocer la medida exacta.
- Ancho de la capa muscular del intestino delgado (μm): Se procederá a trazar una línea vertical, que permita medir el ancho de la capa muscular.

En las figuras 3,4,5 y 6 se presentan las representaciones de las estructuras histológicas del intestino delgado tomadas de los distintos tratamientos aplicados.



**Figura 3.** Medidas de estructuras histológicas de vellosidad intestinal del pollo, perteneciente a la jaula 2, tratamiento 2, L1 y L2 longitud de la vellosidad intestinal.



**Figura 4.** Medidas de estructuras histológicas de la vellosidad intestinal del pollo, perteneciente a la jaula 19, tratamiento 1, L3 Ancho de la vellosidad.



**Figura 5.** Medidas de estructuras histológicas de vellosidad intestinal del pollo perteneciente a la jaula 9, tratamiento 3, L3 Profundidad de la cripta.



**Figura 6.** Medidas de estructuras histológicas de vellosidad intestinal del pollo, perteneciente a la jaula 30 tratamiento 3, L5 Ancho de capa muscular.

El cálculo del ratio se realizó a través de la siguiente formula:

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Longitud de vellosidad, } \mu\text{m}}{\text{Profundidad de cripta, } \mu\text{m}}$$

## **5.6. Procesamiento y análisis de resultados**

Se utilizó el análisis de varianza utilizando el procedimiento mixed del SAS (SAS on Demand for Academics) donde el factor fijo de variación fueron los tratamientos y la variable aleatoria el animal anidado al tratamiento. Para comparar las medias se utilizó un t-test. Los p-valores  $\leq 0,05$  fueron considerados como significativos.

## 6. Resultados

En la **Tabla 4** se describe el efecto de la inclusión del ácido cítrico y probiótico en la histología de la mucosa del yeyuno de pollos de carne en crecimiento

**Tabla 4.** Efecto de la inclusión de ácido cítrico y probiótico en la histología de la mucosa del yeyuno de pollos de carne en crecimiento.

Histología de la mucosa del yeyuno	Tratamiento			EEM <sup>1</sup>	P-valor
	Control	Ácido Cítrico	Probiótico		
Longitud de vellosidad, $\mu\text{m}$	730	763	777	48,65	0,787
Altura del epitelio, $\mu\text{m}$	45,1	49,0	44,3	2,28	0,312
Profundidad de la cripta, $\mu\text{m}$	74,2	62,5	71,3	5,87	0,358
Ratio <sup>2</sup> , $\mu\text{m}:\mu\text{m}$	11,4	13,7	11,8	1,22	0,388
Ancho de la muscular, $\mu\text{m}$	112	116	125	9,29	0,597

<sup>1</sup>Error estándar de la media, n=10

<sup>2</sup>Longitud de vellosidades/profundidad de la cripta,  $\mu\text{m}:\mu\text{m}$

La longitud de las vellosidades no presentó diferencia estadística ( $P=0,79$ ) entre los animales a los cuales se les suministro ácido cítrico y *Saccharomyces cerevisiae* frente a la de control, tomando en cuenta que presentan un promedio de 757  $\mu\text{m}$ .

La inclusión de ácido cítrico y *Saccharomyces cerevisiae* en las dietas de pollos de carne en crecimiento no afecto a la altura del epitelio ( $P=0,31$ ) dándonos en promedio para esta variable de 46,13  $\mu\text{m}$ .

El uso de ácido cítrico en agua y *Saccharomyces cerevisiae* en comida de pollos de carne, no presenta un incremento en la profundidad de la cripta ( $P=0,36$ ) en ninguno de los tratamientos aplicados, con un promedio de esta variable de 69,33  $\mu\text{m}$ .

El ratio en pollos de carne alimentados mediante la inclusión de ácido cítrico en agua y *Saccharomyces cerevisiae* en comida alimentados utilizados en el tiempo de estudio presenta un promedio de 12,3  $\mu\text{m}$ , por lo cual no presenta una diferencia significativa ( $P=0,39$ ) entre los tratamientos utilizados.

El ancho de la muscular en los tratamientos utilizados en el presente estudio nos da un promedio de 118  $\mu\text{m}$ , en donde no se pudo observar una diferencia significativa ( $P=0,60$ ) para ninguno de los tratamientos.

## 7. Discusión

La integridad de la mucosa intestinal es de suma importancia en las aves, ya que desempeña un papel fundamental en la absorción eficiente de nutrientes y en la protección contra la entrada de patógenos y toxinas. Cualquier daño o deterioro en la mucosa intestinal puede tener consecuencias negativas en la salud y el rendimiento de los pollos de carne. Iñiguez et al. (2021) menciona que los parámetros productivos se ven favorecidos cuando la salud intestinal mejora, por lo cual hay que lograr un adecuado desarrollo de microvellosidades intestinales permitiendo así que las aves aprovechen de mejor manera el alimento que se les brinda.

En la presente investigación, la inclusión de *Saccharomyces cerevisiae* y ácido cítrico en el agua de bebida de pollos de carne no tuvo un efecto negativo en la integridad de la mucosa intestinal. Este resultado podría atribuirse al buen estatus sanitario de los animales durante el estudio.

*Saccharomyces cerevisiae*, es una levadura ampliamente reconocida por sus efectos beneficiosos en la salud intestinal de las aves. Se ha demostrado que esta levadura puede mejorar la integridad de la mucosa intestinal, fortalecer la barrera de defensa y promover la salud intestinal en general. Menocal et al. (2008), en un estudio que realizaron en Tarímbaro, Michoacán, México en pollos de 21 días de edad pudo observar que el tratamiento al cual se aplicó el uso de *Saccharomyces cerevisiae*, aumentó la longitud y número de vellosidades, tomando en cuenta que la edad es una determinante en las evaluaciones intestinales, ya que a mayor edad del ave se puede encontrar una mayor amplitud, número y área de vellosidades, lo que concuerda con un estudio realizado en Mérida, México por Verduzco et al., (2009), a los 21 días de edad se observó que los *Saccharomyces cerevisiae* favorecieron la longitud de la vellosidades ejerciendo un efecto positivo en su tamaño, lo cual favorece la superficie de absorción de alimentos.

El ácido cítrico, por otro lado, se ha utilizado como aditivo alimentario con propiedades acidificantes y antioxidantes. Se ha informado que el ácido cítrico puede mejorar la digestibilidad de los nutrientes y mantener un ambiente óptimo en el tracto gastrointestinal de las aves. Cumbicus, (2022) en un trabajo realizado en Quitumbe, Quito evidencio que en

los primeros 21 días de edad de las aves de la línea COOB no se presentó ninguna alteración significativa en la profundidad de las criptas de Lieberkühn entre los tratamientos utilizados, entre ellos uno con acidificante (AcidoMix).

A pesar de estos efectos positivos asociados con el uso de *Saccharomyces cerevisiae* y ácido cítrico, es importante destacar que la integridad de la mucosa intestinal puede verse afectada por varios factores, como el estrés, la calidad del alimento, la presencia de patógenos y otros desafíos ambientales. En este estudio en particular, se observó que los animales gozaban de un buen estatus sanitario, lo que pudo haber contribuido a la preservación de la integridad de la mucosa intestinal. Shiva et al. (2012) menciona que las buenas prácticas de bioseguridad y el estricto control sanitario presentadas en su estudio influenciaron sobre los resultados ya que no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, debido a la reducción de la entrada de agentes patógenos, gracias a las condiciones máximas de manejo y bioseguridad que se mantiene dentro de una granja experimental.

Es crucial tener en cuenta que el estatus sanitario de los animales puede variar en diferentes situaciones y condiciones de producción. En escenarios donde los pollos de carne se enfrentan a desafíos sanitarios o ambientales más significativos, los efectos de los aditivos en la integridad de la mucosa intestinal podrían ser diferentes.

En resumen, los resultados de este estudio indican que la inclusión de *Saccharomyces cerevisiae* y ácido cítrico en el agua de bebida de pollos de carne no afectó negativamente la integridad de la mucosa intestinal. Sin embargo, es importante considerar el contexto en el que se lleva a cabo el estudio, incluido el estatus sanitario de los animales, ya que esto puede influir en los resultados observados. Se recomienda realizar investigaciones adicionales en diferentes condiciones para comprender mejor los efectos de estos aditivos en la salud intestinal de los pollos de carne y su relación con el estatus sanitario de los animales.



## 8. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos del presente trabajo se llegó a las siguientes conclusiones:

- El uso de *Saccharomyces cerevisiae* y ácido cítrico no mostraron efecto significativo sobre la longitud de las vellosidades y la profundidad de las criptas intestinales en pollos de carne bajo buenas condiciones sanitarias.
- No se encontró evidencia de que el uso de *Saccharomyces cerevisiae* y ácido cítrico tuviera un efecto significativo sobre la altura del epitelio de las vellosidades y el ancho de la musculatura de la mucosa intestinal en pollos de carne. Es posible que el buen estado sanitario de los animales haya contribuido a la falta de efecto observado.

## 9. Recomendaciones

Basado en los resultados de este estudio, se pueden realizar las siguientes recomendaciones:

- Evaluar dosis superiores a las de la presente investigación con *Saccharomyces cerevisiae* y ácido cítrico en diferentes tiempos para determinar si existe un punto óptimo de efectividad.
- Analizar el efecto de los aditivos en animales con diferentes niveles de salud intestinal, como en presencia de enfermedades específicas o desafíos microbianos.
- Estudiar otros parámetros histológicos, como la densidad de las vellosidades, el número de células epiteliales o la presencia de células inflamatorias.

## 10. Bibliografía

- Allaica, C., Allaica Muyulema, C., Pucha, P. M., & Parra Ocaña, S. (2020). Los costos de producción y su incidencia en la rentabilidad de una empresa avícola integrada del Ecuador: caso de estudio. *Visionario Digital*, 4(1), 43–66. <https://doi.org/10.33262/visionariodigital.v4i1.1089%0AAbstract>
- Arce, M. J., López, C. C., & Ávila, G. E. (2020). *Conceptos del aparato digestivo en el pollo de engorda*. <https://bmeditores.mx/avicultura/conceptos-del-aparato-digestivo-en-el-pollo-de-engorda/>
- Barrera, B. H. M., Rodríguez-González, S. P., & Torres-Vidales, G. (2014). Efectos de la adición de ácido cítrico y un probiótico comercial en el agua de bebida, sobre la morfometría del duodeno y parámetros zootécnicos en pollo de engorde TT. *Orinoquia*, 18(2), 52–62. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-37092014000200005&lang=pt%0Ahttp://www.scielo.org.co/pdf/rovi/v18n2/v18n2a05.pdf](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-37092014000200005&lang=pt%0Ahttp://www.scielo.org.co/pdf/rovi/v18n2/v18n2a05.pdf)
- Buenaño, N. R. (2022). *Uso de levadura de cerveza Saccharomyces cerevisiae, sobre parámetros zootécnicos y morfometría del paquete visceral en pollos Broilers*.
- Cervantes, H. (2019). *Integridad intestinal en aves*. <https://bmeditores.mx/avicultura/integridad-intestinal-en-aves/>
- Chávez, L., López, A., & Parra, J. (2016). Crecimiento y desarrollo intestinal de aves de engorde alimentadas con cepas probióticas. *Archivos de Zootecnia*, 65(249), 51–58. <https://doi.org/10.21071/az.v65i249.441>
- Cobb. (2018). *Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde Cobb 500*. 9. <https://www.cobb-vantress.com/assets/Cobb-Files/c8850fbe02/6998d7c0-12d1-11e9-9c88-c51e407c53ab.pdf>
- Cumbicus, G. A. I. (2022). “Evaluación del uso de un acidificante en agua de bebida en pollos de línea cobb de 1 a 21 días de edad en la parroquia quitumbe cantón quito”. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8999/1/PC-002223.pdf>
- Dante Levine Arévalo Tananta. (2017). “Uso de levadura de cerveza (Saccharomyces

*cerevisiae*) para disminuir los costos de producción de pollos parrilleros en Ucayali”.  
[http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4237/000004200T\\_AGRONOMIA\\_V2.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4237/000004200T_AGRONOMIA_V2.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

Díaz, E. A., Isaza, J., & Angel, J. (2017). Probióticos en la avicultura: una revisión. *Revista de Medicina Veterinaria*, 35, 175–189. <https://doi.org/10.19052/mv.4400>

Faus, C. (2008). La integridad intestinal: factores asociados a su mantenimiento la integridad intestinal. In *Elanco Valquímica* (pp. 11–16). <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2008/6/3979-la-integridad-intestinal-factores-asociados-a-su-mantenimiento.pdf>

Gutiérrez, M. de los A. (2022). *En Ecuador, los productores avícolas y de proteína animal solicitan al gobierno la autorización para importar materias primas para la fabricación del alimento balanceado, de esta manera cubrir el déficit y evitar la especulación de los precios*. <https://avinews.com/Sector-Avicola-Ecuatoriano-Solicita-Autorizacion-Para-Importar-Materias-Primas-Para-Alimento-Balanceado/>.  
<https://avinews.com/sector-avicola-ecuatoriano-solicita-autorizacion-para-importar-materias-primas-para-alimento-balanceado/>

Hubbard. (2016). Guía de Manejo. *Crecimiento Rápido*, 50.  
[https://www.ltz.de/es/downloads/management-guides.php#anchor\\_f6f68ce2\\_Accordion-2-No-Jaula](https://www.ltz.de/es/downloads/management-guides.php#anchor_f6f68ce2_Accordion-2-No-Jaula)

Íñiguez, F. A., Espinoza, E. X., & Galarza, E. L. (2021). *Uso de probióticos y ácidos orgánicos como estimulantes del desarrollo de aves de engorde: artículo de revisión*.  
<https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/115/282>

Loor, B. J. P., & Loor, C. E. D. (2018). *"Sistemas digestivo de las aves*.

López, D. L. M. (2017). *Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador Área de Gestión Programa de Maestría en Administración de Empresas Estudio de la cadena de valor de alimentos balanceados en el Ecuador*.

López, N., Afanador, G., & Ariza, C. J. (2008). *Evaluación del efecto de la suplementación de levaduras sobre la morfometría de vellosidades intestinales y productos de la microflora en pollos*. 63–76. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/707>

- Madrid, T., López, A., & Parra, J. (2018). La ingesta de aceite esencial de orégano (*Lippia origanoides*) mejora la morfología intestinal en Broilers. *Archivos de Zootecnia*, 66(253), 141–150.
- Martínez, D. (2019). Efecto de harina de la semilla de mango (*mangifera indica* l.) En la microbiota intestinal en pollos cobb 500. *Tesis*, 1–95. [https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/5894/BC-4239 DAMIAN MARTINEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/5894/BC-4239-DAMIAN%20MARTINEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Menocal, J. A., González, E. Á., & Coello, C. L. (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*. *Veterinaria Mexico*, 39(2), 223–228.
- Miret, J. J. (1989). *Metabolismo y función de poliaminas en levaduras*. [https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis\\_n2278\\_Miret.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n2278_Miret.pdf)
- Pinto, S. (2019). “*Respuesta de la acción de promotores de crecimiento sobre la mucosa intestinal de pollos parrilleros desafiados con bacterias y coccidios.*”
- Puente, J. V., Carcelén, F. C., Ara, M. G., Bezada, S. Q., Huamán, A. C., Santillán, G., Perales, R., Guevara, J. V., & Asencios, A. (2019). Effect of supplementation with increasing levels of probiotics on the histomorphometry of the small intestine of Guinea pig (*Cavia porcellus*). *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Peru*, 30(2), 624–633. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i2.16086>
- Rodríguez, C. G. (2014). Determinación de los parametros morfométricos del duodeno de pollos de engorde despues de la administración de una mezcla de probióticos. In *British Journal of Psychiatry*. [https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0007125000277040/type/journal\\_article](https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0007125000277040/type/journal_article)
- Rodríguez, E. (2011). *Pronutrientes y Aparato Digestivo en Broilers*. <https://www.veterinariadigital.com/articulos/pronutrientes-y-aparato-digestivo-en-broilers/>

- Shiva, C., Bernal, S., Sauvain, M., Caldas, J., Kalinowski, J., Falcón, N., & Rojas, R. (2012). Evaluación del aceite esencial de orégano (*origanum vulgare*) y extracto deshidratado de jengibre (*zingiber officinale*) como potenciales promotores de crecimiento en pollos de engorde. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 23(2), 160–170. <https://doi.org/10.15381/rivep.v23i2.896>
- Suárez, M. C.-, Garrido, C. N. A.-, & Guevara, R. C. A. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *ICIDCA. Sobre Los Derivados de La Aña de Azúcar*, 50(1m), 20–28.
- Verduzco, G. G., Cuevas, A. C., Coello, C. L., Menocal, J. A., Pelaez, C. V., & González, E. A. (2009). Comportamiento productivo y respuesta inmune de pollos alimentados con dietas sorgo-soya con y sin aflatoxina y paredes celulares de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*). *Tecnica Pecuaria En Mexico*, 47(3), 285–297.
- Zumba, N. de las M. (2015). *Evaluación de la alimentación y desarrollo de pollos broiler con suplementación de ajo (allium sativum) al 2% y 3% en el balanceado en la Parroquia La Matriz del Cantón Saquisilí.* <https://www.mendeley.com/viewer/?fileId=2598ff90-1270-2043-4e66-218c892ede60&documentId=b9ab022e-6521-36ca-8378-a2f70cf69968>

## 11. Anexos

### Anexo 1. Fotografías del trabajo de campo



**Figura 7.** Adecuación de instalaciones



**Figura 8.** Pesaje y conformación de las unidades experimentales



**Figura 9.** Elaboración de raciones para inicio y crecimiento



**Figura 10.** Aplicación de los tratamientos



**Figura 11.** Toma de muestras



**Figura 12.** Lectura de placas histológicas





**Figura 13.** Grupo de trabajo

## Anexo 2. Análisis estadístico de los datos

Información del modelo	
Conjunto de datos	WORK.IMPORT1
Variable dependiente	L_villus
Estructura de covarianza	Componentes de varianza
Método de estimación	REML
Método de varianza del residual	Perfil
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo
Método de grados de libertad	Contención

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
TTO	3	Acidificante Control Probiótico
Jaula	30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

Dimensiones	
Parámetros de covarianza	2
Columnas en X	4
Columnas en Z	30
Sujetos	1
Obs máx por sujeto	300

Número de observaciones	
N.º observaciones leídas	410
N.º observaciones usadas	300
N.º observaciones no usadas	110

Historial de iteración			
Iteración	Evaluaciones	-2 Res Log Like	Criterio
0	1	3681.11765269	
1	1	3822.25133538	0.00000000

criterio de convergencia cumplido.

Estimaciones del parámetro de covarianza	
Param Cov	Estimación
Jaula(TTO)	21957
Residual	17089

Estadísticas de ajuste	
Verosimilitud -2 Res Log	3822.3
AIC (Mejor más pequeño)	3826.3
AICC (Mejor más pequeño)	3826.3
BIC (Mejor más pequeño)	3829.1

Test de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	DF Num	Den DF	valor F	Pr > F
TTO	2	27	0.24	0.7867

Medias de mínimos cuadrados						
Efecto	TTO	Estimación	Error estándar	DF	t valor	Pr >  t
TTO	Acidificante	763.34	48.6481	27	15.69	<.0001
TTO	Control	730.36	48.6481	27	15.01	<.0001
TTO	Probiótico	776.89	48.6481	27	15.97	<.0001

Diferencias de medias de mínimos cuadrados							
Efecto	TTO	TTO	Estimación	Error estándar	DF	t valor	Pr >  t
TTO	Acidificante	Control	32.9830	68.7988	27	0.48	0.6355
TTO	Acidificante	Probiótico	-13.5530	68.7988	27	-0.20	0.8453
TTO	Control	Probiótico	-46.5360	68.7988	27	-0.68	0.5045

Figura 14. Análisis de la longitud de velloalidad.

Información del modelo	
Conjunto de datos	WORK.IMPORT1
Variable dependiente	Al_epitelio
Estructura de covarianza	Componentes de varianza
Método de estimación	REML
Método de varianza del residual	Perfil
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo
Método de grados de libertad	Contención

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
TTO	3	Acidificante Control Probiótico
Jaula	30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

Dimensiones	
Parámetros de covarianza	2
Columnas en X	4
Columnas en Z	30
Sujetos	1
Obs máx por sujeto	299

Número de observaciones	
N.º observaciones leídas	410
N.º observaciones usadas	299
N.º observaciones no usadas	111

Historial de iteración			
Iteración	Evaluaciones	-2 Res Log Lik	Criterio
0	1	2295.85006729	
1	2	2237.99396991	0.00000000

Criteria de convergencia cumplido.

Estimaciones del parámetro de covarianza	
Parm Cov	Estimación
Jaula(TTO)	42.7075
Residual	91.6941

Estadísticas de ajuste	
Verosimilitud -2 Res Log	2238.0
AIC (Mejor más pequeño)	2242.0
AICC (Mejor más pequeño)	2242.0
BIC (Mejor más pequeño)	2244.8

Test de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	DF Num	Den DF	Valor F	Pr > F
TTO	2	27	1.22	0.3116

Medias de mínimos cuadrados						
Efecto	TTO	Estimación	Error estándar	DF	t valor	Pr >  t
TTO	Acidificante	49.0220	2.2777	27	21.52	<.0001
TTO	Control	45.1494	2.2798	27	19.80	<.0001
TTO	Probiótico	44.3090	2.2777	27	19.45	<.0001

Diferencias de medias de mínimos cuadrados							
Efecto	TTO	TTO	Estimación	Error estándar	DF	t valor	Pr >  t
TTO	Acidificante	Control	3.8726	3.2226	27	1.20	0.2399
TTO	Acidificante	Probiótico	4.7130	3.2211	27	1.46	0.1550
TTO	Control	Probiótico	0.8404	3.2226	27	0.26	0.7962

Figura 15. Análisis de la altura del epitelio.

Información del modelo	
Conjunto de datos	WORKIMPORT1
Variable dependiente	P_cripta
Estructura de covarianza	Componentes de varianza
Método de estimación	REML
Método de varianza del residual	Perfil
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo
Método de grados de libertad	Contención

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
TTO	3	Acidificante Control Probiótico
Jaula	30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

Dimensiones	
Parámetros de covarianza	2
Columnas en X	4
Columnas en Z	30
Sujetos	1
Obs máx por sujeto	300

Número de observaciones	
N.º observaciones leídas	410
N.º observaciones usadas	300
N.º observaciones no usadas	110

Historial de iteración			
Iteración	Evaluaciones	-2 Res Log Like	Criterio
0	1	2804.99949631	
1	1	2715.11693489	0.00000000

criterio de convergencia cumplido.

Estimaciones del parámetro de covarianza	
Parm Cov	Estimación
Jaula(TTO)	301.66
Residual	432.07

Estadísticas de ajuste	
Verosimilitud -2 Res Log	2715.1
AIC (Mejor más pequeño)	2719.1
AICC (Mejor más pequeño)	2719.2
BIC (Mejor más pequeño)	2721.9

Test de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	DF Num	Den DF	Valor F	Pr > F
TTO	2	27	1.07	0.3583

Medias de mínimos cuadrados						
Efecto	TTO	Estimación	Error estándar	DF	t valor	Pr >  t
TTO	Acidificante	62.5450	5.8726	27	10.65	<.0001
TTO	Control	74.1810	5.8726	27	12.63	<.0001
TTO	Probiótico	71.3260	5.8726	27	12.15	<.0001

Diferencias de medias de mínimos cuadrados							
Efecto	TTO	TTO	Estimación	Error estándar	DF	t valor	Pr >  t
TTO	Acidificante	Control	-11.6360	8.3051	27	-1.40	0.1726
TTO	Acidificante	Probiótico	-8.7810	8.3051	27	-1.06	0.2997
TTO	Control	Probiótico	2.8550	8.3051	27	0.34	0.7337

Figura 16. Análisis de la profundidad de la cripta.

Información del modelo	
Conjunto de datos	WORK.IMPORT1
Variable dependiente	Ratio
Estructura de covarianza	Componentes de varianza
Método de estimación	REML
Método de varianza del residual	Perfil
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo
Método de grados de libertad	Contención

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
TTO	3	Acidificante Control Probiótico
Jaula	30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

Dimensiones	
Parámetros de covarianza	2
Columnas en X	4
Columnas en Z	30
Sujetos	1
Obs máx por sujeto	300

Número de observaciones	
N.º observaciones leídas	410
N.º observaciones usadas	300
N.º observaciones no usadas	110

Historial de iteración			
Iteración	Evaluaciones	-2 Res Log Like	Criterio
0	1	1906.41123003	
1	1	1836.16955524	0.00000000

criterio de convergencia cumplido.

Estimaciones del parámetro de covarianza	
Parm Cov	Estimación
Jaula(TTO)	12.6078
Residual	22.8162

Estadísticas de ajuste	
Verosimilitud -2 Res Log	1836.2
AIC (Mejor más pequeño)	1840.2
AICC (Mejor más pequeño)	1840.2
BIC (Mejor más pequeño)	1843.0

Test de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	DF Num	Den DF	Valor F	Pr > F
TTO	2	27	0.96	0.3882

Medias de mínimos cuadrados						
Efecto	TTO	Estimación	Error estándar	DF	t valor	Pr >  t
TTO	Acidificante	13.7081	1.2202	27	11.23	<.0001
TTO	Control	11.4457	1.2202	27	9.38	<.0001
TTO	Probiótico	11.8426	1.2202	27	9.71	<.0001

Diferencias de medias de mínimos cuadrados							
Efecto	TTO	TTO	Estimación	Error estándar	DF	t valor	Pr >  t
TTO	Acidificante	Control	2.2625	1.7257	27	1.31	0.2009
TTO	Acidificante	Probiótico	1.8656	1.7257	27	1.08	0.2892
TTO	Control	Probiótico	-0.3969	1.7257	27	-0.23	0.8198

**Figura 17.** Análisis de ratio (longitud de vellosidades/profundidad de la cripta).

Información del modelo	
Conjunto de datos	WORK.IMPORT1
Variáble dependiente	A_muscular
Estructura de covarianza	Componentes de varianza
Método de estimación	REML
Método de varianza del residual	Perfil
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo
Método de grados de libertad	Contención

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
TTO	3	Acidificante Control Probiótico
Jaula	30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

Dimensiones	
Parámetros de covarianza	2
Columnas en X	4
Columnas en Z	30
Sujetos	1
Obs máx por sujeto	300

Número de observaciones	
N.º observaciones leídas	410
N.º observaciones usadas	300
N.º observaciones no usadas	110

Historial de Iteración			
Iteración	Evaluaciones	-2 Res Log Like	Criterio
0	1	3005.98862948	
1	1	2856.51924961	0.00000000

criterio de convergencia cumplido.

Estimaciones del parámetro de covarianza	
Parm Cov	Estimación
Jaula(TTO)	796.51
Residual	665.51

Estadísticas de ajuste	
Verosimilitud -2 Res Log	2856.5
AIC (Mejor más pequeño)	2860.5
AICC (Mejor más pequeño)	2860.6
BIC (Mejor más pequeño)	2863.3

Test de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	DF Num	Den DF	Valor F	Pr > F
TTO	2	27	0.53	0.5974

Medias de mínimos cuadrados						
Efecto	TTO	Estimación	Error estándar	DF	t valor	Pr >  t
TTO	Acidificante	115.86	9.2901	27	12.47	<.0001
TTO	Control	112.00	9.2901	27	12.06	<.0001
TTO	Probiótico	125.10	9.2901	27	13.47	<.0001

Diferencias de medias de mínimos cuadrados							
Efecto	TTO	TTO	Estimación	Error estándar	DF	t valor	Pr >  t
TTO	Acidificante	Control	3.8600	13.1382	27	0.29	0.7712
TTO	Acidificante	Probiótico	-9.2410	13.1382	27	-0.70	0.4878
TTO	Control	Probiótico	-13.1010	13.1382	27	-1.00	0.3275

Figura 18. Análisis del ancho de la muscular

### **Anexo 3. Certificado de idioma inglés**

Loja, 29 de junio de 2023

Yo, **Luis Alejandro Torres Agila**, con cédula de identidad **1105398679**; Licenciado en Pedagogía del Idioma Inglés graduado de la Universidad Nacional de Loja con registros de la Senescyt 1008-2023-2598024 respectivamente, certifico:

Que tengo el conocimiento del idioma inglés FCE B2, y que la traducción del resumen de trabajo de titulación: “Evaluación de la integridad de la mucosa intestinal mediante el uso de *Saccharomyces cerevisiae* y ácido cítrico en pollos de carne”, cuya autoría de la estudiante Briggette Stefany Cueva Sarmiento, con cédula de identidad 1104128812, es verdadero a mi mejor saber y entender.

Atentamente,



Lic. Luis Alejandro Torres Agila

**EFL TEACHER**