




Recibido: 01/04/2022 | Aceptado: 11/01/2023


## Comportamiento morfométrico del tracto gastrointestinal de pollos de engorde alimentados con harina de maíz en hidroponía (Original).


*Morphometric behavior of the gastrointestinal tract of broiler chickens fed with cornmeal in hydroponics (Original).*

José Luis Alcívar Cobeña. *Ingeniero Zootecnista. Doctor en ciencia Animal. Docente titular de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa. Ecuador.*

[[jose.alcivar@unesum.edu.ec](mailto:jose.alcivar@unesum.edu.ec)] 

Raquel Vera Velázquez. *Máster en Ciencias de la Educación. Profesor instructor de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Ecuador.* [[vera-raquel@unesum.edu.ec](mailto:vera-raquel@unesum.edu.ec)] 

Victores Ponce Jhon Jairo. *Ingeniero Agropecuario. egresado de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Ecuador.* [[jhonjairovictoresponce@gmail.com](mailto:jhonjairovictoresponce@gmail.com)] 

Alfredo Valverde Lucio. *Máster en ciencias. profesor titular de la Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa. Ecuador.* [[alfredo.valverde@unesum.edu.ec](mailto:alfredo.valverde@unesum.edu.ec)] 

### Resumen

El propósito de este estudio fue determinar la respuesta del tracto gastrointestinal (TGI) del pollo de engorde alimentado parcialmente con harina de forraje verde hidropónico de maíz, mediante la comparación del aumento en el peso y la longitud de los órganos que forman parte del TGI. Se determinó la respuesta digestiva del pollo de engorde mediante análisis de varianza aplicando el diseño experimental de bloques completos al azar; para la comparación de las medias se realizó la prueba de Tukey al 0,05% por medio del software estadístico Infostat y para la correlación de los datos obtenidos se usó la correlación de Pearson, tomando los datos del testigo comparándolos con T2, T3, T4; la muestra estuvo conformada por 48 pollos de engorde, hembras y machos de la línea Cobb 500, que fueron alimentados con cuatro tratamientos con niveles 0-10-15 y 20 % de harina de forraje verde hidropónico de maíz (doce pollos/ tratamiento), estos se les proporcionó parcialmente hasta el día 42. Se concluye que la harina de forraje verde hidropónico de maíz no tuvo alteraciones morfométricas en el TGI del pollo de



engorde, tanto en peso como longitud y se recomienda su utilización en porcentaje de 10, 15 y 20 %, ya que en estos porcentajes no afectan los órganos estudiados.

**Palabras clave:** respuesta digestiva, pollo de engorde, morfométricas, harina de forraje verde hidropónico de (*Zea mays*).

### **Abstract**

The purpose of this study was to determine the response of the gastrointestinal tract of broilers partially fed with hydroponic maize green forage meal, by comparing the increase in weight and length of organs that are part of the gastrointestinal tract. The digestive response of the broiler chicken was determined by analysis of variance applying the randomized complete block experimental design; For the comparison of the means, the Tukey test at 0.05% was carried out by means of the Infostat statistical software and for the correlation of the data obtained, the Pearson correlation was used, taking the data from the control, comparing them with T2, T3, T4. ; The sample consisted of 48 broiler chickens, females and males of the Cobb 500 line, which were fed with four treatments with levels 0-10-15 and 20% of green hydroponic corn forage meal (twelve chickens/treatment) these were partially provided until day 42. It is concluded that the green hydroponic corn forage meal had no morphometric alterations in the TGI of the broiler, both in weight and length and its use is recommended in percentages of 10, 15 and 20%, since these percentages do not affect the organs studied.

**Keywords:** digestive response, broiler chicken, morphometrics, hydroponic green forage meal from (*Zea mays*).

### **Introducción**

Aponte (2020), indica que la producción avícola es una de las más explotadas y se considera la segunda en el orden mundial de producción de carne. El departamento de agricultura de EE. UU., reconocido como la entidad responsable de las previsiones de



consumo mundial de carne, informa que la producción de este producto superará los 90 millones de toneladas en el 2018; en este ámbito se reconoce a los principales productores de carne de pollo de cada país como Estados Unidos, Brasil, India y Unión Europea.

Según los informes, existen alrededor de 1.819 fincas en Ecuador cuyos destinos son la producción avícola; en cierta medida, creó aproximadamente 32.000 puestos de trabajo. Directamente, generando US \$ 2.000 millones anuales, lo que representa el 16% del Producto Interno Bruto (PIB), 2% de agricultura y PIB mencionado por la directora Dra. Diana Espín y el director ejecutivo de la Compañía Nacional de Avicultores del Ecuador se establecieron como principales áreas productoras de carne: Guayas (22%), Pichincha (16%) y Santo Domingo (14%). (Aponte, 2020).

En Ecuador, la población rural depende, en gran medida, de la avicultura traspatio como fuente de proteínas de alto valor biológico, seguridad y soberanía alimentaria; tales actividades son sistemas tradicionales, incluida la producción de aves pequeñas y medianas, adaptándose a la zona y alimentos producidos por el agricultor y es así que los agricultores pueden obtener alimentos a nivel local, dentro o alrededor de sus hogares (Escobar, 2016).

En Jipijapa-Manabí-Ecuador, el entorno es apropiado para el manejo avícola y crianza de pollos de engorde, las personas que cumplen con el labor avícola en el cantón son 3: el Ing. Vicente Cedeño, el Dr. Huguin Orlando y el Ing. Nino Parrales Gutiérrez, quienes cuentan con la infraestructura, manejo y mano de obra adecuado para la crianza de aves y su respectiva comercialización, aunque los problemas de los avicultores es la asignación empírica de costos a sus productos, motivo por el cual su precio de venta únicamente depende de la competencia (Navas & Parrales, 2021).

Teniendo en cuenta la situación anterior, es necesario encontrar una nueva materia prima eficaz y económica, que apoye al crecimiento de los avicultores de la referida zona



como es el uso de harina de *Zea mays* en hidroponía para producir pollos de engorde a buen tiempo y con la calidad final que se merece el consumidor, poniendo énfasis en la parte económica, por ser un insumo de alimento convencional de menor costo y que se le pueda aportar esta harina de *Zea mays* en hidroponía al alimento del ave, sin causarle daño alguno.

El maíz es una gramínea de ciclo corto que se encuentra en todo el mundo, por su gran resistencia puede adaptarse a todas las regiones, puede utilizarse como alimento en harina para las aves y como existen diversas variedades en la región, se puede reducir costos para así obtener más ganancias en la producción.

El forraje verde hidropónico (FVH) del maíz convertido en harina puede ser un buen complemento nutricional que se le puede suministrar en las dietas de los pollos de engorde, es un alimento con innovación que tiene varias ventajas para el productor, ya que reduce los costos de producción, el tiempo de producción del alimento y se puede tener producción en época de sequía.

La investigación realizada tuvo como propósito utilizar nuevas técnicas en alimentación avícola, obtener bajos costos de inversión y tener una buena producción de carne, utilizando productos que estén al alcance, como es la harina de forraje de *Zea mays*, con el propósito de lograr una buena producción, competitividad en el mercado y técnicas de manejo de acuerdo con el confort y bienestar animal necesarios, para la producción de carnes en las aves.

Por lo anterior, se propone incluir la harina de forraje de *Zea mays* en la dieta de las aves, como un alimento alternativo, que permita alcanzar los requerimientos nutricionales sin comprometer la morfometría del tracto gastrointestinal (TGI), ni causar alteraciones en la mucosa y micro flora intestinal, para así obtener una buena conversión de carne y no perjudicar al ave en su crecimiento, ni provocar alteraciones morfométricas



del crecimiento y peso del TGI. Por esto es crucial estudiar el impacto que tiene la ingesta de alimentos no convencionales en la dieta de los pollos, de modo que estos expresen su máximo potencial genético y mejoren la funcionalidad de sus órganos.

La presente investigación se justifica, buscando maximizar la producción avícola en Jipijapa y la zona sur de Manabí, y por lo tanto lograr aplicar esta tecnología a niveles productivos más eficientes, para ello se utilizará como fuente alimenticia la harina de *Zea mays* en hidroponía, pero logrando determinar que el uso de esta tecnología no afecte el desarrollo normal del TGI.

Se propone generar una investigación con el uso de harina de forraje de *Zea mays* en hidroponía, que remplace en parte los elementos tradicionales de los balanceados pero que, a la vez, generen buena productividad, además de producir carne de calidad. De este modo los beneficiarios serían los avicultores porque pueden utilizar los hallazgos de esta investigación e incorporar el alimento no convencional a sus aves a bajos costo, sin que se afecten los órganos del TGI.

Por lo antes expuesto, la investigación tuvo como objetivo evaluar la morfometría del TGI en pollos de engorde, alimentados con harina de *Zea mays*, en hidroponía.

### **Materiales y métodos**

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el área de experimentación pecuaria, de la carrera Agropecuaria, Universidad Estatal del Sur de Manabí, la cual está ubicada en el kilómetro uno y medio, vía a Jipijapa Noboa, sitio Los Ángeles, con una duración de 6 semanas en fase experimental; se consideró realizarla entre los meses de octubre a diciembre del año 2020.

Materiales de campo: galpón, mallas metálicas, lona de yute, ventiladores, balanza, grameras, criadoras a gas, termómetro, gas, 48 pollos Cobb 500 (Machos y hembras), alambre, bebederos, comederos, vacunas (Gumboro y newclaste), complejo B,



electrolitos, vitaminas (Trolvit), desinfectantes (fulltrex), yodo, cuchillos, martillo, clavos, mesa, molino, fundas, cartón, agua, palas, escobas, tanques plásticos, focos, cables para conexión eléctrica, energía eléctrica, equipo quirúrgico, bisturí, tamo de arroz, sacos de yute y materiales de oficina.

Macro alimentos: maíz, soya, polvillo de arroz, aceite de palma, harina de forraje verde hidropónico de maíz.

Micro alimentos: bióforo, bicarbonato de calcio, núcleo.

Factor en estudio: respuesta del TGI de pollos de engorde alimentados con varios niveles de inclusión de harina de forraje verde hidropónico de maíz.

En este trabajo de investigación se manejaron diferentes niveles de inclusión de harina de (*Zea mays*) en hidroponía en el balanceado artesanal que se le facilitó al pollo de engorde.

Tratamiento 1 testigo: balanceado elaborado artesanalmente por el autor.

Tratamiento 2: se agregó el 20% de harina de forraje verde hidropónico de maíz en la preparación del balanceado.

Tratamiento 3: se agregó el 15% de harina de forraje verde hidropónico de maíz en la preparación del balanceado.

Tratamiento 4: se agregó el 10% de harina de forraje verde hidropónico de maíz en la preparación del balanceado.

Se utilizó el Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA), compuesto de 4 tratamientos, 6 repeticiones, con 2 unidades animales, para un total de 48 pollos de engorde. (Castro et al., 2021) y (Vera et al., 2022).

La metodología de este proyecto de investigación se generó cumpliendo con los objetivos que se crearon como inicio de la investigación.



Se utilizaron 48 pollos de engorde, hembras y machos de la línea Cobb 500, distribuidos en cuatro tratamientos con niveles de 0-20-15-10 % de HFVHM (doce pollos/ tratamiento), agregado en el alimento balanceado hasta el día cuarenta y dos. Se eligieron dos pollos por unidades experimentales, 2 horas después de su última alimentación, se procedió a pesar las aves antes y después de su sacrificio, se desplumaron y se procedió a cortar la parte abdominal, se extrajeron los órganos: tracto digestivo, proventrículo, buche, molleja, intestino delgado (duodeno, yeyuno, íleon) intestino grueso, ciegos y porción final colon, recto. Se tomaron los pesos del TGI llenos y vacíos al igual que la longitud; la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey al 0.05% de probabilidad, con el software estadístico Infostat, se valoraron con los datos obtenidos de la aplicación ADEVA y para la correlación de los datos obtenidos se usó la prueba de correlación de Pearson.

**Tabla 1**

| DELINEAMIENTO EXPERIMENTAL                         | Medidas            |
|--|--------------------|
| Unidades experimentales                            | 24                 |
| Número de bloques por tratamiento                  | 6                  |
| Número de tratamientos                             | 4                  |
| Números de pollos por tratamientos                 | 12                 |
| Número de pollos totales en la investigación       | 48                 |
| Número de pollos a evaluar por unidad experimental | 12                 |
| Área de unidad experimental                        | 2 m <sup>2</sup>   |
| Longitud de unidad experimental                    | 1m                 |
| Ancho de unidad experimental                       | 1m                 |
| Área total de la investigación                     | 200 m <sup>2</sup> |

**Características del experimento**

El análisis de la varianza es un conjunto de técnicas estadísticas que permiten analizar cómo operan diversos factores, estudiados simultáneamente en un diseño factorial, sobre una variable respuesta. Se plantea el diseño completamente al azar.



Tabla 2.

| Fuente de variación | Tratamientos       | Grados de libertad |
|---------------------|--------------------|--------------------|
| Tratamientos        | <b>t-1</b>         | <b>3</b>           |
| Bloques             | <b>b-1</b>         | <b>5</b>           |
| Error experimental  | <b>(b-1) (t-1)</b> | <b>15</b>          |
| Total               | <b>bt-1</b>        | <b>23</b>          |

Esquema de análisis de varianza.

Con el análisis de varianza empleando el diseño experimental bloques completos al azar, se comprobó la respuesta digestiva del pollo, usando el siguiente modelo aditivo lineal.

$$Y_{ij} = \mu m + \beta i + \tau j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

I= 1,2, r

R= 1,2, t

$$E(\varepsilon_{ij})=0, E(\varepsilon_i^2) = \sigma^2, E(\varepsilon_{ij} \varepsilon_{i'j'}) = 0$$

Donde:

$Y_{ijk}$  = Características del experimento

$\beta_i$  = Efecto del

bloque i  $\tau_j$  = Efecto

del tratamiento  $\mu$  =

Media general.

$\varepsilon_{ij}$  = Error experimental

Para comparar las medias se realizó la prueba de Tukey al 0.05% de probabilidad,

mediante el software estadístico Infostat, se valoraron con los datos obtenidos de la aplicación ADEVA y para la correlación de los datos obtenidos se usó la prueba de correlación de Pearson. (Vera et al., 2021).

Con la siguiente formula se obtiene el coeficiente de variación:

$$C. V. \% = \frac{\sqrt{CME}}{x} \times 100$$

Primero se comenzó con la toma de peso del TGI completo, después se procedió a separar los órganos que lo comprenden y para la toma de peso de los órganos llenos y vacíos se la realizó con una balanza digital con medidas de gramos y kilogramos.

Peso total del tracto digestivo (gr)

Peso del intestino delgado (gr)





Peso del intestino grueso (gr)

Peso del proventrículo (gr)

Peso del buche (gr)

Peso de la molleja (gr)

Peso de los ciegos (gr)

- Ciego izquierdo (gr)
- Ciego derecho (gr)

Después se comenzó a tomar las medidas del TGI, se procedió a separar los órganos para poderlos medir con una cinta métrica de 100 cm.

Longitud del intestino

delgado (cm) Longitud del

intestino grueso (cm) Longitud de

los ciegos (cm)

- Ciego izquierdo (cm)
- Ciego derecho (cm)

La correlación de las variables morfométricas del tracto gastrointestinal se realizó con los datos de la tabla de los pollos a partir de su tratamiento, se pasaron esos datos en Excel, y después al Infostat, para usar la correlación de Pearson y con las medias obtenidas de los datos estadísticos, se pudo determinar si los datos presentaron variables morfométricas en el TGI, con los niveles de inclusión a la del testigo que no se le proporcionó ningún porcentaje de harina de forraje verde hidropónico de maíz.

Esta investigación se realizó para obtener información sobre la conducta fisiológica de los órganos del TGI de 48 pollos de engorde de la línea Cobb 500, entre ellos machos y hembras que fueron alimentados parcialmente con harina de forraje verde hidropónico de maíz hasta los 42 días en su alimentación.



En horas de la mañana en la Universidad Estatal del Sur de Manabí, en la semana número seis, exactamente el día cuarenta y dos, dos horas antes de faenar los pollos para estudiar la morfometría del TGI, se apartaron los comederos para que los pollos no ingieran alimento, ya que estos órganos tienen que estar libre de alimento para su estudio.

Se necesitaron doce pollos por cada tratamiento, es decir, de sus seis bloques se tomaron dos pollos por cada unidad experimental y, en total, el número de pollos usados para el estudio fueron cuarenta y ocho que se encontraban en los cuatro tratamientos.

Se comenzó escogiendo dos pollos de cada bloque, se procedió a pesarlos hasta llegar a los doce por cada tratamiento del T1 (Testigo) y después, hasta completar los cuarenta y ocho pollos; al momento del sacrificio se utilizó la técnica del corte en la yugular y se procedió a hacer el desangrado del ave. Ya desangrado el pollo, se hizo la extracción de las plumas, esto consiste en sumergir el pollo en agua con alta temperatura y después retirar las plumas; el siguiente paso fue que se abrió la cavidad abdominal para la extracción de los órganos del TGI, en esta parte de extracción de los órganos se usaron varios equipos quirúrgicos necesarios en esta investigación.

Extraídos todos los órganos de TGI, con una balanza digital se tomó el peso total del tracto digestivo, peso del intestino delgado, peso del intestino grueso, peso de los ciegos, peso del proventrículo, y se comenzó a extraer los residuos de dichos órganos para tomar sus pesos vacíos y después se dio paso a medir en centímetro los órganos del tracto digestivo con una cinta métrica, se procedió a medir el intestino delgado, el intestino grueso, los sacos ciegos.

El procedimiento anterior se realizó para correlacionar las variables morfométricas del tracto gastrointestinal (TGI) de pollos de engorde alimentados con harina de maíz, en hidroponía. Consistió en anotar en una tabla los datos del TGI y pasar esos datos en Excel, para llevar los datos al Infostat, usar la correlación de Pearson y concluir con el análisis



estadístico para así correlacionar las variables de longitud y de peso que estas nos daban, guiándonos con las medias del T1 (testigo) que no se le aportó ningún porcentaje de harina de forraje verde hidropónico de maíz como a los otros tratamientos para poder ver si causa alguna alteración morfológica en el TGI.

### Análisis y discusión de los resultados

Para el análisis estadístico de los datos adquiridos se aplicó la prueba de distribución de normalidad: Shapiro-Wilks, en la que se establece:

Ho: la variable en la población tiene distribución normal.

H1: la variable en la población es distinta a la distribución normal.

Tabla 3.

| Variable       | VARI<br>MERO | NÚ<br>MEDIA | M<br>E | W     | P( Unilateral)<br>D |
|----------------|--------------|-------------|--------|-------|---------------------|
| Peso vivo (Kg) | 24           | 3,17        | 142    | 71,38 | ,90 0470            |
| TGI Lleno      | 24           | 54,92       | 1      | 3,30  | ,92 ,1982           |
| TG I. Vacío    | 24           | 23,17       | 1      | 5,46  | ,92 ,1845           |
| PR O. Lleno    | 4            | 2,67        | 2      | ,23   | ,92 ,2062           |
| PR O. Vacío    | 4            | 7,25        | 2      | ,82   | ,93 ,2761           |
| M O. Lleno     | 4            | 7,83        | 2      | 5     | ,94 ,4386           |
| M O. Vacío     | 4            | 7,21        | 2      | 5     | ,94 ,3387           |
| I.D. lleno     | 4            | 7,92        | 2      | 2     | ,94 ,4163           |
| I.D. Vacío     | 4            | 2,33        | 2      | 2     | ,96 ,7800           |
| C.D. lleno     | 4            | ,38         | 2      | 9     | ,92 ,1842           |
| C.D. Vacío     | 4            | ,42         | 2      | 6     | ,92 ,2062           |
| C.I. lleno     | 4            | ,29         | 2      | 9     | ,94 ,4063           |
| C.I. Vacío     | 4            | ,38         | 2      | 6     | ,92 ,2010           |
| I.G. lleno     | 4            | 8,08        | 2      | 1     | ,91 ,1040           |
| I.G. Vacío     | 4            | 3,04        | 2      | 1     | ,96 ,7868           |
| Variable       | N            | Media       | .E.    | W.    | P (Unilat           |



|                          |   |   |   |       |      |          |          |
|--------------------------|---|---|---|-------|------|----------|----------|
|                          |   |   |   |       |      | eral D.) |          |
| <b>Intesti no D.(cm)</b> | 4 | 2 | 1 | 22,21 | 8,77 | ,97      | (,8343 0 |
| <b>Ciego D. (cm)</b>     | 4 | 2 | 1 | 2,52  | ,68  | ,95      | (,5774 0 |
| <b>Ciego I. (cm)</b>     | 4 | 2 | 1 | 1,96  | ,14  | ,94      | (,4581 0 |
| <b>Intesti no G.(cm)</b> | 4 | 2 | 1 | 2,17  | 1    | ,94      | (,4064 0 |

**Resultados de las pruebas de normalidad peso.**

En los resultados estadísticos se obtuvo que los datos presentan una distribución normal, dado que el grado de significancia de probabilidad es mayor que 0.05, por lo que se acepta la hipótesis nula.

Comparar las diferencias entre tratamientos del peso del TGI llenos y vacíos en los pollos de engorde alimentados parcialmente con harina de forraje verde hidropónico de maíz.

**Tabla 4.**

|                   | M                  | T                       | T2                         | T                          | T        | E    | VALOR |
|-------------------|--------------------|-------------------------|----------------------------|----------------------------|----------|------|-------|
| <b>edias (gr)</b> | <b>1 (Testigo)</b> | <b>(20% H.F.V.H.M.)</b> | <b>3 (15% H.F.V.H .M.)</b> | <b>4 (10% H.F.V.H .M.)</b> |          |      |       |
| <b>Peso vivo</b>  | P 433,50           | 1                       | 1 360,67                   | 1 565,17                   | 1 333,33 | 3,38 | ,0748 |
| <b>GI. lleno</b>  | T 44,33            | 1                       | 1 48,50                    | 1 76,67                    | 1 50,17  | ,46  | ,0538 |
| <b>GI. vacío</b>  | T 23,50            | 1                       | 1 23,00                    | 1 29,33                    | 1 16,83  | ,47  | ,6085 |
| <b>ro. Lleno</b>  | P 4,17             | 3                       | 3 1,50                     | 3 4,33                     | 3 0,67   | ,63  | ,6865 |
| <b>ro. Vacío</b>  | P 0,50             | 3                       | 2 8,00                     | 2 6,33                     | 2 4,17   | ,33  | ,2951 |
| <b>o. Lleno</b>   | M 7,50             | 5                       | 5 7,17                     | 6 2,33                     | 5 4,33   | ,24  | ,6138 |
| <b>o. Vacío</b>   | M 1,50             | 5                       | 4 8,00                     | 4 5,67                     | 4 3,67   | ,50  | ,4472 |
| <b>.D. lleno</b>  | I 5,17             | 2                       | 2 3,50                     | 3 2,17                     | 3 0,83   | ,76  | ,0051 |
| <b>.D. vacío</b>  | I 0,67             | 2                       | 2 0,17                     | 2 5,00                     | 2 3,50   | ,76  | ,1959 |
| <b>.D. lleno</b>  | C ,00              | 9                       | 9 ,17                      | 1 2,00                     | 7 ,33    | ,79  | ,0042 |
| <b>.D. vacío</b>  | C ,83              | 5                       | 7 ,17                      | 8 ,00                      | 4 ,67    | ,80  | ,0391 |



|                  |   |      |      |      |      |     |        |
|------------------|---|------|------|------|------|-----|--------|
| <b>.I. lleno</b> | C | 8    | 9    | 1    | 8    |     |        |
|                  |   | ,50  | ,83  | 0,50 | ,33  | ,11 | ,4602  |
| <b>.I. vacío</b> | C | 5    | 7    | 7    | 5    |     |        |
|                  |   | ,17  | ,17  | ,33  | ,83  | ,98 | ,3574  |
| <b>.G. lleno</b> | I | 1    | 1    | 2    | 1    |     |        |
|                  |   | 1,00 | 7,33 | 5,33 | 8,67 | ,58 | 0,0001 |
| <b>.G. vacío</b> | I | 7    | 1    | 1    | 1    |     |        |
|                  |   | ,67  | 2,50 | 7,00 | 5,00 | ,31 | ,0004  |

Resultados del peso del TGI en los tratamientos (T1 al 0%, T2 al 20%, T3 al 15%, T4 al 10%)

con harina de forraje verde hidropónico de maíz

En la tabla 4 se puede observar que en las medias del peso vivo el tratamiento T3 tuvo un aumento de peso al del testigo T1 y que el T4 tuvo el menor peso de todos los tratamientos, aunque en el TGI lleno y vacío, en el tratamiento T3 también se nota un peso considerable que pasa al testigo T1, en el proventrículo lleno y vacío, en la molleja llena y vacía, en el intestino delgado lleno y vacío, en el ciego derecho e izquierdo lleno y vacío, se puede notar que no existe gran diferencia en pesos dado por sus medias, y en el intestino grueso lleno y vacío si existe un aumento de peso considerable al del testigo.

Se puede concluir que en el tratamiento T3 la media es más elevada que en el tratamiento T1, T2 y que en el tratamiento T4, la media es más baja que en los otros tratamientos, revelándose que sí hay una diferencia significativa en pesos en relación con el testigo (T1).

Se evidencia que en el tratamiento T1, T2 y T4 no representan gran valor en diferencia de medias del TGI lleno, existiendo una desigualdad mínima a diferencia del tratamiento T3 que representa la media más elevada. A diferencia del TGI vacío del tratamiento T4 que se obtuvo la media mínima, siguiéndole el T2, para que el T1 lo supera con un mínimo en la media obtenida, en tanto que el T3 tiene gran significancia en su media.

Se distingue que el tratamiento T3 tiene un peso alto, siguiéndole el T1 (testigo), T2 y el T4 que tiene el peso mínimo de las medias de los proventrículos llenos pesados. En cambio, en los pesos de los proventrículos vacíos, el (testigo) T1 tiene el peso más alto,



siguiéndoles el T2, T3 y el T4, con el peso mínimo de los tratamientos.

Se observa, además, que la media del tratamiento T3 tiene el valor más alto; el T1 y T2 no tienen grandes diferencias en sus medias y, por lo tanto, el T4 representa la media más baja de los tratamientos de las mollejas llenas. A diferencia de las medias de mollejas vacías en que el T1 lidera las medias, siguiéndole el T2, T3, T4.

Se puede apreciar que el T3 y T4 son los que lideran en pesos de intestino delgado lleno, siguiéndoles el T1 y T2 con pesos mínimos considerables en sus medias. Al igual se puede ver que los pesos tomados del intestino delgado vacío siguen liderando el T3 y T4 y que el T1 y T2 siguen siendo los más bajos en las medias obtenidas.

Se observa que el tratamiento T3 tiene el peso más alto de intestino grueso lleno y que le siguen el T4, T2 y que el testigo tiene un valor bajo de su peso en gramos. Igualmente, se aprecia que el intestino grueso vacío del T3 lidera con su peso de media y que le sigue el T4, T2 y T1 que ascienden su peso en gramos.

Se puede distinguir que la media más alta del ciego derecho lleno y vacío es el tratamiento T3 que se aportó con un 15% de harina de forraje verde hidropónico de maíz, siguiéndole los tratamiento T2, T1 y con la media menor con peso mínimo tanto lleno como vacío es el T4 que fue dado con un nivel de inclusión al 10% de harina de forraje verde hidropónico de maíz, que tuvo un peso inferior que el del testigo (T1).

Se visualiza que el ciego izquierdo lleno tiene un peso más alto en el tratamiento T3 que el testigo T1, dado que en el tratamiento T4 se obtuvo el menor peso del ciego izquierdo lleno, aportándole el 10% de harina de forraje verde hidropónico de maíz, siendo este donde se le dio un nivel más alto de inclusión. A diferencia del lleno, el vacío viene liderando el peso más alto en el tratamiento T2, con una diferencia de peso con el testigo T1, siguiéndole el paso el T4 y T2, siendo en T1 el más bajo.

La valoración de la longitud del TGI de los pollos de engorde alimentados



parcialmente con harina de forraje verde hidropónico de maíz se refleja en la tabla 5

**Tabla 5.**

| Medias    | M      | T      | T2     | T3     | T4  | EF   | P    |
|-----------|--------|--------|--------|--------|-----|------|------|
|           | 1      | (20%)  | (15%)  | (10%)  |     |      |      |
|           | c      | T      | H.F    | H.F    | H.F |      | V    |
|           | estigo | .V.H.M | .V.H.M | .V.H.M |     | ALOR |      |
| Intestino | Int    | 1      | 121    | 125    | 125 | 8    | 0,   |
|           |        | 16,83  | ,17    | ,50    | ,33 | ,06  | 8538 |
| Ciego     | Ci     | 1      | 12,    | 11,    | 11, | 0    | 0,   |
|           |        | 4,75   | 83     | 13     | 17  | ,98  | 0621 |
| Ciego     | Ci     | 1      | 13,    | 11,    | 10, | 0    | 0,   |
|           |        | 2,83   | 00     | 33     | 67  | ,83  | 1610 |
| Ciego     | Iz     |        |        |        |     |      |      |
|           |        |        |        |        |     |      |      |
| Intestino | Int    | 1      | 11,    | 9,5    | 13, | 0    | 0,   |
|           |        | 4,83   | 17     | 0      | 17  | ,77  | 0006 |

**Resultados de las longitudes del TGI obtenidos de los diferentes tratamientos (T1 al 0%, T2 al**

**20%, T3 al 15%, T4 al 10%) con harina de forraje verde hidropónico de maíz.**

En la tabla anterior se puede apreciar que en el intestino delgado se presenta un ligero aumento longitudinal de los diferentes tratamientos T2, T3, T4 y que en el intestino grueso presenta una medida baja con respecto a la del testigo (T1), aunque en el ciego derecho y ciego izquierdo no se presenta gran diferencia en el consumo de forraje verde hidropónico de maíz. Ahora se presentarán los diferentes gráficos obtenidos mediante las pruebas estadísticas de tukey al 0.05%.

Se puede observar que el intestino delgado en el tratamiento T3 tiene una longitud mayor que en el del testigo T1 ya que este fue dado con un nivel de inclusión del 15% de harina de forraje verde hidropónico de maíz y se nota un considerable aumento longitudinal, de ahí le sigue el paso el T4 y el T2, siendo el T1 el más bajo en medida; sabiendo esto se concluye que sí hubo un aumento longitudinal en los tratamientos con diferentes tipos de inclusión. Aunque en el intestino grueso se ve que es lo contrario ya que el testigo (T1) tiene la media más alta siguiéndole el T4, T2 y con la menor medida el T3, acotando lo ya dicho, sí hubo un cambio longitudinal menor al del (testigo) T1.

Se puede evaluar que el (testigo) T1 lidera con la longitud más alta en sus medias, entonces se refleja que sí hubo una reducción longitudinal en el ciego derecho del



tratamiento T2, T3, T4. Y en el ciego izquierdo en tratamiento T2, se evidencia que el 20% de nivel de inclusión aumentó la longitud que supera al testigo T1 por poca diferencia; de ahí le sigue el T3 y T4, siendo este último el que no tuvo una longitud apropiada que se asemejara al testigo T1, por lo que se afirma que el 10% de nivel de inclusión afectó el crecimiento del ciego izquierdo.

Los resultados obtenidos a partir del análisis estadístico revelaron que no hubo diferencia significativa en el peso ni longitud del (TGI) entre los pollos alimentados con balanceado artesanal, que fue el testigo (T1) y el grupo alimentado con los diferentes niveles de inclusión de harina de forraje verde hidropónico de maíz, que fueron el (T2) con el 20%,(T3) con el 15% y (T4) con el 10%.

Los datos obtenidos en esta investigación han permitido realizar comparaciones con otras investigaciones similares. Pablo (2020), realizó un estudio donde probaba los niveles de frejol en la dieta de engorde, él concluye que con los 4 tratamiento que realizó 0; 18; 20 y 22%, obtuvo que en pollos de engorde, el 18% de la mezcla balanceada a base de *V. unguiculatay Musasp*, se puede usar como un alimento alternativo nutricional para la avicultura de tras patio o familiar.

En otra investigación similar, Cócáro (2020), evaluó la posibilidad de incorporación de la harina de chía en la alimentación de los pollos y pudo evidenciar que por la presencia de factores netamente químicos como el hidroxitirosol adicionado a la dieta en la dosis de 7 mg/kgPV/d, podría ser utilizado de manera segura en la producción de pollos ya que no presentaron diferencias en peso y longitud en los órganos evaluados. Tomando en cuenta las tres investigaciones expuestas y comparando con esta investigación, se puede notar que según el uso de los niveles de inclusión se pueden ver afectados morfo métricamente los órganos del TGI.





En otras investigaciones como la de Zambrano (2021), quien realizó alimento utilizando pasta de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*), se notó que sus datos no tenían variables significativas y no se presentaron diferencias en los órganos del TGI. Por otro lado, en esta investigación, el proventrículo lleno en el tratamiento T3 tiene un peso de 34,33, siguiéndole el T1 (testigo) con 34,17, T2 con 31,50 y el T4 con 30,67 que tiene el peso mínimo de las medias de los proventrículos llenos pesados, valores en los cuales no representaron gran significancia en sus medias, se da a conocer que en esos niveles de inclusión no hubo afectación en el proventrículo.

Asimismo, con la utilización de 20, 15, 10% de harina de forraje verde hidropónico del maíz (HFVHM) la media del tratamiento T3 tiene el valor más alto con 62,33, tanto así que el testigo T1 está por debajo de esta cifra con 57,50 y que con el T2 no tienen grandes diferencias en sus medias con 57,17; por lo tanto, en el T4 con 54,33 que representa la media más baja de los tratamientos de las mollejas llenas, no se mostraron diferencias significativas en las medias; ningún porcentaje de harina de forraje verde hidropónico de maíz hizo o cambió el desarrollo normal de las mollejas evaluadas, por lo que se recomienda dar como alimento para aves. Para esto León (2019), indica que la utilización de 0, 10, 20 y 30 % de torta Sacha inchi en la alimentación de pollos broilers, no provoca diferencias morfológicas en la molleja, y especifica que la torta Sacha inchi sirve como una alternativa de alimento proteico para aves de engorde.

En el intestino delgado se registraron pesos de, 25,17, 23,50, 32,17, 30,83, no se presentaron diferencias significativas y en el tratamiento T3 que tiene el 15% de harina de forraje verde hidropónico de maíz existe una media más elevada que en el testigo. Asimismo, en el intestino grueso se registran datos de consideración: el tratamiento T3 presentó medias más elevadas con datos de 11, 17,33, 25,33, 18,67. Aunque en la investigación de Zambrano (2021), realizada con el objetivo de determinar el



comportamiento digestivo del TGI (tracto gastrointestinal) en pollos de engorde alimentados con pasta de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*), con los porcentajes por cada tratamiento de, T1-0%, T2-15%, T3- 25%, T4-35%, en el intestino delgado dio resultados de 87,52, 97,17, 89,58, 83,52, evidenciando que el T2, con el 15% de pasta de sachá inchi fue la media más elevada, pasando al testigo. En estas dos investigaciones se puede apreciar que los niveles de inclusión tanto de harina de forraje verde hidropónico de maíz y de pasta de sachá inchi no afectan los intestinos.

En esta investigación, al momento de obtener los datos del ciego derecho, se revelaron medias de, 9, 9,17, 12, 7,33 que no tuvieron variables significativas, al igual que en el ciego derecho de las aves evaluadas, las cuales no representaron pesos distantes al del testigo con datos obtenidos de, 8,5 9,83, 10,5, 8,33, que no alteraron morfológicamente los sacos ciegos evaluados.

No obstante, los datos obtenidos en esta investigación expresan que así como en el peso de los órganos del TGI no existen variables significativas, lo mismo pasa con las longitudes de los órganos tomados en cuenta como el caso del intestino delgado que presentan medias de 116,83, 121,17, 125,5 125,33, y el intestino grueso de 14,83, 11,17, 9,5, 13,17. De la misma forma, se concluye con los sacos ciegos derechos 14,75, 12,83, 11, 33, 11,17 y los ciegos izquierdos con datos de 12,83, 12,83, 11,33, 10,67; de acuerdo con lo expresa Zambrano (2021), acotando que la pasta de Sacha inchi se ha caracterizado por bajo contenido de fibra y esta puede ser la razón por la que no se presente crecimiento en el ciego de los pollos.

En esta investigación no se presentó variabilidad en la morfometría de los órganos del TGI en los pollos de engorde, aunque hay estudios en los que se han presentado crecimiento de estos órganos, como en el desarrollado por Alshamy et al. ( 2018), en el cual concluyó que las modificaciones histológicas intestinales están relacionadas



principalmente con la disponibilidad y la naturaleza de los nutrientes dentro del intestino de los pollos, por ejemplo: las vellosidades pequeñas pueden experimentar un agrandamiento compensatorio debido a que el intestino tiene niveles elevados de nutrientes durante un período de dos a cinco días, acotando que en varios estudios, el aumento en la longitud del intestino delgado resulta en una mayor capacidad de absorción de nutrientes.

### **Conclusiones**

1. Se evaluó la morfometría del TGI en pollos de engorde, alimentados con harina de forraje verde hidropónico de maíz, lo que resultó que el peso del T3 tuvo medias más altas que las del T1 y el T4 obtuvo medias menores a las del T1(testigo), T2 y T3; en cambio en las medias de longitud en el intestino delgado, el testigo tuvo la media más baja y en el intestino grueso, lideró las medias con un 14,83; en los ciegos no se obtuvieron medias significativas.

2. Como resultados se obtuvo al comparar al testigo con cada uno de los tratamientos, tanto en el peso como en la longitud del TGI de pollos alimentados con harina de forraje verde de maíz en hidroponía, resultó que el ciego derecho vacío del T1-T3 no tenía correlación alguna y que el intestino delgado lleno presentó la correlación más baja con 0,01, en cambio, en los resultados de correlación de longitud el ciego derecho del tratamiento T1-T3 no presentó similitud alguna.



## Referencias bibliográficas

Alshamy et al. (2018). Comparison of the gastrointestinal tract of a dual-purpose to a broiler chicken line: A qualitative and quantitative macroscopic and microscopic study. *PLoS One*. 13(10), 365-374.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6195275/>

Aponte, R. D. (2020). *Diferencias de los requerimientos nutricionales entre distintas líneas de pollos de engorde que se comercializan en Ecuador*. Machala: Machala: Universidad Técnica de Machala.

Castro et al. (2021). Evaluación de fungicidas para el control de La Roya del Cafeto (*Hemileia vastatrix* Berk. & Broome) en las condiciones edafoclimáticas del sur de Manabí. *Revista Roca*, 17(3), 387-405.

<https://revistas.udg.co.cu/index.php/roca/article/view/2635>

Cóccaro, D. R. (2020). *Evaluación del peso y tamaño de órganos en pollos parrilleros adicionando a la dieta harina de chíá (*Salvia hispánica L.*) e hidroxitirosol*". Bahía Blanca: Universidad Nacional del Sur Departamento de Agronomía.

Escobar, J. J. (2016). *Evaluación Productiva de Gallinas de Campo de la Región Sierra del Ecuador*. RIOBAMBA: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

León, P. J. (2019). *Respuesta fisiológica a nivel digestivo de los pollos de engorde alimentados con torta de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*)*. Jipijapa-Manabí- Ecuador: UNESUM.

Navas, B. W., & Parrales, F. N. (2021). *Análisis de gestión de costos y su incidencia rentabilidad avícola Bryan del cantón Jipijapa en el 2020*. Portoviejo: Universidad San Gregorio.



Pablo, U. V. (2020). Inclusión de *Vigna unguiculata* y musaspp para alimentación alternativa en pollos de engorde. *Agronomía Costarricense* 44(2): 189-199., <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v44n2/0377-9424-ac-44-02-189.pdf>

Vera et al. (2021). Efecto del uso de cuatro tipos de sustratos para la producción de plántulas de papaya (*Carica papaya* L.) en condiciones de vivero. *Revista Roca*, 17(4), 388-407.

<https://revistas.udg.co.cu/index.php/roca/article/view/2778>

Vera et al. (2022). Evaluación de tres métodos de injertación en cacao en el Cantón Jipijapa Provincia de Manabí. *Revista Roca*, 18(3), 27-45. Cuba.

<https://revistas.udg.co.cu/index.php/roca/article/view/3394>

Zambrano, S. E. (2021). Comportamiento fisiológico del tracto gastrointestinal en pollos de engorde alimentados con pasta de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*). Jipijapa - Manabí - Ecuador: Repositorio Digital UNESUM Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura.

<http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2735>

