



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Evaluación del efecto del uso de *Saccharomyces cerevisiae* y ácido cítrico en parámetros digestivos de pollos de carne.

Trabajo de Titulación previo a la obtención del
Título de Médico Veterinario Zootecnista

AUTOR:

Stalin Alberto Yunga Coello

DIRECTORA:

Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera Mg.Sc.

Loja- Ecuador

2023

Certificación

Loja, 2 de marzo de 2023

Doctora.

Rocío del Carmen Herrera Herrera, Mg. Sc

DIRECTORA 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 del efecto del uso de *Saccharomyces cerevisiae* y ácido cítrico en parámetros digestivos de pollos de carne.** de autoría del estudiante Stalin Alberto Yunga Coello, con cédula de identidad Nro. **1105255713** previo a la obtención del título de **MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**. Una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, apruebo y autorizo su presentación para los trámites de titulación.



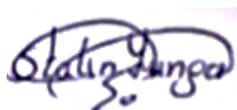
Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera, Mg. Sc

DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Stalin Alberto Yunga Coello**, declaro ser autor 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 de la misma. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi tesis en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de Identidad: 1105255713

Fecha: 25 de abril del 2023

Correo electrónico: stalin.yunga@unl.edu.ec

Celular: 0999296024

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

Yo, **Stalin Alberto Yunga Coello**, declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado: **Evaluación del efecto del uso de *Saccharomyces cerevisiae* y ácido cítrico en parámetros digestivos de pollos de carne**, como requisito para optar por el título de **Médico Veterinario 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 veinte y cinco días del mes de abril de dos mil veinte y tres.

Firma:



Autor: Stalin Alberto Yunga Coello

Cédula: 1105255713

Dirección: Barrio Jipiro Alto

Correo electrónico: stalin.yunga@unl.edu.ec

Teléfono: 0999296024

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Directora de tesis: Dra. Rocío del Carmen Herrera Herrera Mg. Sc.

Dedicatoria

Dedico el presente trabajo con mucho cariño a mis padres Efrén y Luz por su sacrificio, perseverancia, confianza, amor y apoyo en cada momento de mi vida. Me han dado todo lo que he llegado a ser como persona forjando mi carácter, y perseverancia para luchar por mis sueños sin desfallecer en el intento.

A mis hermanos María, José, Walter, Héctor, Luis, Ruth y a mis sobrinas quienes han sido mi motivación y felicidad para seguir adelante. A mi abuelita Mariana por su apoyo incondicional, por sus valores y consejos.

De manera especial a quienes me acogieron en su hogar a mis tíos Raúl y Gloria y a mi prima Dayana por su generosidad y confianza. A mis tíos, primos/as porque de una u otra forma me han motivado a seguir adelante.

A mis amigos y amigas, a lo largo de mi formación por estar siempre presentes acompañándome en los buenos y malos momentos.

Stalin Yunga

Agradecimientos

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

Mi más sincero agradecimiento y gratitud a la Universidad Nacional de Loja, a la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, por haberme dado la oportunidad de avanzar en mi formación académica, a sus docentes, al personal administrativo.

De manera muy especial expresar de todo corazón mis agradecimientos a la Dra. Rocío Herrera por su permanente apoyo y acertada dirección del presente trabajo, al Dr. Galo Escudero y al Dr. Rodrigo Abad quienes supieron guiarme en la realización de mi tesis, brindándome sus consejos, su apoyo y experiencias

A mis padres y hermanos por el apoyo incondicional en todo momento e hicieron posible culminar mis estudios universitarios.

Stalin Yunga

|

Índice de Contenido

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Índice de Contenido	vii
Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras.....	ix
Índice de anexos.....	ix
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstrac	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	5
4.1. Fisiología Digestiva de las Aves	5
4.1.1. Cavidad Oral	5
4.1.2. Esófago y Bucho	5
4.1.3. Proventrículo.....	6
4.1.4. Molleja	6
4.1.5. Intestino Delgado (ID)	6
4.1.5.1. Duodeno.	6
4.1.5.2. Yeyuno.....	7
4.1.5.3. Íleon.....	7
4.1.6. Intestino Grueso (IG)	7
4.1.6.1. Ciegos.....	7
4.1.6.2. Colon.....	7
4.1.7. Glándulas Anexas.....	7
4.1.7.1. Páncreas.....	8
4.1.7.2. Hígado.....	8
4.2. Micro Flora Intestinal.....	8
4.3. Importancia del pH en el Tracto Gastro Intestinal	9
4.4. Uso de aditivos en avicultura	9

4.4.1. Acidificantes (Ácido Cítrico).....	10
4.4.2. Levaduras (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	11
5. Materiales y Métodos	12
5.1. Área de estudio.....	12
5.2. Procedimiento	12
5.2.1. Animales e Instalaciones.....	12
5.2.2. Diseño experimental.....	13
5.2.3. Dietas Experimentales.....	13
5.2.4. Tratamientos.....	14
5.2.5. Desarrollo del experimento	15
5.2.6. Variables y toma de datos	15
5.2.7. Análisis de la Información.	16
5.2.8. Consideraciones Éticas.....	16
6. Resultados	17
7. Discusión	18
7.1. Longitud y peso absoluto y relativo de tracto digestivo y segmentos.....	18
7.2. pH, de segmentos del tracto digestivo.....	20
8. Conclusiones	22
9. Recomendaciones	23
10. Bibliografía	24
11. Anexos	32

Índice de tablas

Tabla 1.	Ingredientes y composición química de la dieta inicial.....	13
Tabla 2.	Ingredientes y composición química de la dieta de crecimiento.	14
Tabla 3.	Cronograma de vacunación.	15
Tabla 4.	Efecto del uso ácido cítrico y <i>Saccharomyces cerevisiae</i> sobre los parámetros digestivos en pollos de carne.	17

Índice de figuras

Figura 1.	Cambios del pH a lo largo del TGI (Cabrera, 2014).	9
Figura 2.	Quinta Experimental Punzara (Google Earth, 2022).....	12
Figura 3.	Adecuación de instalaciones.....	32
Figura 4.	Elaboración de dietas.....	32
Figura 5.	Llegada, pesaje y distribución de los pollos a un día de edad.	32
Figura 6.	Suministro de aditivos ácido cítrico y <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	33
Figura 7.	Toma y registro de datos.	33

Índice de anexos

Anexo 1.	Fotografías del trabajo de campo.	32
Anexo 2.	Certificación de traducción de resumen.	34

1. Título

Evaluación del efecto del uso de *Saccharomyces cerevisiae* y ácido cítrico en parámetros digestivos de pollos de carne.

2. Resumen

La avicultura ha experimentado un avance notable en los últimos años debido consumo alto de carne de aves, el reto actual es obtener un producto libre de sustancias residuales impulsando el reemplazo de antibióticos promotores del crecimiento por aditivos alternativos que garanticen rendimientos productivos. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto del uso de *Saccharomyces cerevisiae* y ácido cítrico sobre los parámetros digestivos de pollos de carne. Se utilizó 299 pollos de la línea Cobb 500 de 21 días de edad, se aplicó un diseño completamente aleatorizado. Se evaluó tres tratamientos; T1(control), T2 inclusión de 1g/kg de ácido cítrico en el agua de bebida y T3 0,80 g/kg de *Saccharomyces cerevisiae* en el alimento. Las variables evaluadas fueron longitud, peso absoluto y relativo de órganos y secciones del del tracto gastro intestinal y pH en molleja y ciegos. Los datos se analizaron en el programa estadístico SAS 2016, se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) y para comparar medias un T-test protegido. Los resultados no presentaron diferencia estadística para las variables de peso vivo ($p=0,884$), pesos absolutos ($p= 0,850$) y relativos pesos ($p=0,863$) de tracto digestivo total, molleja y ciegos, longitud de intestino delgado y ciego derecho ($p=0,204$), mientras que se observa una tendencia en peso absoluto ($p=0,086$) y relativo ($p=0,075$) de intestino delgado y longitud absoluta ($p=0,094$) de ciego izquierdo, así mismo pH de molleja ciego derecho izquierdo ($p=0,654$). Se concluye que el uso de ácido cítrico y *S. cerevisiae* no afecto los parámetros digestivos, sin embargo, se evidencio una acción positiva sobre salud intestinal al no presentar problemas entéricos a edades tempranas en pollos.

Palabras Clave: *Saccharomyces cerevisiae*, ácido cítrico, pH, longitud relativa, peso absoluto

2.1. Abstract

Poultry farming has experienced a remarkable advance in recent years due to high consumption of poultry meat, the current challenge is to obtain a product free of residual substances by promoting the replacement of antibiotic growth promoters by alternative additives that guarantee productive yields. The objective of the present study was to evaluate the effect of the use of *Saccharomyces cerevisiae* and citric acid on the digestive parameters of meat chickens. We used 299 chickens of the Cobb 500 line of 21 days of age, a completely randomized design was applied. Three treatments were evaluated; T1 (control), T2 inclusion of 1g/kg of citric acid in drinking water and T3 0.80 g/kg of *Saccharomyces cerevisiae* in food. The variables evaluated were length, absolute and relative weight of organs and sections of the gastrointestinal tract and pH in gizzards and cecum. The data were analyzed in the statistical program SAS 2016, an analysis of variance (ANOVA) was used and to compare means a protected T-test. The results showed no statistical difference for the variables of live weight ($p=0.884$), absolute weights ($p=0.850$) and relative weights ($p=0.863$) of the total digestive tract, gizzard and cecum, length of small intestine and right cecum ($p=0.204$), while a trend was observed in absolute weight ($p=0.086$) and relative ($p=0.075$) of small intestine and absolute length ($p=0.094$) of left cecum, likewise pH of left right blind gizzard ($p=0.654$). It is concluded that the use of citric acid and *S. cerevisiae* did not affect the digestive parameters, however, a positive action on intestinal health was evidenced by not presenting enteric problems at an early age in chickens.

Keywords: *Saccharomyces cerevisiae*, citric acid, pH, relative length, absolute weight

3. Introducción

Los productores de aves y fábricas de alimento balanceado deben registrarse a las normativas legislativas establecidas para disminuir el uso de aditivos como promotores de crecimiento; la comunidad europea prohíbe el uso de antibióticos promotores de crecimiento (APC) a partir del uno de enero de 2006 Carro y Ranilla (2002), los mismos que en producciones avícolas han sido una práctica aplicada para modular la microflora intestinal disminuyendo levemente las bacterias enteropatógenas, Amaguaña (2012); sin embargo, su continuo uso en dosis subterapéuticas ha generado resistencia a antibióticos para patógenos perjudiciales, creando un impacto negativo en la salud animal y humana (Arenas et al., 2018).

El uso de aditivos alternativos que sustituyan a los antibióticos promotores de crecimiento (APC) en los últimos años ha despertado el interés de varios investigadores, tal es el caso de enzimas, probióticos, acidificantes y levaduras Cabrera (2014) con el propósito de disminuir paulatinamente la población enteropatógena sin generar efectos residuales en la canal, así mismo que estimulen buen desarrollo de órganos Rosales et al., (2021) y salud intestinal Lituma (2017), así como equilibrar el pH permitiendo un medio adecuado para el desarrollo y colonización de microorganismos favorables del intestino mejorando la absorción de nutrientes optimizando consigo la producción y rentabilidad del productor (Iñiguez et al., 2021).

El ácido cítrico y de *Saccharomyces cerevisiae* son importantes en el control de infecciones bacterianas, especialmente combatiendo e inhibiendo el crecimiento patógeno de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia Coli*, *Salmonella enteritidis*, *Salmonella tiphymurium*, entre otros, permitiendo que el pollo sea más eficiente para el productor y consumidor (Díaz et al., 2017).

Considerando los antecedentes mencionados es promisorio analizar el efecto de aditivos como del ácido cítrico y *Saccharomyces cerevisiae* sobre parámetros digestivos en pollos de carne que reemplacen a los APC permitiendo mejorar los rendimientos productivos para lo cual se plantearon los siguientes objetivos:

- Valorar el efecto del ácido cítrico y *Saccharomyces cerevisiae* sobre los pesos y longitudes del tracto digestivo en pollos de carne
- Estudiar el efecto del ácido cítrico y *Saccharomyces cerevisiae* sobre el pH del tracto digestivo en pollos de carne.

4. Marco Teórico

Los pollos de carne son aquellos que se crían de forma intensiva, brindándoles alimentación balanceada y un manejo especial, de esta manera expresa su mayor potencial a nivel genético, resistencia a enfermedades, buena presentación física, excelente coloración del plumaje y cuyas características más destacadas son rápido crecimiento (FAO, 2022).

4.1. Fisiología Digestiva de las Aves

El aparato digestivo comprende el tubo digestivo y los órganos anexos al mismo: pico, lengua, hígado, bazo y el páncreas, por su parte el tubo digestivo comprende cavidad oral, el esófago, el buche, el estómago glandular o proventrículo, la molleja o estomago muscular, el intestino delgado, los ciegos, el recto la cloaca y el ano Jull Morley (1953). El proceso de digestión comprende los cambios físicos y químicos que experimentan los alimentos antes de ser absorbidos, estos procesos incluyen la prehensión, deglución, maceración, trituración y acción química de las enzimas (Sánchez, 2005).

4.1.1. Cavidad Oral

Se encuentra recubierto por una vaina cornea de una dureza variable, la digestión inicia al momento en que el alimento y el agua entran en contacto con la mucosa bucal donde las paredes de la cavidad oral se encuentran las glándulas salivares generando una profusa secreción salival que ayuda al acto de deglución, el líquido salival contiene Pتيالina que tiene capacidad de hidrolizar almidones convirtiéndolos en azúcares, la reacción casi siempre es ácida por lo que, la saliva tiene un pH de 6,75 (Cano, 2011).

4.1.2. Esófago y Buche

El esófago es la sección del sistema digestivo que va desde la base de la cavidad oral hasta la entrada al proventrículo, es algo amplio y dilatado, está lubricado interiormente por glándulas mucosas, las mismas que lubrican los alimentos. El buche es parte del esófago el cual es un saco bastante dilatado cuya función principal consiste en almacenar y macerar el alimento, antes de su tránsito hacia el proventrículo y molleja, Estrada (2011). Gracias a la abundante saliva, líquido esofágico, líquido secretado de la glándula del buche, líquido exógeno y la regurgitación de jugo gástrico, el contenido del buche es predominantemente

líquido. El epitelio del buche no tiene poder absorbente y no absorbe sustancias tan simples como el agua y el cloruro de sodio y glucosa, el pH del buche es de 5 (INATEC, 2018).

4.1.3. Proventrículo

Llamado también estomago glandular, este constituye un conducto de tránsito para los alimentos que proceden del buche hacia la molleja, en el momento que los alimentos pasan por el pequeño tamaño de este estómago glandular, provocan la secreción de jugo gástrico, el que no actúa ni está en la molleja, pero si lo hace a nivel del duodeno. Las glándulas del proventrículo segregan jugo gástrico, el que contiene pepsina, ácido clorhídrico, agua y mucina, la pepsina desdobra las moléculas de proteína complejas y el ácido clorhídrico cambia el contenido del aparato digestivo de alcalino a ácido, con un pH de 3 a 4,5 (Mendoza, 2020).

4.1.4. Molleja

La digestión en la molleja o estómago muscular es primordialmente mecánica, por la presencia de potentes músculos lisos muy activos cubiertos interiormente por una superficie de rozamiento rugosa y muy densa, su acción principal es de pulverizar y mezclar los alimentos, ayudando por las piedrecillas (grit) siempre presentes en su interior, las cuales aceleran la actividad trituradora y la motilidad del órgano. La molleja no segrega jugos digestivos y su pH es de 3,5 a 4.06 (Estrada, 2011).

4.1.5. Intestino Delgado (ID)

El intestino delgado se extiende desde la molleja hasta el inicio de los ciegos, es la sección más larga del tubo digestivo y de tamaño casi uniforme, presenta tres porciones que son duodeno, yeyuno e íleon, las funciones principales son la enzimática y la absorción de nutrientes, este presenta secreciones que proporcionan agua, moco, inmunoglobulinas, iones de bicarbonato y enzimas, las mismas que permiten diluir el alimento, neutralizando la acidez del mismo, el moco y las inmunoglobulinas se adhieren a la mucosa intestinal y la protegen de agentes físicos y bacterias (Angulo, 2009).

4.1.5.1. Duodeno. Es la primera porción del ID, este se encuentra situado hacia atrás y hacia abajo a lo largo de la pared abdominal, el cual gira formando un asa intestinal dirigiéndose hacia adelante y arriba formando así la denominada asa duodenal, en forma de “U”, ambas ramas se encuentran unidas por mesenterio. Entre estos dos

tramos del duodeno se encuentra el páncreas, el contenido del duodeno es casi siempre ácido, con un pH de 6.31, por lo que se dice que el jugo gástrico ejerce su mayor parte de acción (Angulo, 2009).

4.1.5.2. Yeyuno. Esta sección del ID empieza donde una de las ramas del asa duodenal se separa de la otra y continua caudalmente, generalmente presenta diez asas pequeñas suspendidas por mesenterio, su principal función es la de absorción de algunas sustancias del quimo, presenta un pH de 7,04 (Angulo, 2009).

4.1.5.3. Íleon. Esta estructura es estirada y generalmente se encuentra en el centro de la cavidad abdominal, su función principal es la absorción de nutrientes digeridos y el pH es de 7,59. La motilidad que muestra todo el intestino delgado ayuda a acciones de mezcla y avance del contenido intestinal, mediante movimientos pendulares, contracciones y peristaltismo (Angulo, 2009).

4.1.6. Intestino Grueso (IG)

El intestino grueso también se subdivide en porciones las cuales son por lo general un par de ciegos, y un colon corto que desemboca en la cloaca. Algunos procesos de digestión continúan en el intestino grueso, aunque aquí no se secretan enzimas, cualquier digestión es continuación de procesos iniciados en el intestino delgado (Sánchez, 2005).

4.1.6.1. Ciegos. Estos se extienden oralmente hacia el hígado su función es de absorción, también se los relaciona con la digestión de la celulosa. Estos sacos son el sitio donde se produce la fermentación microbiana de la fibra, algunos restos de agua contenidos en el alimento digerido son reabsorbidos en este punto, durante la fermentación los ciegos producen ácidos grasos y vitaminas. El pH de los ciegos generalmente se encuentra entre los 7,08 el ciego derecho, mientras el ciego izquierdo es de 7,12 (López, 2016).

4.1.6.2. Colon. En esta sección del tracto digestivo, es donde se realiza la absorción de agua y proteínas de los alimentos que ahí llegan, presenta un pH de 7,38 (López, 2016).

4.1.7. Glándulas Anexas

Se menciona que las aves presentan generalmente tres glándulas anexas que son páncreas, hígado y la vesícula biliar.

4.1.7.1. Páncreas. Dentro de la digestión juega un papel importante debido a que produce enzimas estimuladas por una hormona de la pared intestinal denominada secretina, formando así el jugo pancreático que contiene encimas como la amilasa, lipasa tripsina y fermentos que actúan sobre los almidones, grasas y proteína, son complementadas por las enzimas de la pared intestinal que son proteasa y amilasa (Angulo, 2009).

4.1.7.2. Hígado. Es un órgano encargado del mantenimiento de la salud del ave, esta glándula interviene en mecanismos de desintoxicación, secreción de bilis, almacenamiento de vitaminas y glucosa, metabolismo de proteínas, hidratos de carbono y lípidos, este órgano posee la vesícula biliar, la misma que almacena bilis que esta compuesta de sales biliares, resultado de la combinación de sodio y potasio con los ácidos biliares Estrada (2011), las mismas que tienen la función de emulsificar lípidos y ayuda su absorción, tiene efectos activadores sobre la lipasa pancreática y también para la digestión de los carbohidratos en virtud de la amilasa biliar su pH de 6. Las sales antes mencionadas no son absorbidas debido a que estas se recuperan en el íleon que las devuelve al hígado por la circulación enterohepática (Mejía, 2019).

4.2. Micro Flora Intestinal

El desarrollo del tracto gastrointestinal es clave en la producción del pollo de engorde; factores como los estímulos inmunitarios, medio ambiente, nutrición, el equilibrio de la micro flora, las secreciones endógenas, la motilidad y los aditivos, entre otros, influyen en el desempeño de la producción Almeida (2019). En el intestino delgado y grueso es normal encontrar poblaciones de microorganismos benéficos para la digestión, a estos se les denomina micro flora y son parte, responsables de funciones en la nutrición y metabolismo, la regulación de la inmunidad y la inflamación sistémica (Ventoso, 2017)

Las bacterias intestinales son las principales responsables de degradar las copiosas cantidades de mucosidad producidas por las células caliciformes en el intestino. Sin embargo, muchos factores pueden afectar la composición de la comunidad bacteriana aviar, como la dieta, la edad, la administración de antibióticos y la infección con organismos patógenos Lu et al. (2003). La microflora del tracto gastrointestinal refleja en última instancia la coevolución de los microorganismos con su huésped animal y la dieta adoptada por el huésped. Los cambios

en la composición de la microflora del animal pueden tener efectos beneficiosos o perjudiciales sobre la salud, el crecimiento y la maduración animal (Arce et al, 2020).

4.3. Importancia del pH en el Tracto Gastro Intestinal (TGI)

Para determinar el ambiente químico de la ingesta y la efectividad de las enzimas exógenas como endógena, es importante el pH dentro de cada segmento del TGI, es así que cada enzima tiene un pH óptimo con el que mantienen cierto nivel de eficacia. Algunos componentes de la dieta como la fibra y otros factores como partículas de gran tamaño tienen su impacto sobre los distintos segmentos intestinales Barragán (2014). Además, el pH de la dieta y del agua influyen también sobre el pH del buche, proventrículo y molleja y 32 días de edad, así mismo el pH del ciego, pero este solo a los 38 días. Por otro lado, Ángel et al., (2013) manifiestan que el pH del TGI cambia con la edad, describiendo pH promedios en molleja a la edad de 2, 8 y 15 días fueron de 3,49; 3,39 y 3,27 respectivamente, esto se debe a que hasta los 8 días de edad existe una escasa secreción de ácido clorhídrico (HCl) por ende el pH incrementa.

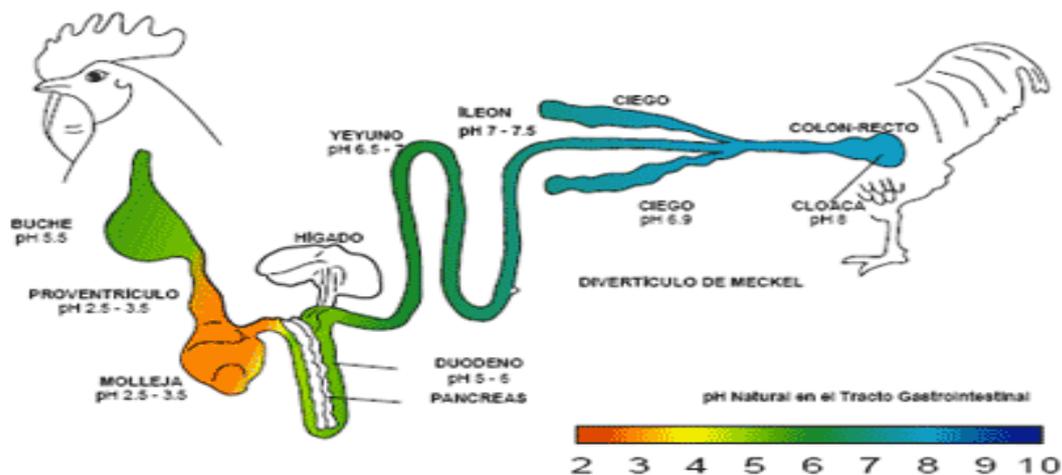


Figura 1. Cambios del pH a lo largo del TGI (Cabrera, 2014).

4.4. Uso de Aditivos en Avicultura

En toda producción se busca prevenir el estrés mediante el controles de higiene, así como de la calidad de alimentos, mejorando el estado inmunológico evitando cambios bruscos en las condiciones alimenticias, por lo cual se ha venido utilizando los antibióticos promotores de crecimiento (APC) los cuales disminuyen la incidencia de enfermedades, pero tienen factores negativos como la resistencia de bacterias y su acumulación en la carne siendo

perjudiciales para la salud humana Pinto (2020). Los APC modifican cualitativa y cuantitativamente la microflora intestinal, reduciendo microorganismos patógenos, logrando que la microflora benéfica compita por nutrientes (González et al., 2020).

Las alternativas al uso de APC son productos suplementarios los cuales 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 del desarrollo del TGI, evitando el uso de agentes químicos y biológicos que afectan el status de la microflora digestiva Ayalew et al., (2022). Estos aditivos son usados en avicultura, con distintos propósitos, como aumentar el desempeño productivo y disminuir la mortalidad. Entre esos agregados están los antibióticos, probióticos, enzimas, acidificantes, levaduras, entre otros (Peralta et al., 2008).

4.4.1. Acidificantes (Ácido Cítrico).

Los acidificantes son compuestos naturales o sintéticos cuya función es mejorar la disponibilidad y calidad de los nutrientes suministrados a las diferentes especies y mantener un buen balance microbiano en el aparato digestivo de los animales. Este microambiente intestinal además mejora los procesos digestivos al suplementar las secreciones gástricas ácidas Cabrera (2014). El ácido cítrico produce un aumento de la proteólisis gástrica y la digestibilidad de proteínas y aminoácidos Barrera et al., (2014). El mecanismo de acción a nivel celular se halla relacionado a la capacidad de los ácidos orgánicos de pasar de la forma disociada a la no disociada, lo cual depende del pH del medio, en donde radica su eficiencia como agente antimicrobiano Sánchez et al., (2021). Cuando un ácido orgánico se encuentra en su forma no disociada puede atravesar la membrana semipermeable de las bacterias y una vez dentro, se inicia una disociación de los ácidos en cationes y aniones, provocando un "stress ácido" por disminución del pH interno. Por lo que la bacteria trata de reestablecer su homeostasis apelando al gasto energético metabólico, lo que le conduce a la muerte (Ventaco, 2011).

Las Propiedades del ácido cítrico en aves es que actúa como un agente acidificante en el tracto gastrointestinal, esto significa que disminuye el pH en el estómago y en los intestinos modulación del microbiota entérica e inhibición de bacterias patógenas intestinales, como *E. coli*, *Salmonella Typhimurium* y *Campylobacter coli*; además de promover la colonización de flora benéfica como los lactobacilos Sánchez et al., (2021). debido a esto y a sus propiedades antioxidantes y antimicrobianas, permite mejorar la digestión y la absorción de nutrientes, así

como reducir el crecimiento de bacterias patógenas en el tracto gastrointestinal (Dhama, et al.,2016).

4.4.2. Levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*)

Es una levadura, la cual obtiene la energía a partir de la glucosa y tiene una elevada capacidad fermentativa, además, es un producto del proceso de producción de alcohol, puede comercializarse en forma húmeda y prensada, en ambos casos mantienen todavía su actividad biológica Avilés (2005), además, muestran un elevado contenido en proteína de alta digestibilidad, así como un adecuado perfil de aminoácidos esenciales, por lo que constituye una buena fuente proteica para piensos de animales, así mismo es una buena fuente de vitaminas del grupo B, en especial biotina y ácido fólico, y tiene un elevado contenido en fósforo, pero bajo en calcio Suarez (2016). En la digestión, *Saccharomyces cerevisiae* puede ayudar en la estimulación de los carbohidratos, en particular los azúcares simples debido a que la levadura produce enzimas como la sacarasa, la lactasa y la maltasa, que pueden descomponer los carbohidratos en moléculas más pequeñas que son más fáciles de absorber y digerir por el cuerpo (Peralta, 2008).

Sus principales funciones son producir enzimas que ayudan a descomponer los alimentos, lo que aumenta la absorción de nutrientes y mejora la digestibilidad Liu et al., (2021), también aumenta la producción de ácidos grasos de cadena corta como acético y el propiónico, que sirven como fuente de energía y ayudan a reducir el pH del tracto intestinal, promoviendo el crecimiento de bacterias benéficas y reduce la presencia de patógenos Gao et al., (2008), además de estimular la respuesta inmunitaria de los pollos, lo que ayuda a reducir la incidencia de enfermedades y mejorar la salud general de los animales (Sun y Kim, 2019).

5. Materiales y Métodos

5.1. Área de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó en instalaciones de la Universidad Nacional de Loja, en la Quinta Experimental Punzara en el Centro de Investigación Desarrollo Innovación de Nutrición Animal (CIDiNA/Aves) la misma que cuenta con las siguientes características meteorológicas:

- Altitud: 2100 msnm.
- Temperatura: promedio de 15.8°C.
- Precipitación: 1066 mm anuales.
- Humedad relativa: media de 75%.
- Formación Ecológica: Bosque seco- Montañoso bajo (Estación Meteorológica la Argelia, 2014)



Figura 2. Quinta Experimental Punzara (Google Earth, 2022).

5.2. Procedimiento

5.2.1. Animales e Instalaciones

La duración de la presente investigación fue de 21 días y se desarrolló en un galpón avícola con un área de 200 m². Se trabajó con 299 pollos línea Cobb 500 sin sexar de un día de edad con un peso promedio de 45,9g, se alojaron aleatoriamente en cajas experimentales de madera y malla galvanizada con una dimensión de 2,25 m² por 0,70 m de altura, con bebederos automáticos tipo niple y comederos tipo plato para la primera semana y a posterior tipo tolva para cada uno. Se utilizó cama de viruta con un espesor de 0,10 m.

La desinfección de las instalaciones, equipos y materiales se realizó 15 días antes de iniciar el ensayo mediante un encalado de piso con cal viva y fumigación con solución de amonio cuaternario en relación de 5ml/lit de agua.

5.2.2. *Diseño experimental*

En la presente investigación se aplicó un diseño completamente al azar, establecido en diez unidades experimentales cada una con diez unidades observacionales

5.2.3. *Dietas Experimentales*

Las dietas experimentales se formularon considerando los requerimientos nutricionales establecidos en las tablas de la línea Cobb 500 (2022) para la etapa de inicio tabla 1 y crecimiento tabla 2.

Tabla 1. Ingredientes y composición química de la dieta inicial.

Ingredientes	Porcentaje
Maíz	40,39
Arrocillo	19,55
Torta de Soya	31,10
Aceite de girasol	3,63
Carbonato de calcio	1,22
Fosfato monocálcico	1,71
Sal	0,39
Premix ¹	0,24
Lisina	0,68
Metionina	0,60
Treonina	0,34
Cropidol ²	0,02
Micromix ³	0,03
Celmanax ⁴	0,10
<i>Composición química calculada</i>	
Proteína Cruda (PC)	22,00
Energía Metabolizable (EM)	2900
<i>Composición química analizada</i>	
Cenizas	7,14
Extracto etéreo	5,52
Proteína	22,43

¹Vitamina B1 10.0 g, Vitamina B2 25.9 G, Vitamina B6 20 g, Vitamina B12 0,03 g, Ácido Fólico 2.0 mg, Biotina 0,2 g, Niacina 70.0 g, Pantotenato de calcio 20,0 g, Excipiente csp. 1,0 kg.

² Clopidol 25g, Excipientes csp. 100g.

³Vitamina A 50000 UI, Hierro Sulfato 400 mg, Sulfato de Cobre 50 mg, Vitamina D 3000 UI, Vitamina E 20 UI, Vitamina B1 10 mg, Vitamina B2 7 mg, Vitamina C 50 mg, Ácido Nicotínico 20 mg, Calcio Carbonato 20,5 mg, Nitrato Cobáltico 8 mg, Potasio Cloruro 1,5 mg, Sodio

cloruro 13,85 g, Fosfato Tricálcico 10 g, Hierro sulfato 400 g, Manganeso sulfato 60 mg, Magnesio sulfato 50 mg, Zinc sulfato 50 mg, Excipientes 100g.

⁴Levadura hidrolizada, extracto de levadura y cultivo de levadura.

Tabla 2. Ingredientes y composición química de la dieta de crecimiento.

Ingredientes	Control	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Maíz	29,24	33,52	37,91
Arrocillo	10,00	10,00	10,00
Afrecho de trigo	28,56	18,22	7,59
Cono de arroz	5,00	5,00	5,00
Torta de soya	19,62	21,02	22,50
<i>Tithonia diversifolia</i>	-	5,00	10,00
Aceite de palma	3,00	3,00	3,00
Carbonato de calcio	1,42	1,15	0,88
Fosfato monocálcico	1,36	1,43	1,52
Sal	0,36	0,37	0,38
Premix ¹	0,30	0,30	0,30
Lisina	0,41	0,38	0,35
Metionina	0,31	0,30	0,29
Treonina	0,17	0,16	0,15
Coocidiostato ²	0,02	0,02	0,02
Enzimas ³	0,03	0,03	0,03
Bicarbonato de Na	-	-	-
Pigmento ⁴	0,10	-	-
Atrapador ⁵	0,10	0,10	0,10
<i>Composición química calculada</i>			
Proteína cruda (PC)	20,00	20,00	20,00
Energía Metabolizable (EM)	2950	2950	2950
<i>Composición química % en base seca</i>			
Cenizas	8,47	8,43	7,60
Extracto etéreo	6,49	7,04	5,99
Proteína	20,93	19,38	21,33

¹Vitamina B1 10.0 g, Vitamina B2 25.9 G, Vitamina B6 20 g, Vitamina B12 0,03 g, Ácido Fólico 2.0 mg, Biotina 0,2 g, Niacina 70.0 g, Pantotenato de calcio 20,0 g, Excipiente csp. 1,0 kg.

²Clopidol 25g, Excipientes csp. 100g.

³Endo-1,4-beta-xilanas 600 U/g, Proteasa 800 U/g, Amilasa 800 U/g.

⁴Extractos de β -Carotenos.

⁵Pared Celular de Levadura 300000 mg, Clinoptiloite 350000 mg, Bentonita 350000 mg.

Los análisis de la composición química de cada dieta fueron desarrollados en el Laboratorio de Suelos y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja.

5.2.4. Tratamientos

Los tratamientos aplicados en el siguiente estudio se detallan a continuación.

- T1: Dieta+ agua *ad libitum* sin aditivos.
- T2: Dieta+ agua *ad libitum* con 1g de ácido cítrico /litro.
- T3: Dieta con 0,80g de *Saccharomyces cerevisiae*/kg + agua *ad libitum*.

5.2.5. Manejo de animales

Los pollos de un día de edad fueron receptados en la instalación, con una temperatura que oscilo entre 30 a 32°C, se pesaron en una balanza digital comercial (SB32001) y se distribuyeron al azar en las respectivas unidades experimentales de acuerdo a los tratamientos. Todos los animales del experimento durante los primeros siete días se suministró la dieta inicial y para las unidades experimentales del tratamiento tres se añadió levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en dosis de 0,8g/kg; mientras que el agua de bebida *ad libitum* se añadió vitaminas, electrolitos y minerales en dosis de 0,5g/litro, y la adición de acidificante (ácido cítrico) en dosis de 1g/litro en las unidades experimentales del tratamiento dos.

En la fase de crecimiento a partir del día ocho de edad se siguió con la adición de acidificante (ácido cítrico) en dosis de 1g/litro de agua de bebida en las unidades experimentales del tratamiento dos; en la dieta de crecimiento se suministró levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en dosis de 0,8g/kg de alimento para las unidades experimentales del tratamiento tres hasta los 21 días de edad. Además, se vacunó para enfermedades como Newcastle y Gumboro, tomando en cuenta el siguiente cronograma explicado en la tabla 3.

Tabla 3. Cronograma de vacunación

Edad (días/semanas)	Vacuna	Cepa vacunal	Vía de aplicación
2 semanas	Newcastle	Newcastle cepa La Sota tipo B1 con título mayor a >1X10 ^{5.5} DIEP 50%, origen embrión de pollo SPF	Intranasal, intraocular, oral o en aerosol.
3 semanas (refuerzo)	Newcastle y bronquitis	Newcastle cepa La Sota tipo B1 y de bronquitis infecciosa cepa Massachusetts.	Intranasal y ocular.

5.2.6. Variables y toma de datos

Las variables estudiadas y toma de datos en la presente investigación se describen a continuación

- **Pesos absolutos (g) y relativos (%) de órganos del tracto digestivo.**

Se procedió a pesar el tracto digestivo total del animal, utilizando una balanza digital comercial (SB32001) y luego el peso por separado de intestino delgado, molleja y ciegos, mientras que el relativo se aplicó la siguiente fórmula:

$$PR = (\text{Peso de cada \acute{o}rgano} / \text{Peso vivo}) * 100$$

- **Longitudes absolutas (cm) y relativas (%) de \acute{o}rganos del tracto digestivo.**

Para la medici3n se emple3 una cinta m3trica en la cual se tom3 el largo de intestino delgado del animal y de los ciegos tanto derecho como izquierdo individualmente en cent3metros y para las longitudes relativas se us3 la siguiente f3rmula:

$$LR = (\text{Largo de secci3n del intestino} / \text{Peso vivo}) * 100$$

- **Valoraci3n de pH en Mollejas y Ciegos.**

Para la toma del pH se utiliz3 un peach3metro y se calibr3 con soluciones buffer pH7 y pH4, luego se tom3 los valores del pH de la parte central del contenido de la molleja y de forma individual tanto para ciego derecho e izquierdo.

5.2.7. An3lisis de la Informaci3n.

Para analizar los resultados se utiliz3 el programa estad3stico SAS 2016 mediante un an3lisis de varianza (ANOVA), donde los principales factores de variaci3n fueron los tratamientos y para comparar medias se emple3 un T-test protegido.

5.2.8. Consideraciones \acute{e}ticas

Los animales fueron criados y sacrificados cumpliendo con las normas definidas para el cuidado y uso de animales para investigaci3n seg3n el “C3digo Org3nico del Ambiente” (ROS No 983, Ecuador).

6. Resultados

Tabla 4. Efecto del uso ácido cítrico y *Saccharomyces cerevisiae* sobre los parámetros digestivos en pollos de carne.

PARÁMETROS	TRATAMIENTOS			EEM	P-valor
	Control	Ácido-Cítrico	S. <i>cerevisiae</i>		
Peso Vivo	912,10	895,30	892,30	30,40	0,884
Peso absoluto del tracto digestivo “g”					
Tracto Digestivo Total	148,90	144,30	140,60	10,30	0,850
Intestino Delgado	72,20	62,10	60,40	3,89	0,086
Molleja	39,20	36,50	36,60	2,38	0,633
Ciego	7,05	6,29	7,45	0,67	0,467
Peso Relativo del Tracto Digestivo “%”					
Tracto Digestivo Total	16,30	16,10	15,7	0,84	0,863
Intestino Delgado	7,91	6,93	6,81	0,36	0,075
Molleja	4,29	4,07	4,06	0,21	0,666
Ciego	0,77	0,70	0,85	0,07	0,335
Longitud Absoluta del Tracto Digestivo “cm”					
Intestino Delgado	151,00	140,10	140,60	4,14	0,129
Ciego derecho	14,00	13,10	13,20	0,38	0,204
Ciego izquierdo	15,20	14,00	14,20	0,38	0,094
Longitud Relativa del Tracto Digestivo “%”					
Intestino Delgado	16,60	15,60	16,00	0,52	0,443
Ciego derecho	1,50	1,50	1,50	0,05	0,626
Ciego izquierdo	1,70	1,60	1,60	0,06	0,500
pH					
Molleja	2,80	2,70	2,70	0,10	0,654
Ciego derecho	5,70	6,10	5,90	0,13	0,109
Ciego izquierdo	5,80	5,90	6,10	0,14	0,249

En la tabla 4 se muestra que entre los tratamientos evaluados no existe diferencia estadística para las variables de peso vivo ($p=0,884$), longitudes ($p=0,204$) y pesos absolutos ($p=0,850$) de las secciones, excepto de las tendencias que se muestran en intestino delgado en peso absoluto ($p=0,086$) y relativo ($p=0,075$) y la longitud absoluta de ciego izquierdo ($p=0,094$); así como para longitudes ($p=0,626$) y pesos ($p=0,863$) relativos de tracto digestivo total y segmentos individuales, pH ($p=0,654$). Sin embargo, se evidencia promedios de pesos absolutos y relativos según corresponde de tracto digestivo total (144,6 g – 16,03%), intestino delgado (64,9 g – 7,22%), molleja (37,4 g – 4,16%) y ciegos (6,93 g – 0,8%); así mismo, en longitudes absolutas y relativas de intestino delgado (143,9 cm - 16,03%), ciego derecho (13,43 cm - 1,50%) y ciego izquierdo (14,46 cm - 1,63%); y valores promedios de pH de molleja (2,73); ciego derecho (5,9); ciego izquierdo (5,93).

7. Discusión

7.1. Longitud y peso absoluto y relativo de tracto digestivo y segmentos

La inclusión de *Saccharomyces cerevisiae* al 0,8 g/kg en el alimento y de ácido cítrico 1g/litro de agua en pollos de carne a los 21 días sobre longitud y peso absoluto y relativo del tracto digestivo no presento diferencias significativas, sin embargo se obtuvo promedios de pesos absolutos (PA) en tracto digestivo total de 144,6 g, intestino delgado 64,9 g, molleja 37,4 g y ciegos 6,93 g; así mismo, longitudes absolutas (LA) en intestino delgado de 143,9 cm y ciego derecho 13,43 cm e izquierdo 14,46 cm, estudios similares reportan Yasar y Yagen (2017) con la inclusión de 5 y 10g/kg de *S. cerevisiae* en el alimento en pollos Ross 308 a los 21 días de edad, quienes obtuvieron promedios de PA en tracto digestivo total de 109,5 g; y valores de LA de intestino delgado y ciego de 124,25 cm y 13,4 cm respectivamente, de la misma forma Kiarie et al., (2022) en dietas pre-inicial e inicial incluyendo 0,6 y 0,2%, respectivamente en pollos Ross de 15 días de edad, alcanzaron promedios de PA en intestino delgado, molleja y ciegos de 52,85 g; 27,6 g; 4,88g según corresponde, datos inferiores a los descritos en la presente investigación. Mientras que, Reyes et al., (2014) adicionando 0,05% y 0,10% de PCL-glucano derivado de *S. cerevisiae* en la ración, en pollos Cobb 500 a los 42 días de edad, reportó PA en intestino delgado y molleja valores promedios de 88,4g y 67,9g correspondientemente, resultados superiores a los detallados en el presente ensayo.

En relación a peso relativo (PR) se alcanzó promedios en molleja, intestino delgado y ciegos de 4,16%, 7,22%, 0,8% respectivamente, resultados que son inferiores a los mencionados por Onwurah y Okejim (2014) quienes evaluaron niveles de 0,5 g; 1,0 g; 1,5 g; 2,0 g de *S. cerevisiae* en el agua de bebida en pollos Anak a los 49 días de edad, no reportaron diferencias significativas señalando promedios de PR de 9,88%, 16,08% y 5,78% en los mismos órganos y a los de Reyes et al., (2014) evalúa la adición de 0,05% y 0,10% de PCL-glucano derivado de *S. cerevisiae* en la ración en pollos Cobb 500 a los 42 días de edad reportando PR de 3,4%, y 4,4% en molleja e intestino delgado según corresponde, de igual manera Ciurescu et al., (2021) con la adición de 0,50 % en el alimento en pollos Ross 308 a los 35 días obtuvieron 1,85% y 3,98% en molleja e intestino delgado respectivamente, resultados que se pueden atribuir a la variabilidad de edad y línea de aves empleada y que son superiores a los evaluados en la presente investigación.

Por su parte Churchil et al., (2000) establecen el uso de *S. cerevisiae* con niveles de 0; 0,1 y 0,2% en las dietas en pollos de engorde a los 56 días de edad, reportan un promedio de

PR en molleja de 1,9%, dato que es inferior a la investigación realizada, mientras que Morales (2007) aplicando 0,5g/kg de PCL de *S. cerevisiae* en pollos de engorde a los 21 días de edad, alcanzo un promedio de PR en intestino de 9,38%, valor que es superior al del presente trabajo.

Respecto a longitudes relativas de intestino delgado (LRID) y ciegos (LRC) en la presente investigación se muestran valores de 16,03% y 1,27% a los 21 días respectivamente, datos superiores a los descritos por Ciurescu et al., (2021) quienes evaluaron la adición de 25 y 50 % *S. cerevisiae* en dietas para pollos Ross 308 a los 35 días de edad, obteniendo promedios de 9,23% y 1,66% en LRID y LRC respectivamente. Mientras que Hosseini (2011) al añadir 0,5 y 2% a los 49 días de nacidos reporta promedios de 1,03% y 0,47% según corresponde. La variabilidad de peso y longitudes de los órganos puede estar influenciada por la edad a la que se evalué los mismos, tamaño de partículas y así como la inclusión de componentes fibrosos en la dieta que estimulan su desarrollo.

Inclusiones de acidificantes orgánicos en investigaciones en aves reportan resultados inferiores a los del presente ensayo, tal es el caso de Fick et al., (2021) quienes con la adición de 1,5% de ácido cítrico en el alimento en pollos de la línea Ross 308 a los 42 días de edad, obtuvieron PR en molleja, intestino delgado y ciego de 0,97%, 2,34% y 0,55% según corresponde; de igual manera Khosravinia et al., (2015) con niveles de 0, 10, 20, 30, 60 g/kg alcanzaron promedios de PR de 1,85% y 4,48% para molleja e intestino delgado.

Roa (2015) reportan el uso gradual de ácido clorhídrico (HCl) y Acidomix-AFL, (fórmico, propiónico, formiato de amonio y propionato de amonio) en el agua hasta obtener pH de 4 y 6, en pollos de la misma línea y edad, obteniendo un promedio de PR en intestino delgado de 2,88% dato inferior al evidenciado en el presente trabajo y LR en intestino delgado con un valor promedio de 35,57% valor superior al de la presente investigación.

Barrera (2014) recalca que la mayoría de aditivos sólo se muestran eficaces en animales que se encuentran ante algún tipo de desafío tales como exposición a enfermedades y condiciones climáticas extremas, lo que explica muchos de los resultados obtenidos en estudios realizados en condiciones experimentales debido a que normalmente las condiciones ambientales y de salud de las aves suelen ser óptimas en estos ensayos, lo que rara vez ocurre en la realidad del galpón de producción y no se repitan los mismos resultados.

Mediante la adición de *S. cerevisiae* y ácido cítrico no se evidenció efectos sobre pesos y longitudes del tracto digestivo; sin embargo, Pérez (2007) describe que la acción de las

levaduras presenta una actividad inmunoestimulante. Así mismo Milian et al., (2010) mencionan que estos aditivos tienden a mejorar el balance microbiano del tracto gastrointestinal, inhibiendo el desarrollo de bacterias dañinas y produciendo enzimas hidrolíticas para mejorar la utilización de los nutrientes, además López et al., (2008) señala que presentan efectos tróficos positivos sobre la mucosa digestiva. Efectos similares reportan Parra et al., (2017) con el uso de acidificantes.

Por otra parte, Khooshechin et al., (2015) mencionan que la acción de los ácidos orgánicos (AO) depende principalmente de su capacidad para acidificar la dieta y en última instancia, el contenido del tracto digestivo, mientras que Amaguaña (2012) menciona que la adición de AO promueve una acidificación rápida y eficaz en los primeros tramos del tracto intestinal de igual manera la actividad microbiana y es limitada en tramos posteriores. Además, Ferrer (2000) indica que los acidificantes no curan las enfermedades, pero ayudan a que las aves se recuperen antes, igualmente prevenir trastornos intestinales, ayudando a que el animal no se enferme o muera.

7.2. pH, de segmentos del tracto digestivo

En la presente investigación el pH promedio de molleja y ciegos en las dietas con la inclusión de *S. cerevisiae* y ácido cítrico fue de 2,73 y 5,92; datos inferiores a los enunciados por Esmailipur (2011) quien valora la inclusión de ácido cítrico en niveles de 0,20 y 0,40g/Kg de alimento en pollos Ross a los 24 días, obtuvo valores promedios de pH 2,95 y 6,9; mientras que Roa (2015) con la adición de ácidos orgánicos en pollos de 42 días de edad consigue pH de 2,94 y 6,12 para molleja y ciego respectivamente.

Autores reportan estudios de pH de contenido cecal como López et al., (2008) quienes adicionaron harina de levadura nativa aislada de Granadillas (*Cryptococcus laurentii*), al 0,5% en la dieta en pollos de carne alcanzando un valor de 6,55; y Moksimovic et al., (2022) con niveles de 0,25 y 0,65 g/kg de *S. cerevisiae* obtuvieron un promedio de 6,76, mientras que Jaramillo y Guzmán (2014), utilizando 0,5% de ácido fumarínico en pollos línea Hybro a los 22 días de edad muestran un pH de 6,94 datos superiores a los evidenciados en la presente investigación: pero inferiores a los obtenidos por Akyurek et al., (2011) quienes adicionando ácido orgánico (Salgard®) en pollos Ross a los 21 días, obtuvieron pH de ciego de 5,88.

Por otro lado, datos superiores reporta Acikgoz et al., (2011) sobre el efecto de ácido fórmico para reducir el pH del agua de 7,4 a 4,5 en pollos Ross 308 a los 42 días de edad, con

valores de pH en molleja de $3,52 \pm 0,16$ y Bandai et al., (2015), adicionando niveles de 0; 0,5; 1; 1,5% de ácido fumarínico en pollos de la línea Cobb a la misma edad, con promedio de 3,17.

Cottrell y Adams (2002) mencionan que el sistema digestivo de los pollos realiza un proceso natural la regurgitación intestinal que implica la devolución de los alimentos parcialmente digeridos desde el intestino hacia el buche para su posterior re-digestión, y según Garcia et al., (2017) este mecanismo es benéfico debido a que vuelven a mezclar los alimentos con más enzimas digestivas y ácido clorhídrico, además de volverlos a triturar en molleja, por ende va a haber mayor absorción de nutrientes, contribuyendo a un crecimiento saludable y refuerzo del sistema inmunológico ya que al re-digerir los alimentos están expuestos a una mayor cantidad de bacterias benéficas.

Por lo que un descenso del pH en el sistema digestivo como manifiesta Parra et al., (2017) inhibe patógenos como *Salmonella*, *Coliformes*, favoreciendo la microflora intestinal, mejorando los procesos digestivos al suplementar las secreciones gástricas ácidas, promoviendo la conversión de proenzimas a su forma activa y permitiendo a las enzimas digestivas trabajar a un pH óptimo. Así mismo Khooshechin et al., (2015) mencionan que el pH gástrico bajo acelera la conversión de pepsinógeno en pepsina, lo que mejora la tasa de absorción de proteínas, aminoácidos y oligoelementos. Por tal motivo Saikat et al., (2009), afirman que las condiciones acidas mejora la función del intestino y favorece la absorción de nutrientes

Por otro lado, Elghandour et al., (2019) mencionan que la inclusión de *S. cerevisiae* mejora la estabilidad del pH, aumentando la proteína microbiana y cambiando los ácidos grasos volátiles, lo que da como resultado un aumento del consumo y mejora la productividad y salud de los animales, mientras que Milian et al., (2010) mencionan que estos ácidos penetran la célula bacteriana generando un desequilibrio y promoviendo su deterioro.

8. Conclusiones

Una vez realizado el análisis de resultados se concluye:

- El uso de aditivos como el ácido cítrico y *Saccharomyces cerevisiae* no presentaron diferencias con respecto a las variables de peso, longitud y pH en órganos y secciones del tracto digestivo a los 21 días de edad.
- El pH del contenido estomacal y cecal no se afectaron con la inclusión ácido cítrico en el agua de bebida y *Saccharomyces cerevisiae* en el alimento.

9. Recomendaciones

- Evaluar niveles superiores a los empleados en la presente investigación de ácido cítrico y *Saccharomyces cerevisiae* sobre los parámetros digestivos en pollos de carne.
- Estudiar fuentes orgánicas de aditivos que estimulen en desarrollo de órganos digestivos en pollos de carne.
- Realizar estudios con aditivos que regulen el pH en las diferentes secciones del tracto digestivo y que no generen efectos residuales.

10. Bibliografía

- Açıkgöz Z, Bayraktar H. and Altan Ö. (2011). Effects of Formic Acid Administration in the Drinking Water on Performance, Intestinal Microflora and Carcass Contamination in Male Broilers under High Ambient Temperature. publication at: <https://www.researchgate.net/publication/263625066>
- Akyurek Hasan, Ozduven Mehmet Levent, Okur Aylin Aghma, Koc Fisun and Samli Ersin Hasan. (2011). The effects of supplementing an organic acid blend and/or microbial phytase to a corn-soybean based diet fed to broiler chickens African Journal of Agricultural Research Vol. 6(3), pp. 642-649, 4 February 2011 DOI: 10.5897/AJAR10.469 ISSN 1991-637X
- Almeida Diego (2019). Principales factores que afectan a la salud intestinal de las aves. 30/11/2021, de AviNews Sitio web: <https://avinews.com/principales-factores-que-afectan-a-la-salud-intestinal-de-las-aves/?reload=yes>
- Amaguaña Supe, Wilson Febián. (2012). Uso de Acidificantes en la Producción de Pollos de Broilers. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/2118>
- Ángel Roselina, Kim Seon Woo, Li Wenting y Jimenez Moreno Encarna, (2013). Velocidad del paso y pH intestinal en aves: implicaciones para la digestión y el uso de enzimas. Departament of Animal and Avian Sciences – University of Maryland College Park. https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/05-13CAP_VIIItrad.pdf
- Angulo Asensio, E. (2009). Fisiología aviar. Universidad de Lleida. Obtenido de: https://books.google.com.ec/books?id=8BbaffsUiu8C&printsec=frontcover&dq=FISIOLOGIA+AVIAR&hl=es&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=FISIOLOGIA%20AVIAR&f=false
- Arce, J; López, C; Ávila, E. (2020). BM-EDITORES, Avicultura - Conceptos del aparato digestivo en pollo de engorda. Artículo publicado en Los Avicultores y su Entorno Diciembre 2011- Enero 2012 - MÉXICO OBTENIDO de <https://bmeditores.mx/avicultura/conceptos-del-aparato-digestivo-en-el-pollo->

deengorda/#:~:text=Los%20principales%20%C3%B3rganos%20digestivos%20del,de%20los%20tejidos%20del%20cuerpo.

Arenas N.E., et al., (2018). Producción pecuaria y emergencia de antibiótico resistencia en Colombia: Revisión sistemática. *Infectio* 2018; 22(2): 110-119
<http://www.scielo.org.co/pdf/inf/v22n2/0123-9392-inf-22-02-00110.pdf>

Avilés Marroquin, WA; Galdamez Coreas, NM; Melgar Herrera, KL. 2005. Formulación de un preparado alimenticio enriquecido con *Sacharomyces cerevisiae* (levadura de cerveza) para alimentación de pollos. Facultad de Química y Farmacia. Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador, Centro América.

Ayalew H, Zhang H, Wang J, Wu S, Qiu K, Qi G, Tekeste A, Wassie T and Chanie D (2022) Potential Feed Additives as Antibiotic Alternatives in Broiler Production. *Front. Vet. Sci.* 9:916473. doi: 10.3389/fvets.2022.916473

Bandai M.T; Adil S.; Khan A.A. and Untoo Madeeha. (2015). A Study on Efficacy of Fumaric Acid Supplementation in Diet of Broiler Chicken. *INTERNATIONAL JOURNAL OF POULTRY SCIENCE*. Indian – Srinagar.

Barragán Cos José Ignacio, (2014). Tamaño de partícula como factor de calidad en alimentos de pollos de carne. Obtenido de: <https://avinews.com/download/tamano-de-particula-como-factor-de-calidad-en-alimentos-de-pollos-de-carne.pdf>

Barrera-Barrera, 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. *Orinoquia*, 18(2), 52. <https://doi.org/10.22579/20112629.306>

Cabrera, O. (2014). El uso de los acidificantes en avicultura. *AgriNews*.
<https://agrinews.es/2014/03/18/el-uso-de-los-acidificantes-en-avicultura/>

Cano Francisco Gil (2010). Anatomía específica de aves: aspectos funcionales y clínicos. Unidad Docente de Anatomía y Embriología Facultad de Veterinaria Universidad de Murcia. <https://www.um.es/anatvet-interactivo/interactividad/aaves/anatomia-aves-10.pdf>

- Churchill R. Richard, Mohan B. and Viswanatran K. (2000). Effect of supplementation of broiler rations with live yeast culture cheiron 29 {1 & 21 :23-27, February & April publication at: <https://www.researchgate.net/publication/291875639>
- Ciurescu Georgeta, Dumitru Mihaela, Anca Gheorghe. (2021). Use of brewer's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) in broiler feeds to replace corn gluten meal with or without probiotic additives. *SCIENDO-Archiva Zootechnica* 24:1, 66-83, 2021 DOI: <https://sciendo.com/article/10.2478/azibna-2021-0006>
- Dhama, K., Tiwari, R., Chakraborty, S., Samad, HA, Karthik, K., Kumar, A., ... & Malik, YS (2016). Explorando alternativas a los antibióticos como promotores de la salud agentes en avicultura- una revisión. *Revista de Fisiología Animal y Nutrición Animal*, [http://dx.doi.org/10.18006/2016.4\(3S\).368.383](http://dx.doi.org/10.18006/2016.4(3S).368.383)
- Díaz-López EA, Ángel-Isaza J, Ángel D. Probióticos en la avicultura: una revisión. *Rev Med Vet.* 2017;(35): 175-89. doi: [http:// dx.doi.org/10.19052/mv.4400](http://dx.doi.org/10.19052/mv.4400). Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rmv/n35/0122-9354-rmv-35-00175.pdf>
- Elghandour M.M.Y., Tan Z.L., Abu Hafsa S.H., Adegbeye M.J., Greiner R., Ugbogu E.A., Cedillo Monroy J. and Salem A.Z.M. (2019). *Saccharomyces cerevisiae* as a probiotic feed additive to non and pseudo-ruminant feeding: a review doi:10.1111/jam.14416
- Esmailipour, O.; Shivazad, M.; Moravej, H.; Aminzadeh, S.; Rezaian M.; and Van Krimpen M. M. (2011). Effects of xylanase and citric acid on the performance, nutrient retention, and characteristics of gastrointestinal tract of broilers fed low-phosphorus wheat-based diets. *Poultry Science* 90 :1975–1982 doi: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21844263/>
- Estrada, M. (2011). Anatomía y fisiología aviar. Colombia: LMS. https://www.academia.edu/33327975/ANATOMIA_Y_FISIOLOGIA_AVIAR_documento
- FAO/OMS; 2022, Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. Obtenido de: <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/poultry-species/chickens/es/>
- Fik Martin, Hrnčár Cyril, Hejniš Dávid, Hanusová Emília, Arpášová Henrieta, Bujko Jozef.(2021) The Effect of Citric Acid on Performance and Carcass Characteristics of

Broiler Chickens. Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies. publication at: <https://www.researchgate.net/publication/352197856>

Gao J, Zhang HJ, Yu SH, Wu SG, Yoon I, Quigley J, Gao YP, Qi GH. Effects of yeast culture in broiler diets on performance and immunomodulatory functions. *Poult Sci.* 2008 Jul;87(7):1377-84. doi: 10.3382/ps.2007-00418. PMID: 18577619.

Gómez G, Hernández L, 2009. “Evaluación de la eficiencia de tres niveles de inclusión de acidificante Acidtek Av en la mortalidad, consumo de alimento, ganancia de peso e índice de conversión en aves de genética ross en granja experimental de Colombia”. [Fecha de acceso: 12 de febrero de 2013]. URL: <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/evaluacion-eficiencia-tres-niveles-t28056.htm>

González-Vázquez, Alfredo, Ponce-Figueroa, Leonardo, Alcivar-Cobeña, José, Valverde-Lucio, Yhony, & Gabriel-Ortega, Julio. (2020). Suplementación alimenticia con promotores de crecimiento en pollos de engorde Cobb 500. *Journal of the Selva Andina Animal Science*, 7(1), 3-16. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S231125812020000100002&lng=es&tlng=es.

Hosseini Seyyed Mousa, (2011). Study on the Effects of *Saccharomyces cerevisiae* SC47 on Visceral and Immune Organs of Broiler Chickens Seyyed. *Global Veterinaria* 7 (3): 297-300, 2011 ISSN 1992-6197 © IDOSI Publications, 2011 Corresponding Author:, Young Researchers Club, Qaemshahr Branch, Islamic Azad University, Qaemshahr, Iran. publication at: <https://www.researchgate.net/publication/232613478>

INATEC. (2018). Tecnológico Nacional - Manual manejo productivo y reproductivo de porcinos y aves. Nicaragua: 2° Edición. Obtenido de https://www.tecnacional.edu.ni/media/Manual_Porcino_y_Aves.pdf

Iñiguez Heredia Franklin Alfredo; Espinoza Bustamante Xavier Esteban, y Galarza Molina Enmanuel Leonardo. (2021). Uso de probióticos y ácidos orgánicos como estimulantes del desarrollo de aves de engorde: artículo de revisión. *ALFA. Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias* <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i14.107>

- Jaramillo A, H; Guzmán L, E. (2014). Evaluación de un prebiótico y un ácido orgánico, en el crecimiento alométrico del sistema digestivo, morfometría de vellosidades y bacterias intestinales en pollos de engorde. Informe científico – Plumazos.
- Jull Morley, A. (1953). AVICULTURA - Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana-UTEHA. México. Biblioteca central UNL, Pg. 44-45-46.
- Khosravinia H, Nourmohammadi R, and Afzali N. (2015). Productive performance, gut morphometry, and nutrient digestibility of broiler chicken in response to low and high dietary levels of citric acid. *J. Appl. Poult. Res.* 24:470–480
<http://dx.doi.org/10.3382/japr/pfv050>
- Lituma Sari, W. A. (2017). Evaluación de la conversión alimenticia utilizando ácidos orgánicos al agua en pollos de engorde. Cuenca - Ecuador, 97.
<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/14670>
- Liu Y, Cheng X, Zhen W, Zeng D, Qu L, Wang Z and Ning Z (2021). Yeast Culture Improves Egg Quality and Reproductive Performance of Aged Breeder Layers by Regulating Gut Microbes. *Front. Microbiol.* 12:633276. doi: 10.3389/fmicb.2021.633276
- López Hernández Natalia, Z, (2008). Caracterización y evaluación de levaduras provenientes de ecosistemas colombianos en la alimentación de pollos de engorde. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia - Maestría Salud y Producción Animal. Línea Nutrición de Monogástricos. Bogotá.
https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/22250/60886_64546.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- López, N. (2016). Aparato digestivo de las aves Fisiología Veterinaria. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Obtenido de
https://www.academia.edu/36127831/Aparato_digestivo_de_las_aves_Fisiolog%C3%ADa_Veterinaria#:~:text=%2D%20El%20aparato%20digestivo%20esta%20constituido,sustancias%20en%20el%20intestino%20delgado.
- Lu, J., Idris, U., Harmon, B., Hofacre, C., Maurer, J. J., & Lee, M. D. (2003). Diversity and Succession of the Intestinal Bacterial Community of the Maturing Broiler Chicken.

Applied and Environmental Microbiology, 69(11), 6816–6824.
<https://doi.org/10.1128/AEM.69.11.6816-6824.2003>

Maksimović Ž, Starčević M, Šefer D, Janjić J, Radovanović A, Radulović S, Perić D, Marković R: Effects of adding different dosages of *Saccharomyces cerevisiae* in diet on growth performance, carcass characteristics, intestinal morphology, and gut microflora of broilers. *Kafkas Univ Vet Fak Derg*, 28 (4): 461-468, 2022. DOI: 10.9775/kvfd.2022.27458

Mejía Jervis, Tatiana. (30 de abril de 2019). Sistema Digestivo de las Aves: Partes y Funciones. Lifereder. Recuperado de <https://www.lifereder.com/sistema-digestivo-aves/>

Mendoza Carlos. (2020). Produccion Avicola . 30/12/2021, de USAID Sitio web: https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1862/produccion_avicola.pdf

Milián, Grethel; Pérez, M.; Bocourt, R. (2007). Empleo de probióticos basado en *Bacillus* sp y de sus endosporas en la producción avícola *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 42, núm. 2, 2008, pp. 117-122 Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193015494001.pdf>

Morales López Rene, (2007). Las paredes celulares de levadura de *Saccharomyces cerevisiae*: un aditivo natural capaz de mejorar la productividad y salud del pollo de engorde. UNIVERSITAT AUTONOMA DE BARCELONA – DEPARTAMENT DE CIENCIA ANIMAL IDELS ALIMENTS. Barcelona – España <https://ddd.uab.cat/record/37029>

Onwurah, FB, Okejim, JC, (2014), Effect of Baker's Yeast (*Sachharomyces Cerevisiae*) In Water on Blood Haematological Indices of Broiler Chickens *Colegio Federal de Educación (Técnica)*, Omoku, NIGERIA. https://www.academia.edu/8638068/Effect_of_Bakers_Yeast_Sachharomyces_Cerevisiae_In_Water_on_Blood_Haematological_Indices_of_Broiler_Chickens

Peralta, M. F.; Miazso, R. D.; Nilson, A. (2008). Levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) en la alimentación de pollos de carne REDVET. *Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. IX, núm. 10, octubre, pp. 1-11 Veterinaria Organización Málaga, España <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63617098004>

- Pinto Silvina; Vignoni Ernesto; Esquivel Cecilia; Prosdócimo Florencia; Mitarotonda Romina; Cerny Natacha; Barrios Hebe; De Franceschi Mauricio; De Marzi Mauricio. (2020). Acción de promotores de crecimiento sobre la mucosa intestinal de pollos parrilleros. [https://someve.com.ar/images/revista/2020/Vol1101\(2\)/Pag-07-16-Pinto.pdf](https://someve.com.ar/images/revista/2020/Vol1101(2)/Pag-07-16-Pinto.pdf)
- Reyes-Sánchez Nadir, Piad-Barreras Raúl, González-Núñez Hermes Dossnay, Ríos Miguel, (2014). Rendimiento de la canal y morfometría del tracto gastrointestinal de broilers suplementados con pared celular de levadura. Revista Científica La Calera-Nicaragua. <https://www.lamjol.info/index.php/CALERA/article/view/2654>
- Roa Flores Martin Eduardo, (2015). El uso de ácidos orgánicos y su efecto en el desempeño y desarrollo del sistema digestivo del pollo de engorda. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo – México.
- Rosales A. Gregorio, Fancher Bryan I., Pearson Daniel B. Producción de pollos de engorde libres de antibióticos y con uso reducido de antibióticos: historia, desarrollo y desafíos. Focus Producción de pollos de engorde libres de antibióticos. Aviagen. https://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_Tech_Docs/Focus-ABF-History-2021-ES.pdf
- Saikat Samanta, Sudipto Haldar, and Tapan Kumar Ghosh. (2009). Comparative Efficacy of an Organic Acid Blend and Bacitracin Methylene Disalicylate as Growth Promoters in Broiler Chickens: Effects on Performance, Gut Histology, and Small Intestinal Milieu. SAGE-Hindawi Access to Research Veterinary Medicine International Volume 2010, Article ID 645150, 8 pages doi:10.4061/2010/645150 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2860458/pdf/VMI2010-645150.pdf>
- Sánchez Ana María, Vayas, Mayorga Fernando, Freire Carolina.(2021). Avicultura. 30/12/2021, de Avicultura Ecuador Sitio web: <https://blogs.cedia.org.ec/obest/wp-content/uploads/sites/7/2020/09/Sector-avico-la-Ecuador.pdf>
- Sánchez Reyes, C. (2005). Cría, manejo y comercialización de pollos. Lima, Peru: Ediciones RIPALME ISBN 978-9972-840-10-4 en la Agencia Peruana del ISBN.
- Suárez-Machín, Caridad; Garrido-Carralero, Norge Antonio; Guevara-Rodríguez, Carmen Amarilys. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol.

Revisión bibliográfica ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, vol. 50, núm. 1, enero-abril, 2016, pp. 20-28. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. Ciudad de La Habana, Cuba. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf>

Sun Hao-Yang, Kim In-Ho. (2019). Dietary Supplementation of Mixed Yeast Culture Derived from *Saccharomyces cerevisiae* and *Kluyveromyces fragilis*: Effects on Growth Performance, Nutrient Digestibility, Meat Quality, Blood Parameters, and Gut Health in Broilers. DOI: <https://doi.org/10.2141/jpsa.0180052>

Ventaco (2011). Informe técnico - Pollos parrilleros machos (línea cobb 500) con uniwall mos 25 (1,5 kg/tn) vs. control no medicado <https://www.vetanco.com/br/wp-content/uploads/sites/7/2011/09/Uniwall-MOS-25-Universidad-Nacional-del-Nordeste.pdf>

Ventoso García, B. (2017). Microbiota y metabolismo: Importancia del microbiota en el correcto funcionamiento fisiológico (Ciencias ed., Vol. 4). Ciencia y letras. Obtenido de: https://books.google.es/books?id=Tq8_DgAAQBAJ&lpg=PA1&hl=es&pg=PA1#v=onepage&q&f=false

11. Anexos

Anexo 1. Fotografías del trabajo de campo.



Figura 3. Adecuación de instalaciones



Figura 4. Elaboración de dietas.



Figura 5. Llegada, pesaje y distribución de los pollos a un día de edad.



Figura 6. Suministro de aditivos ácido cítrico y *Saccharomyces cerevisiae*.



Figura 7. Toma y registro de datos.

Anexo 2. Certificación de traducción de resumen.



ALICIA M. SUING OCHOA

ABOGADA/PERITO TRADUCTOR/MEDIADORA

MAT: 11-2015-270

CALIFICACIÓN PERITO N° 1238594

Cel: 0992851539 correo: amsuing@gmail.com

Loja, 11 de abril del 2023

Yo, ALICIA MARGARITA SUING OCHOA, con cédula de identidad 1104506322, profesora de inglés con registro en la Senescyt 1008-11-1087914 y perito acreditado con número de calificación 1238594 certifico:

Haber traducido el resumen del Trabajo de Titulación denominado: **Evaluación del efecto del uso de *Saccharomyces cerevisiae* y ácido cítrico en parámetros digestivos de pollos de carne**, de la autoría del joven Stalin Alberto Yunga Coello, con cedula de identidad 1105255713, basada en mis conocimientos y dominio del Idioma Español e Inglés

Atentamente



Firmado electrónicamente por:

Lic. ALICIA MARGARITA SUING OCHOA