



**UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA ZOOTECNIA**

**Orégano en la dieta de pollos de carne y su acción sobre el peso de
órganos a los 42 días de edad**

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista

AUTOR

Bach. Carhuajulca Altamirano, Edwin

ASESORES

Ing. Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, Dr.

Ing. Del Carpio Hernández, Sergio Rafael Bernardo, M. Sc.

Lambayeque - Perú

14/07/2021

Orégano en la dieta de pollos de carne y su acción sobre el peso de órganos a los 42 días de edad

TESIS

Presentada como requisito para optar el título profesional de Ingeniero Zootecnista

AUTOR

Bach. Carhuajulca Altamirano, Edwin

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado

Ing. Guerrero Delgado, Rafael Antonio, M. Sc. -----
Presidente

Ing. Flores Paiva, Alejandro, M. Sc. -----
Secretario

Ing. Corrales Rodríguez, Napoleón, Dr. C. -----
Vocal

Ing. Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, Dr. C. -----
Asesor

Ing. Del Carpio Hernández, Sergio R. B., M. Sc. -----
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA



ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL

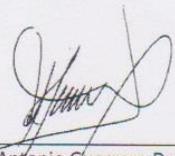
N° 007- 2021/FIZ

Siendo las 3:00 pm. del día miércoles 14 de julio de 2021, de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución N° 095-2021-VIRTUAL-FIZ/D, de fecha 8 de julio de 2021, que autoriza la sustentación virtual de la tesis "OREGANO EN LA DIETA DE POLLOS DE CARNE Y SU ACCION SOBRE EL PESO DE ORGANOS A LOS 42 DIAS DE EDAD", por el Bachiller EDWIN CARHUAJULCA ALTAMIRANO, se reunieron vía plataforma virtual: <https://meet.google.com/qqs-nhig-xqz>, los miembros de jurado designados por Resolución N° 003-2020-VIRTUAL-FIZ/D, de fecha 13 de agosto de 2020: Ing. Rafael Antonio Guerrero Delgado, M.Sc. (Presidente); Ing. Alejandro Flores Paiva (Secretario); Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. (Vocal); Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr. (Patrocinador) e Ing. Sergio Rafael B. Del Carpio Hernández, M.Sc. (Patrocinador), para evaluar y dictaminar sobre el proyecto de tesis antes citado, el cual fue aprobado con Resolución N° 084-2021-VIRTUAL-FIZ/D, de fecha 24 de junio de 2021.

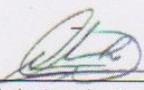
Concluida la sustentación de la tesis por parte del sustentante, absueltas las preguntas realizadas por los miembros del jurado, así como las aclaraciones del señor patrocinador, los miembros del Jurado se reunieron vía plataforma virtual: <https://meet.google.com/ghq-tmko-idt?authuser=0>, para deliberar y calificar la sustentación de la tesis: "OREGANO EN LA DIETA DE POLLOS DE CARNE Y SU ACCION SOBRE EL PESO DE ORGANOS A LOS 42 DIAS DE EDAD" a cargo del Bachiller EDWIN CARHUAJULCA ALTAMIRANO; habiendo acordado APROBAR el trabajo de tesis con la nota en escala vigesimal de DIECIOCHO equivalente al calificativo de MUY BUENO; recomendando incluir en la redacción del informe final las sugerencias dadas durante la sustentación.

Por lo tanto, el Bachiller en Ingeniería Zootecnia EDWIN CARHUAJULCA ALTAMIRANO, se encuentra APTO para recibir el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista de acuerdo a la ley Universitaria N° 30220 y normatividad vigente de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y de la Facultad de Ingeniería Zootecnia.

Siendo las 4.20 p.m. se dio por concluido el presente acto académico firmando en señal de conformidad los miembros de jurado.


Ing. Rafael Antonio Guerrero Delgado, M.Sc.
Presidente

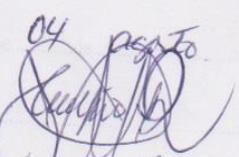

Ing. Alejandro Flores Paiva
Secretario


Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.
Vocal


Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.
Asesor


Ing. Sergio Rafael B. Del Carpio Hernández, M.Sc.
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"
FACULTAD DE INGENIERIA ZOOTECNIA
La presente es copia del original que me consta en caso necesario

04 agosto 21

Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.
Decano (e)

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Carhuajulca Altamirano, Edwin, investigador principal; Del Carpio Ramos, Pedro Antonio y Del Carpio Hernández, Sergio Rafael Bernardo, asesores, del trabajo de investigación **Orégano en la dieta de pollos de carne y su acción sobre el peso de órganos a los 42 días de edad**, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso de que se demuestre lo contrario, asumimos responsablemente la anulación de este informe y, por ende, el proceso administrativo a que hubiera lugar, que puede conducir a la anulación del grado o título emitido como consecuencia de este informe.

Lambayeque, julio de 2021.

Carhuajulca Altamirano, Edwin

Del Carpio Ramos, Pedro Antonio

Del Carpio Hernández, Sergio Rafael Bernardo

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mi familia, por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria y de mi vida.

A todas las personas especiales que me acompañaron en esta etapa, aportando a mi formación como profesional y como ser humano.

AGRADECIMIENTO

De manera especial a mis tutores de tesis, Ing. Sergio R. B. Del Carpio Hernández, M. Sc., e Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr., por haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de investigación, sino a lo largo de mi carrera universitaria y haberme brindado el apoyo para desarrollarme profesionalmente y seguir cultivando mis valores.

A la Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”, por haberme brindado tantas oportunidades y enriquecerme en conocimiento.

Orégano en la dieta de pollos de carne y su acción sobre el peso de órganos a los 42 días de edad

Resumen

Los productos de acción fitobiótica pueden ejercer efecto sobre el tamaño de diferentes órganos reflejando cambios en la inmunocompetencia del pollo de carne, entre los productos que más se está estudiando se encuentra el orégano (*Origanum vulgare*), cuyo contenido de principios, conocidos generalmente como aceites esenciales, entre los que predomina el carvacrol y el timol, han permitido lograr eficiente rendimiento en reemplazo de los antibióticos promotores del crecimiento; sin embargo, aún es necesario realizar mayor investigación relacionada sobre su capacidad protectora en contra de las bacterias patógenas. En función del empleo o no de orégano en polvo en el alimento, se implementaron cuatro grupos experimentales (G1, testigo negativo; G2, testigo positivo (APC); G3, 0.05% de orégano; G4, 0.1% de orégano) para evaluar el efecto sobre el peso y peso relativo de carcasa, peso y peso relativo (en base al peso de carcasa) de hígado, páncreas, intestinos y bursa de Fabricio. Los resultados indicaron efecto ($P < 0.01$) positivo sobre el peso relativo de carcasa; se afectó el peso real y relativo del hígado (más pequeño con orégano), con 0.1% de orégano se encontró más peso real y relativo del páncreas, con orégano se determinó menor peso ($P < 0.05$) relativo de intestinos y similarmente con la bursa de Fabricio. Se asumió que con orégano los órganos se comportan en concordancia con mayor eficiencia en el rendimiento e inmunocompetencia.

Palabras clave: Orégano; Peso de órganos; Fitobiótico; Inmunocompetencia.

Oregano in the diet of broilers and its action on organ weight at 42 days of age

Abstract

Products with phytobiotic action can exert an effect on the size of different organs reflecting changes in the immunocompetence of chicken meat, among the products that are being studied the most is oregano (*Origanum vulgare*), whose content of principles, generally known as essential oils, among which carvacrol and thymol predominate, they have made it possible to achieve efficient performance in replacement of growth-promoting antibiotics; however, further related research is still needed on its protective capacity against pathogenic bacteria. Depending on the use or not of powdered oregano in the food, four experimental groups were implemented (G1, negative control; G2, positive control (GPA); G3, 0.05% oregano; G4, 0.1% oregano) to evaluate the effect on carcass weight and relative weight, weight and relative weight (based on carcass weight) of liver, pancreas, intestines and Fabricio's bursa. The results indicated a positive effect ($P < 0.01$) on carcass relative weight; The real and relative weight of the liver was affected (smaller with oregano), with 0.1% of oregano more real and relative weight of the pancreas was found, with oregano a lower relative weight ($P < 0.05$) of intestines was determined and similarly with the Fabricio's bursa. It was assumed that with oregano the organs behave in concordance with greater efficiency in performance and immunocompetence.

Keywords: Oregano; Organ weight; Phytobiotic; Immunocompetence.

ÍNDICE

N° Cap.	Título del Capítulo	N° Pág.
	Resumen/ Abstract	vi
	INTRODUCCIÓN	01
I	ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO	
	1.1. Tipo y Diseño de Estudio	03
	1.2. Lugar y Duración	03
	1.3. Tratamientos Evaluados	03
	1.4. Animales Experimentales	04
	1.5. Alimento Experimental	04
	1.6. Instalaciones y Equipo	04
	1.7. Técnicas Experimentales	05
	1.8. Variables Evaluadas	05
	1.9. Evaluación de la Información	06
II	MARCO TEÓRICO	
	2.1. Antecedentes Bibliográficos	09
	2.1.1. La acción de los APC	09
	2.1.2. La acción de los fitobióticos	11
	2.1.3. Efectos del orégano como fitobiótico	13
	2.2. Bases Teóricas	20
III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
	3.1. Peso y Peso Relativo de Carcasa	23
	3.2. Peso y Peso Relativo de Hígado	25
	3.3. Peso y Peso Relativo de Páncreas	28
	3.4. Peso y Peso Relativo de Intestinos	29
	3.5. Peso y Peso Relativo de la Bursa de Fabricio	33
IV.	CONCLUSIONES	39
V.	RECOMENDACIONES	40
	BIBLIOGRAFÍA	41
	ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	Esquema del análisis de la varianza	08
2	Peso y peso relativo de carcasa de pollos de carne (42 días de edad) que recibieron orégano en polvo en el alimento	23
3	Peso y peso relativo de hígado de pollos de carne (42 días de edad) que recibieron orégano en polvo en el alimento	25
4	Peso relativo del hígado según interacción Grupos x Sexos	27
5	Peso y peso relativo del páncreas de pollos de carne (42 días de edad) que recibieron orégano en polvo en el alimento	28
6	Peso y peso relativo de intestinos de pollos de carne (42 días de edad) que recibieron orégano en polvo en el alimento	30
7	Peso de los intestinos según interacción Grupos x Sexo	30
8	Peso relativo de los intestinos según interacción Grupos x Sexo	31
9	Peso y peso relativo de la bursa de Fabricio de pollos de carne (42 días de edad) que recibieron orégano en polvo en el alimento	33
10	Peso real de la bursa de Fabricio según interacción Grupos x Sexo	34
11	Peso relativo de la bursa de Fabricio según interacción Grupos x Sexo	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Título	Pág. Nº
01	Comparativo porcentual para el peso relativo (Peso vivo) del rendimiento de carcasa entre grupos que recibieron orégano en polvo	24
02	Comparativo porcentual entre grupos para el peso del hígado	26
03	Interacción Grupo x Sexo para peso relativo del hígado	27
04	Interacción Grupo x Sexo para peso de los intestinos	31
05	Interacción Grupos x Sexo para el peso relativo de los intestinos	32
06	Interacción Grupos x Sexo para el peso de la bursa de Fabricio	34
07	Interacción Grupos x Sexo para el peso relativo de la bursa de Fabricio	35

ÍNDICE DE ANEXOS

Nº	Título	Pág. Nº
01	Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso de la carcasa	43
02	Análisis de la varianza con los pesos de carcasa	43
03	Análisis de la varianza con los pesos relativos de carcasa (Arc-sen)	43
04	Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso del hígado	44
05	Análisis de la varianza con el peso del hígado	44
06	Análisis de la varianza con el peso relativo del hígado (Arc-sen)	44
07	Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso del páncreas	45
08	Análisis de la varianza con el peso del páncreas	45
09	Análisis de la varianza con el peso relativo del páncreas (Arc-sen)	46
10	Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso del intestino	46
11	Análisis de la varianza con el peso del intestino	47
12	Análisis de la varianza con el peso relativo del intestino (Arc-sen)	47
13	Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso de la bursa de Fabricio	48
14	Análisis de la varianza con el peso de la bursa de Fabricio	48
15	Análisis de la varianza con el peso relativo de la bursa de Fabricio (Arc-sen)	49

INTRODUCCIÓN

Debido al vínculo que se estableció entre el uso de los antibióticos promotores del crecimiento (APC) y la antibiótico resistencia en las personas fue prohibido su empleo en las dietas de las aves y de otras especies; la prohibición está haciendo tendencia entre los países subdesarrollados como el nuestro, dado que también padecemos de problemas de salud vinculada a la resistencia bacteriana a los fármacos.

Lo cierto es que la producción avícola logró llegar a cifras insospechadas debido al empleo de los APC; sin embargo, ya no es sostenible. Los productores, temerosos de lograr indicadores productivos que hagan no rentable su negocio se resisten a dejar de emplearlos, por lo que es necesario determinar alternativas que permitan mantener las elevadas producciones. Como han indicado Applegate et al. (2010), la industria avícola está inundada con una serie de opciones como aditivos alimenticios con la finalidad de reemplazar a los APC. Son diversos e incluyen enzimas, metabolitos vitamínicos, extractos de plantas, productos de exclusión competitiva, probióticos, prebióticos, compuestos de levaduras, ácidos orgánicos, ácidos grasos de cadena corta y media, bacteriocinas, bacteriófagos y péptidos antimicrobiales, para nombrar algunos.

Los resultados obtenidos con estos reemplazantes han sido variados y, en no pocas ocasiones, contradictorios; lo que llevó a los investigadores antes citados (Applegate et al., 2010) a mencionar si los fitogénicos son un mito o una realidad. Frente a esta aparente incertidumbre es necesario continuar con su evaluación para determinar su forma de acción y repetirla en caso de ser positiva. Debido al rol que tienen algunos órganos digestivos y la bursa de Fabricio en las manifestaciones inmunológicas debe determinarse si estos son afectados en tamaño y funciones por la acción fitobiótica. La investigación sobre la acción será un poco más complicada que la que se aboque a estudiar el efecto

sobre el tamaño, pero dado que un cambio en el tamaño puede ejercer cambios sobre la función, se puede inferir que si los fitobióticos alteran el tamaño de los órganos podrían estar ejerciendo una acción sobre las propiedades de inmunocompetencia del organismo.

El orégano es un producto de acción fitobiótica que ha sido relativamente poco estudiado en nuestro medio en el afán de reemplazar a los APC, su posible acción sobre los órganos digestivos no ha sido, prácticamente, estudiada. Es posible que la mejor respuesta productiva obtenida en pollos de carne se deba a hechos circunstanciales en el que los pollos sin ser desafiados sanitariamente hayan superado los pequeños embates sanitarios dados en una crianza bien manejada y los órganos hayan respondido a proporcionar las condiciones que el organismo sano requiere para producir más o con mayor eficiencia. Por otro lado, no es sólo mejor respuesta inmunológica, sino que los principios contenidos en el orégano también posean otro tipo de acciones (antioxidante, antiinflamatoria, protección de capas celulares, etc.) o sobre aspectos directos de la carcasa (engrasamiento) y de la carne (aceptación).

Por estos motivos, en la presente investigación se consideró el siguiente **problema**: ¿ejercerá el orégano, suministrado a través de la dieta, efecto sobre el tamaño de los órganos internos de pollos de carne de 42 días de edad? Se asumió la siguiente **hipótesis**: La utilización de orégano en la dieta ocasionará efecto sobre el tamaño de los órganos internos en pollos de carne de 42 días de edad.

Se consideró como **objetivo general**: Analizar el peso de órganos internos de pollos de carne de 42 días de edad que recibieron orégano en la dieta.

Y los siguientes **objetivos específicos**:

1. Determinar y evaluar el peso y peso relativo de carcasa.
2. Determinar y evaluar el peso y peso relativo del hígado.

3. Determinar y evaluar el peso y peso relativo del páncreas.
4. Determinar y evaluar el peso y peso relativo de intestinos.
5. Determinar y evaluar el peso y peso relativo de la bursa de Fabricio.

I. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.2. Tipo y Diseño de Estudio

Según Hernández et al. (2010), la investigación consignada en la presente tesis es de tipo cuantitativo – propositivo; básicamente por que lo que se evalúa es información cuantificada (datos) obtenidos de las unidades experimentales, con la finalidad de solucionar un problema, generándose una propuesta que se ingiere a la población, lo que hace que la investigación sea considerada propositiva.

Dado que se maneja una variable independiente para ver y analizar sus efectos sobre una o varias variables dependiente, la investigación es experimental; ajustándose a lo manifestado por Bunge (1972).

1.2. Lugar y Duración

La información provino de una crianza comercial-familiar de pollos de carne, la que se realizó en la ciudad de Lambayeque. Finalizada la crianza (42 días de edad) se procedió al sacrificio de muestras de cada grupo experimental y se obtuvo los datos.

1.3. Tratamientos Evaluados

Se consideró los siguientes grupos experimentales:

G₁: Testigo negativo (sin APC, sin orégano)

G₂: Testigo positivo (con APC, sin orégano)

G₃: Con 0.05% de orégano (sin APC)

G₄: Con 0.1% de orégano (sin APC)

1.4. Animales Experimentales

Pollos broiler de la línea Ross 308 de 42 días de edad, provenientes de la crianza familiar-comercial en Lambayeque, los que fueron producidos en una planta incubadora de la

ciudad de Trujillo. Todos los animales empleados en esta investigación estuvieron en aparente buen estado de salud y en excelente condición corporal.

1.5. Alimento Experimental

Los pollos procedieron de una crianza en la que recibieron tres dietas (Inicio, Crecimiento, Acabado) formuladas para cubrir los requerimientos nutricionales de las tres fases mencionadas, cada una tuvo una duración de 14 días, y en cada fase se consideró las proporciones de APC y orégano que se indican en el acápite 1.3.

1.6. Instalaciones y Equipo

- Ambiente de material noble, techado, en el que se realizó el beneficio.
- Equipo para inmovilización y desangrado.
- Equipo para escaldado y desplume.
- Equipo para eviscerado.
- Balanza analítica con aproximación de 0.001 gramos y balanza con capacidad de 5 kilos y aproximación de 1 gramo.
- Bolsas de plástico y rotulador de tinta indeleble.

1.7. Técnicas Experimentales

Ocho horas antes del beneficio se retiró el alimento, pero se mantuvo los bebederos provistos de agua. Dos horas antes del beneficio se retiró el agua. El ayuno antes del sacrificio permitió asumir una mejor determinación del peso real de los intestinos.

Se pesó a los pollos (dos machos y dos hembras de cada tratamiento), muestreados completamente al azar, inmediatamente antes del sacrificio. Se les aturdió con la fractura de la cuerda cervical, mediante acción manual; inmediatamente se les puso en el embudo inmovilizador y se procedió al corte de la yugular, finalizado el sangrado siguió el

escaldado en agua caliente (70°C) y se hizo el desplume en forma manual, luego de un breve oreo (10 minutos) se aplicó el corte ventral para acceder a las vísceras.

La carcasa se entendió por el cuerpo sin cuello cabeza, sin tarsos y sin vísceras. Tomado el peso de carcasa, con empleo de la balanza de mayor capacidad, se registró en una libreta de campo. Con la balanza de precisión se tomó los pesos de hígado, páncreas, intestinos y bursa de Fabricio, como en caso de la carcasa toda la información generada se registró en la libreta de campo. Las variables se evaluaron en peso absoluto y rendimiento en base al peso de la carcasa.

En ningún momento los animales recibieron mal trato.

1.8. Variables Evaluadas

Para alcanzar los objetivos propuestos se evaluó las siguientes variables:

1. Peso y peso relativo de carcasa, Kg y %; el peso relativo se determinó por la relación entre el peso de la carcasa y el peso vivo por 100.
2. Peso y peso relativo del hígado, g. y %; el peso relativo se determinó por la relación entre el peso del hígado y el peso de la carcasa por 100.
3. Peso y peso relativo de páncreas, g y %; el peso relativo se determinó por la relación entre el peso del páncreas y el peso de la carcasa por 100.
4. Peso y peso relativo de intestinos, g y %; el peso relativo se determinó por la relación entre el peso de los intestinos y el peso de la carcasa por 100.
5. Peso y peso relativo de la bursa de Fabricio, g y %; el peso relativo se determinó por la relación entre el peso de la bursa y el peso de la carcasa por 100.

1.9. Evaluación de la Información

En la evaluación estadística se consideró el siguiente planteamiento estadístico de hipótesis:

$$\mathbf{H}_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$$\mathbf{H}_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$$

$$\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 = \mu_4; \mu_1 \neq \mu_2 = \mu_3 \neq \mu_4; \mu_1 = \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$$

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \neq \mu_4; \mu_1 = \mu_2 \neq \mu_3 = \mu_4; \mu_1 \neq \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

Estas fueron contrastadas mediante a través del diseño completo al azar con arreglo factorial (4 x 2), el que es descrito a través del siguiente modelo aditivo:

$$Y_{ijk} = U + G_i + S_j + (GS)_{ij} + E_{ijk}$$

En el que: Y_{ijk} , es la variable evaluada; U , es el efecto medio verdadero; G_i , es el efecto verdadero del i -ésimo nivel del factor G ; S_j , es el efecto verdadero del j -ésimo nivel del factor S ; $(GS)_{ij}$, es el efecto verdadero de la interacción; E_{ijk} , es el error experimental o varianza residual (Ostle, 1979).

Considerando lo planteado por Scheffler (1982), se mantuvo la disposición de tolerar una máxima probabilidad de 5% de cometer error de tipo I.

La adecuación de la información para aplicar el análisis de la varianza fue corroborada a través de la aplicación de la prueba de homogeneidad de varianzas de Bartlett, la cual se describe en su aplicación en Ostle (1979, p. 163). Para la aplicación del análisis de la varianza con la información expresada en forma porcentual se aplicó primero la transformación arcoseno, con la finalidad de lograr la normalización de los valores porcentuales cargados a los extremos (Scheffler, 1982, pp.132-133).

La tabla 1 muestra el esquema del análisis de la varianza de la presente investigación. Sólo en los casos en los que el valor de F resultó significativo para el factor A del diseño y también para la interacción, se procedió a utilizar la prueba de recorrido múltiple de Duncan; más no así, por razones obvias, en el caso de significación del factor B (sexo).

Tabla 1. Esquema del análisis de la varianza

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Significación
Media	M_{YY}	1	M		
Tratamientos	T_{YY}	$t - 1 = 7$	T		
G	G_{yy}	$g - 1 = 3$	G	G/E	P<0.05
S	S_{yy}	$s - 1 = 1$	S	S/E	P<0.05
GS	GS_{yy}	$(g - 1)(s - 1) = 3$	GS	GS/E	P<0.05
Residual	E_{YY}	$gs(r - 1) = 8$	E		
Total	$\sum Y^2$	$abr - 1 = 16$			

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Bibliográficos

2.1.1. La acción de los APC

Applegate et al. (2010) han indicado, en un importante artículo de revisión, que desde la década de 1940 las dosis sub terapéuticas de antibióticos mejoraron el rendimiento de las aves a través de los incrementos del crecimiento, mejorando la eficiencia alimenticia, alterando favorablemente las bacterias intestinales y reduciendo la incidencia de enfermedades. Sin embargo, también indican que, aún no son completamente entendidos los mecanismos por lo que ocurría esto. Indican que los científicos han propuesto, comúnmente, cuatro mecanismos por los cuales se da la promoción del crecimiento, ya que los investigadores indicaron que el empleo de dosis orales de antibióticos no promocionarían el crecimiento en pollos libres de gérmenes; así mismo, mencionan que cada uno de los mecanismos propuestos se basó en la hipótesis que indicaba que la presencia de bacterias en el intestino reduce el crecimiento de los pollos, incluyendo que (1) los antibióticos inhiben la presentación de infecciones subclínicas, (2) reducen la producción de metabolitos microbiales depresores del crecimiento, (3) reducen el empleo de nutrientes por parte de los microbios intestinales, y (4) permiten mejorar la captación de nutrientes ya que se mostró que reducen el grosor de la pared intestinal.

Esta era la realidad propalada para la utilización de los APC; sin embargo, la difusión de que estos mejoraban el rendimiento y la utilización de los alimentos condujo a que los productores redujeran las condiciones sanitarias y la mejor respuesta obtenida con los antibióticos se generalizó para todas las situaciones. La misma fuente indicó que la mejor respuesta en condiciones sanitarias deterioradas se debe en parte a una respuesta intestinal a la presencia de más bacterias y la producción de citoquinas inflamatorias, lo que provoca una respuesta de fase aguda y la derivación de nutrientes hacia el apoyo del

sistema inmunológico. Al respecto Zhai et al. (2018), indicaron que las condiciones ambientales juegan un rol clave en la producción avícola. La interacción entre el ambiente y los productos reemplazantes de los APC debería ser más investigado. La descripción detallada de las condiciones higiénicas es necesaria para la mejor interpretación de los resultados experimentales y variables.

No obstante, el empleo de APC no es sostenible debido a la relación que se les ha establecido con la antibiótico-resistencia (Mehdi et al., 2018) en las personas y también en los propios animales. Por lo que se tornó en prioridad en buscar reemplazos que pudieran permitir respuestas similares sin generar resistencia. En la misma fuente citada, se indica que “aunque en la actualidad no existe un reemplazo único en el alimento para provocar una variedad de respuestas similares, los productos de reemplazo de APC tienen atributos documentados, que incluyen, entre otros, mejora del rendimiento, inmunomodulación, mejora de la higiene en el alimento, efectos bacteriostáticos en flora gram positiva o negativa y reducción de patógenos transmitidos por los alimentos.

Al respecto, se ha indicado que, idealmente, las alternativas a los APC deberían tener los mismos efectos benéficos que éstos. Así mismo, que el concepto de nutraceuticos se ha desarrollado debido a la acción benéfica de los alimentos sobre el desarrollo y la salud, más allá de los efectos nutricionales ordinarios; como se indica en la revisión de Sugiharto (2016, p. 101), los nutraceuticos pueden definirse como “el alimento o componentes del alimento que tienen un rol en modificar o mantener funciones fisiológicas normales que respaldan la salud del hospedero”, dentro de este concepto se encuentran los productos herbales (polifenoles, hierbas, especias, etc.), como es el caso del orégano.

2.1.2. La acción de los fitobióticos

La misma fuente, inmediata anterior, (p. 106) indica que, basándose en su origen biológico, formulación, descripción química y pureza, los fitobióticos pueden clasificarse en: (1) Hierbas (producto de plantas con flores, no leñosas y no persistentes); (2) Botánicos (partes enteras o procesadas de una planta; por ejemplo, raíz, hojas, cortezas); (3) Aceites esenciales (extractos hidrodestilados de compuestos vegetales volátiles), y (4) Oleorresinas (extractos a base de disolventes no acuosos. También menciona que “probablemente el mejoramiento de la actividad antimicrobial e inmune que son esenciales para la salud y bienestar del pollo”.

Con relación a los fitobióticos, también denominados fitogénicos, Applegate et al. (2010) han indicado que:

Se han incorporado fitogénicos, o compuestos derivados de plantas, en la alimentación del ganado y las aves de corral para mejorar la productividad. Los fitogénicos incluyen una amplia gama de materiales vegetales, la mayoría de los cuales tienen una larga historia en la nutrición humana, donde se han utilizado como aromas, conservantes de alimentos y medicinas, en formas sólidas, secas y molidas o como extractos o aceites esenciales. Los aditivos fitogénicos para alimento de animales suelen tener una variación considerable en su composición química, según sus ingredientes y las influencias de las condiciones climáticas, la ubicación, la etapa de recolección o las condiciones de almacenamiento. Por lo tanto, las diferencias de eficacia entre los productos fitogénicos que se encuentran actualmente disponibles en el mercado pueden atribuirse principalmente a diferencias en su composición química.

Los aceites esenciales representan una subcategoría particular de fitogénicos. Son metabolitos vegetales secundarios odoríferos que contienen la mayoría de las sustancias activas de la planta, siendo principalmente hidrocarburos (Ej., Terpenos, sesquiterpenos), compuestos oxigenados (Ej., Alcoholes, aldehídos, cetonas) y un pequeño porcentaje de residuos no volátiles (Ej., parafina, cera). Suelen obtenerse de las materias primas mediante destilación al vapor. El uso de aceites esenciales tiene una larga tradición, por ejemplo, en perfumes, aromas alimentarios, desodorantes y productos farmacéuticos. En la nutrición humana, se reconocen desde hace mucho tiempo sus efectos estimulantes del apetito y de la digestión. Su composición química es muy diversa e incluye una cantidad relativamente grande de sustancias no identificadas.

Los aceites esenciales del orégano contienen 14 sustancias químicas con propiedades antioxidantes. Además, se han identificado hasta 19 sustancias que ejercen efectos bactericidas. Además, el orégano está ampliamente disponible, lo que lo hace atractivo como aditivo alimentario.

El uso de compuestos activos sintéticos, como carvacrol, timol, limoneno o cinamaldehído, se considera una alternativa al uso de extractos naturales. La elección de la combinación de ingredientes más adecuada requiere una investigación exhaustiva a través de amplias pruebas *in vitro*, así como experimentos de alimentación bien diseñados en condiciones estandarizadas.

Debido a su composición química especial en aceites esenciales se han indicado múltiples modos de acción de los fitobióticos; incluyendo mejoras en la digestibilidad, efectos antimicrobiales, estimulación de enzimas digestivos, cambios en la morfología gastrointestinal e incrementos en la digestibilidad *in vivo*.

Díaz-Sánchez et al. (2015, p. 1420) han indicado que aún cuando no se ha esclarecido completamente los mecanismos de la acción microbial de los fitobióticos, algunos mecanismos sugeridos como responsables de sus propiedades benéficas incluyen: (1) rotura de la membrana celular de los patógenos; (2) modificación de la superficie de las células afectando a la hidrofobicidad y, por lo tanto, a su capacidad de virulencia; (3) estimular el sistema inmunológico, específicamente la activación de linfocitos, macrófagos y células NK; (4) proteger la mucosa intestinal de la colonización por patógenos bacteriales; y (5) promocionar el crecimiento de bacterias de tipo benéfico tales como lactobacilos y bífidobacterias. No obstante, es posible que con el desarrollo de equipo más sofisticado se vaya descubriendo otros tipos de actividad.

2.1.3. Efectos del orégano como fitobiótico

Bahakaim et al. (2020) evaluaron el efecto de la suplementación dietética de orégano sobre el rendimiento productivo, fisiológico e inmunológico de pollos de carne; consideraron cinco grupos experimentales similares: (1) control, (2) 0.25 g de Robadian/ kg, (3) 0.50 g de Robadian/ kg, (4) 0.30 g de orego-stim/ kg, y (5) 0.60 g de orego-stim/ kg. Tanto Robadian como orego-stim son productos comerciales proveedores de aceites esenciales de orégano (carvacrol, timol, etc.). Respectivamente para los tratamientos del primero al quinto se obtuvo: 61.57, 62.86, 63.74, 63.98 y 64.05% de carcasa; 2.379, 2.393, 2.394, 2.409 y 2.389% de hígado; 2.901, 2.695, 2.681, 2.664 y 2.642% de grasa abdominal; 0.195, 0.205, 0.206, 0.233 y 0.243% de bursa. Los tratamientos que recibieron los productos comerciales de orégano tuvieron significativamente ($P < 0.05$) mayor desarrollo de bursa. Los investigadores concluyeron que orego-stim, como fuente de orégano, en la proporción de 0.60g/ kg de dieta para los pollos de carne fue eficiente en mejorar los indicadores del rendimiento, características de la carcasa y tuvo efectos benéficos sobre algunas respuestas inmunológicas y fisiológicas.

Heydasian et al. (2020) realizaron un estudio para investigar los efectos de la inclusión dietética de aceites esenciales encapsulados de tomillo (TEO) y orégano (OEO) combinados y un probiótico (P) sobre el comportamiento del rendimiento, respuesta inmune y morfología intestinal de pollos de carne. Los tratamientos implementados fueron: (1) dieta basal (control), basal y (2) 10 mg avilamicina, (3) 200 mg/ kg de la combinación de TEO + OEO encapsulada, (4) 200 mg de TEO + OEO no encapsulada, (5) P, (6) P + 200 mg de TEO + OEO no encapsulada, y (7) P + 200 mg de TEO + OEO encapsulada. Los resultados mostraron que la inclusión dietética de TEO + OEO en forma encapsulada y, también, junto con el probiótico, incrementó la inmunidad humoral en los pollos en comparación con los otros grupos ($P < 0.05$). Las aves que recibieron la dieta suplementada con los diferentes tipos de aditivos mostraron significativamente más alta presencia de dinitroclorobenceno (DNCB) en comparación con el grupo control a los 32 días de edad ($P < 0.05$). La inclusión dietética de los aceites esenciales encapsulados, tanto con como sin probiótico, incrementaron significativamente la longitud y amplitud de las vellosidades intestinales, en comparación con los otros grupos ($P < 0.05$). Respectivamente para los tratamientos en el orden inicial mencionado se encontraron pesos relativos (%) de hígado 1.97, 1.94, 2.01, 1.96, 1.98, 1.91 y 2.25; de bursa 0.050, 0.063, 0.053, 0.054, 0.060, 0.082, y 0.086; de intestino 5.32, 5.30, 4.63, 4.54, 4.55, 4.71 y 5.42; sin diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos.

Parvizi et al. (2020) ejecutaron un ensayo para determinar el efecto del empleo de tomillo y orégano en polvo como suplemento sobre el rendimiento, algunas respuestas inmunes y morfología intestinal de pollos de carne. Implementaron cinco tratamientos: Control; Control + virginiamicina; Control + probiótico Protexin; Control + 2% de tomillo y orégano en polvo; Control + 4% de tomillo y orégano en polvo. Los resultados del estudio mostraron que la inclusión dietética de herbales y probiótico no tuvieron

efectos significativos sobre la ingestión de alimento y la conversión alimenticia de pollos de carne, pero se observó mayor ganancia de peso cuando recibieron la suplementación de tomillo + orégano. La inclusión de tomillo + orégano y probiótico incrementó la inmunidad humoral en comparación al grupo control ($P < 0.05$). Adicionalmente, la cantidad de heterófilos, linfocitos y su relación no fueron influenciados por los tratamientos experimentales. La longitud y amplitud de la vellosidades intestinales, y la profundidad de las criptas fueron mayores en las aves que recibieron polvo de tomillo y orégano. En conclusión, en el presente estudio se demostró algunos efectos benéficos asumidos al empleo de tomillo y orégano en polvo.

Vlaicu et al. (2020) evaluaron el efecto del orégano dietético en forma aceite esencial y polvo sobre el rendimiento, desarrollo de órganos internos y balance de flora intestinal en pollos de carne (14-42 días) criados sobre el piso. El experimento consistió en tres grupos: C, dieta convencional (maíz, gluten y harina de soja); E1, con 0.01% de aceite de orégano, y E2, con 0.005% de aceite de orégano y 1% de orégano en polvo. Respectivamente para los tres grupos, a los 42 días de edad, los pesos de carcasa fueron de 2103, 2029 y 2085 g.; el peso del hígado de 51.84, 47.88 y 52.62; el peso de tracto digestivo de 172.92, 172.72 y 165.44 g. No hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) entre grupos en ninguna de las variables mencionadas.

Eler et al. (2019) realizaron un ensayo para evaluar la eficacia del aceite esencial de orégano (OEO), como aditivo fitogénico del alimento en alternativa al APC. Se evaluó tres cantidades de OEO (300, 600 y 900 mg/ kg de dieta), un control negativo y un control positivo. Desde el día 1 al 39, los pollos del grupo control negativo presentaron menor ingestión de alimento que los del grupo OEO300. No se observó efecto significativo sobre la ganancia de peso. La conversión alimenticia menos eficiente se obtuvo con el control positivo. El hemograma, leucograma y la proporción de heterófilos/ linfocitos fueron

influenciados positivamente por el OEO300. Los conteos de glóbulos rojos y leucocitos incrementaron de una manera dosis-dependiente en los pollos que recibieron las dietas OEO, en tanto que los que estuvieron en el grupo control positivo presentaron los niveles más bajos de hematocrito, concentración media de hemoglobina corpuscular y proteína plasmática. La leucometría diferencial indicó que las cantidades de leucocitos se incrementaron con el tratamiento de OEO y se redujo en el grupo control positivo. Para metabolismo hepático y renal, los pollos del grupo control positivo exhibieron la mayor actividad sérica de aspartato aminotransferasa, alanina aminotransferasa, gama-glutamyl transferasa, y alcalino fosfatasa. Respectivamente para el control negativo, control positivo, OEO300, OEO600 y OEO, reportaron las siguientes cifras (%) de peso relativo de grasa abdominal: 1.10, 1.13, 1.37, 1.43, 1.63; hígado: 2.50, 2.62, 2.43, 2.41 y 2.62; molleja: 1.80, 1.88, 1.67, 1.81 y 1.83; corazón: 0.73, 0.74, 0.69, 0.67 y 0.74; bursa de Fabricio: 0.13, 0.11, 0.10, 0.10 y 0.10; bazo: 0.18, 0.19, 0.18, 0.17 y 0.16; salvo en el caso de grasa abdominal, no hubo diferencias significativas entre grupos experimentales. Los investigadores manifestaron que sus resultados estuvieron en concordancia con los reportados por Corduk et al. (2013), quienes no encontraron diferencia en el peso relativo del hígado y molleja con la administración de 250 mg de OEO/ kg. Consideran, además, que la bursa de Fabricio y el timo son los principales órganos inmunes en pollos.

Mohiti-Asli y Ghanaatpasast-Rashti (2018) investigaron en pollos de carne los efectos de la suplementación dietética de aceite esencial de orégano (OEO) y una combinación comercial de fitogénicos (CBP) sobre las propiedades intestinales y la cantidad ileal de *Escherichia coli* y *Lactobacillus*. Cuatro tratamientos dietéticos fueron implementados: (1) Control, sin fitogénicos; (2) CBP (150 ppm); (3) OEO (300 ppm) y (4) OEO (500 ppm). Los resultados indicaron que los pesos relativos del páncreas, hígado, molleja y proventrículo no se vieron afectados por el CBP ni por el OEO individual;

consideraron sus hallazgos consistentes con otros reportes; así, citan a Amad et al. (2011) quienes reportaron que la aplicación de una mezcla de los aceites esenciales de timol y anetol redujeron el peso relativo del hígado, sin efecto alguno sobre el peso del corazón, riñones o bazo. Otra de sus fuentes citadas, Akbanian et al. (2013), demostraron que los pesos de páncreas, molleja, hígado y proventrículo no cambiaron por el uso de extractos de plantas. Por otra parte, citaron a Cherian et al. (2013) quienes reportaron que el suministro de *Artemisa annua* no influyó en el peso del hígado. Así mismo, la cita de Debersac et al. (2001) indicó que un extracto herbal de romero, que contenía ácido rosmarínico, flavonas y monoterpenos, mejoró el metabolismo hepático e incrementó el peso del hígado en ratas.

Mendez et al. (2017) realizaron un ensayo para evaluar el rendimiento, parámetros sanguíneos y rendimiento de carcasa de pollos de carne con aceite de orégano mexicano. Emplearon tres tratamientos: T1, dieta control (sin aceite de orégano o antibiótico); T2, dieta control + 0.25g/kg de oxitetraciclina, y T3, dieta control + 0.4 g/kg de aceite de orégano mexicano. El tratamiento con aceite de orégano tuvo efectos positivos sobre el peso corporal a los 35 y 42 días. La ingestión de alimento fue significativamente diferente a los 21 y de 1 – 42 días; el tratamiento control presentó la más alta ingestión de alimento a los 28 y 35 días, en tanto que el tratamiento con oxitetraciclina tuvo la más baja ingestión de 21 a 42 días. El incremento de peso en la última semana alcanzó diferencias significativas, el más alto fue para el tratamiento con aceite de orégano y el más bajo para el control. La eficiencia de utilización del alimento fue diferente en la última semana y en el valor acumulado, la mejor correspondió a T3 y T2, que superaron al control. Los parámetros sanguíneos tuvieron valores diferentes ($P < 0.05$) entre tratamientos, el que recibió aceite de orégano fue el más alto en colesterol y en lipo-proteína de alta densidad a los 42 días. La carcasa y las variables biométricas sanguíneas no fueron diferentes

($P > 0.05$) entre tratamientos. Los investigadores concluyeron considerando que la cantidad de 0.4 g/kg de aceite de orégano mexicano en las dietas mejora la lipoproteína de alta densidad, peso corporal y eficiencia de utilización del alimento.

Nogouana Tadjong et al. (2017) diseñaron un estudio para mitigar la capacidad oxidativa y volátil de los aceites esenciales (EO) en la alimentación avícola utilizando carbón vegetal natural. Suplementando la dieta con carbón vegetal enriquecido con aceite esencial de tomillo y la combinación de aceites esenciales (tomillo y orégano) se produjo una disminución significativa ($P < 0.05$) en el peso relativo del páncreas (de 0.26% con el control a 0.13% del peso vivo con la dieta control + 0.2% de carbón + 0.01% de aceite esencial de tomillo). El carbón enriquecido con la combinación de aceites esenciales también indujo una disminución significativa ($P < 0.05$) en la densidad intestinal. Además, reportaron rendimientos de carcasa entre 73.09 y 74.73%, hígado entre 1.44 y 1.67% de PV; peso del intestino entre 74.2 y 87.2 gramos. Los investigadores concluyeron manifestando que el carbón vegetal puede ser utilizado para atrapar, estabilizar y facilitar la incorporación de aceites esenciales en la alimentación avícola para la modulación de la microbiota intestinal y para una mejor tasa de crecimiento sin ningún efecto perjudicial sobre los parámetros séricos y hematológicos.

Khosravinia (2016) condujo un experimento para examinar los efectos sobre la mortalidad, rendimiento, ingestión de agua y peso de los órganos del aceite esencial de *Satureja khuzistanica* en pollos de carne a través del agua de bebida. Con relación al peso (g/ 100 g de peso corporal) de páncreas e hígado se encontró diferencias significativas ($P < 0.05$) en el caso del páncreas, conforme se incrementó la proporción de aceite esencial también lo hizo el páncreas (de 0.302 a 0.340), lo que no sucedió con el hígado (entre 3.566 y 3.831). Indicó que en el pollo de carne, los lípidos y triglicéridos en particular son almacenados en la cavidad abdominal. Existe un aparente criterio general que casi

toda la grasa almacenada en el tejido adiposo del pollo, incluyendo la grasa abdominal, se sintetiza en el hígado o derivada de la dieta. Sin embargo, los resultados que obtuvo este autor son discordantes con otros en los que se redujo la grasa abdominal con la suplementación de satureja.

Hashemipour et al. (2013) condujeron un ensayo para evaluar los efectos de la suplementación dietética de un producto fitogénico que contenía una combinación igual de timol y carvacrol a 4 cantidades (0, 60, 100 y 200 mg/kg de dieta) sobre el rendimiento, actividad de enzimas antioxidantes y respuesta inmune en pollos de carne. La inclusión de timol y carvacrol disminuyó ($P < 0.05$) linealmente la ingestión de alimento, pero se observó la más ($P < 0.05$) ganancia diaria de peso y eficiencia alimenticia en los pollos que recibieron 200 mg/kg del producto fitogénico. Este producto incrementó ($P < 0.05$) linealmente las actividades de súper óxido dismutasa y glutatión peroxidasa y disminuyó ($P < 0.05$) el nivel de malondialdehído en el músculo de la pierna al día 42 y en el suero e hígado los días 24 y 42. Se deprimió ($P < 0.05$) el total de ácidos grasos saturados y se incrementó ($P < 0.05$) linealmente el total de ácidos grasos poliinsaturados y n-6 en el suero y puerna por inclusión del producto fitogénico en comparación con la dieta control. La suplementación también incrementó las actividades de tripsina, lipasa y proteasa intestinal y pancreática en los pollos de 24 días (lineal, $P < 0.05$) pero no en los de 42 días de edad. Así mismo, modificó (lineal, $P < 0.05$) la respuesta inmune incrementando la respuesta de hipersensibilidad, los títulos de glóbulos rojos totales, y disminuyó la proporción heterófilos: linfocitos en comparación con el grupo control. Sin embargo, no se afectaron los parámetros hematológicos y el peso de los órganos linfoides. Por lo que, la suplementación mejoró el rendimiento, incrementó las actividades de enzimas antioxidantes, retardó la oxidación de lípidos, mejoró la actividad de enzimas digestivos y la respuesta inmune de los pollos de carne.

Hernández et al. (2004) condujeron un ensayo de 42 días para estudiar la influencia de dos extractos de plantas sobre el rendimiento, digestibilidad y peso de los órganos en pollos de carne. Se consideró cuatro grupos de tratamientos: control; 10 ppm de avilamicina (AB); 200 ppm de extracto de aceite esencial (EOE) de orégano, canela y pimienta; y 500 ppm de extracto de labiadas (LE) de salvia, tomillo y romero. No se observó diferencias en ingestión de alimento o conversión alimenticia. De los 14 a 21 días, los pollos alimentados con la dieta LE crecieron más rápido que los alimentados con la dieta control o EOE (68.8 vs. 63.9 y 61.6 g/d, respectivamente). La suplementación con antibióticos y extractos de plantas mejoró la digestibilidad aparente de los nutrientes en todo el tracto y el íleon. Para el alimento de inicio, la suplementación con LE mejoró la digestibilidad fecal aparente de la MS ($P < 0.01$), y todos los aditivos aumentaron la digestibilidad del extracto etéreo ($P < 0.001$). Sin embargo, no se detectó para la digestibilidad de la PC ($P > 0.1$). A nivel ileal, la suplementación con AB, EOE y LE en el alimento de inicio incrementó la digestibilidad de MS y almidón ($P < 0.01$) pero no la digestibilidad de PC ($P > 0.1$). Todos los aditivos mejoraron la digestibilidad fecal aparente de la MS y PC de la dieta de acabado. No se observó diferencias para el peso del proventrículo, molleja, hígado, páncreas o intestino grueso o delgado. Ambos extractos de plantas mejoraron la digestibilidad de los alimentos para los pollos. El efecto de los diferentes aditivos sobre la digestibilidad mejoró levemente el rendimiento, pero no fue significativo.

2.2. Bases Teóricas

La producción del pollo de carne se sustenta en animales altamente productivos; sin embargo, la alta productividad se ha logrado a base de tener animales inmunológicamente deprimidos. Es decir, altamente susceptibles a cualquier ataque sanitario. Por tal motivo, los productores de diferentes partes del mundo empezaron a utilizar fármacos antibióticos

en el alimento de las aves con la intención de preveer problemas sanitarios en el tracto gastrointestinal. Simultáneamente se pudo determinar que los antibióticos promovían el rendimiento productivo y eficiencia en la utilización del alimento, por lo que se hizo una “ley” utilizarlos en cantidades subterapéuticas en las raciones.

El empleo de estos antibióticos se sustentó en el principio de inocuidad y que no se absorbían y depositaban en los tejidos. No obstante, aparecieron claros indicios de la vinculación entre el empleo de los fármacos y la resistencia a ellos por parte de las bacterias del tracto gastrointestinal de los animales y que, de alguna manera, esta resistencia era pasada a las bacterias del aparato digestivo humano. Según los especialistas, esto representa un gran riesgo para la salud de las personas, toda vez que infecciones bacterianas comunes ya no pueden controlarse con los antibióticos terapéuticos comunes.

Esta situación preocupante condujo a que se pusiera en tela de juicio el empleo de los antibióticos promotores del crecimiento (APC) y, principalmente en los países desarrollados, empezaron a aplicarse prohibiciones a su empleo y en la actualidad ya está completamente prohibido en esos países. Los países en vías de desarrollo están entrando poco a poco en esta tendencia. Pero, la prohibición no fue asumida alegremente por la industria avícola, se esgrimieron aspectos de tipo técnico y económico para demostrar que no había relación entre la resistencia y el empleo de los APC y que dejar de usarlos implicaba una disminución en la eficiencia de utilización del alimento y, consecuentemente, mayor costo de producción.

Visto que la prohibición era un hecho, la industria avícola empezó a desarrollar investigación con la finalidad de encontrar reemplazos a los APC. Las sustancias fitobióticas se encuentran dentro de este rubro. Mejoran el rendimiento pero no se ha

determinado completamente si mejoran la respuesta inmunológica y si esta se puede reflejar en el tamaño de los órganos. Se sabe con exactitud que varios órganos, como los linfoides, están vinculados directamente con la respuesta inmunológica e, indirectamente, otros también. Debido a que todas las partes del organismo interactúan se puede asumir que si el empleo de fitobióticos influye en el peso de los órganos se debería a que la respuesta inmunológica también es influenciada. (Mehdi et al., 2018; Ri et al., 2017; Franciosini et al., 2016; Díaz-Sánchez et al., 2015; Betancourt et al., 2014).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Peso y Peso Relativo de Carcasa

Los resultados referentes al peso y peso relativo (respecto al peso vivo) de carcasa de pollos de carne, de 42 días de edad, que recibieron orégano en la dieta se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Peso y peso relativo de carcasa de pollos de carne (42 días de edad) que recibieron orégano en polvo en el alimento

Ítem	G1	G2	G3	G4
APC	No	Sí	No	No
Orégano, %	No	No	0.05	0.10
Peso de carcasa, Kg.:				
Promedio de grupo	1.943 ^a	1.992 ^a	1.997 ^a	2.037 ^a
Promedio de sexo		2.189 ^A (M)		1.786 ^B (H)
Peso relativo de carcasa, %:				
Promedio de grupo	66.08 ^c	67.66 ^b	69.62 ^a	70.06 ^a
Promedio de sexo		68.94 ^a (M)		67.78 ^b (H)

^{a, b} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas ($a > b$, $P < 0.05$) entre grupos (Duncan) y entre sexos (valor de F).

Como se puede observar, el análisis estadístico permitió determinar que no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) en peso de carcasa entre grupos; los cuatro presentaron pesos próximos a los 2 kilos de carcasa. La diferencia entre sexos si alcanzó significación estadística ($P < 0.01$), los machos lograron carcasas 22.5% más pesadas que las hembras. Al evaluar el peso relativo de carcasa se determinó que las diferencias entre grupos fueron significativas ($P < 0.05$), los dos grupos que recibieron el orégano fueron similares y superiores al testigo positivo y este superior al testigo negativo. En el caso de los sexos, se mantuvo la significación para la diferencia, pero se apreció un recorte en la magnitud de la diferencia, las hembras se aproximaron considerablemente a los machos.

En la figura 1 se presenta el comparativo entre grupos para el peso relativo de carcasa; para esta comparación se hizo referente al testigo negativo (100). Debido a la escasa variabilidad entre los datos el valor de F fue significativo, aún para diferencias relativamente pequeñas entre los promedios de los grupos.

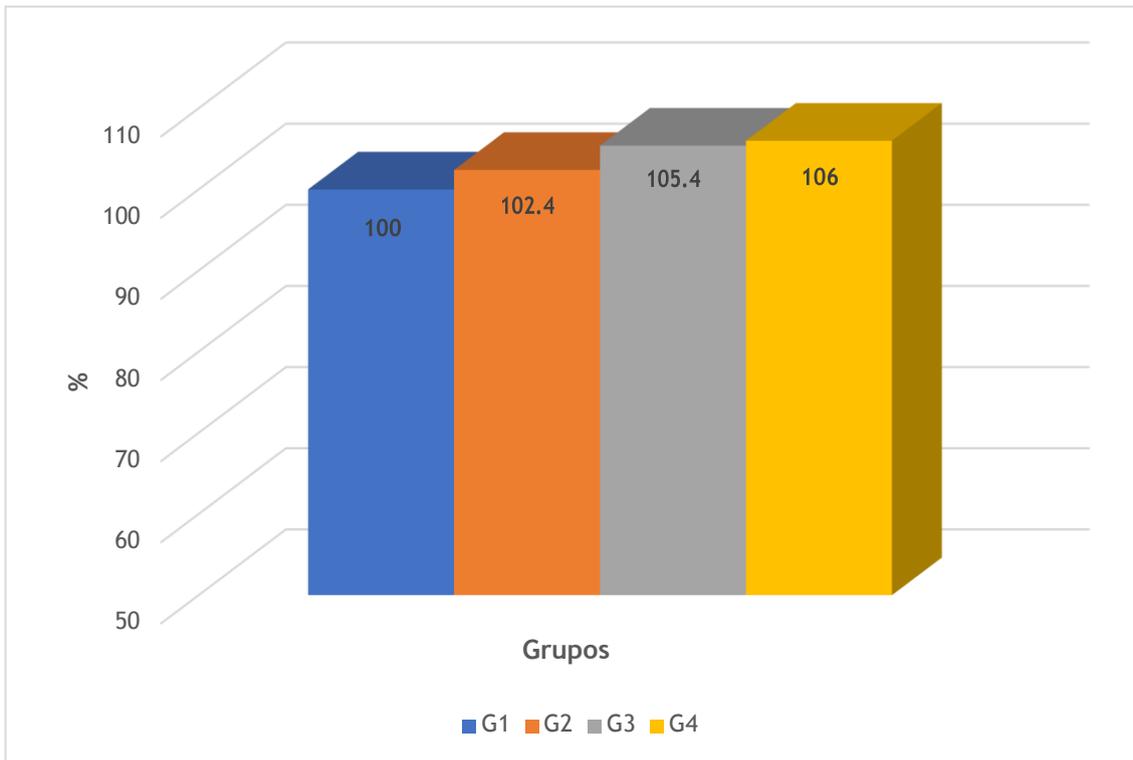


Figura 1. Comparativo porcentual para el peso relativo (Peso vivo) del rendimiento de carcasa entre grupos que recibieron orégano en polvo

Como se puede observar, los tratamientos con orégano superano en 5.4 y 6% al testigo negativo y en 3 y 3.6% al testigo positivo. Este comportamiento es asumido como que el orégano permitió mejor rendimiento del crecimiento en vivo y se reflejó en pesos relativos de carcasa más eficientes. Las propiedades reportadas del orégano como mejorador de la utilización del alimento para ganar más peso en la forma de músculo y su acción de promotor de menor deposición de grasa corporal hicieron que el peso relativo de carcasa fuese más eficiente.

Hashemipour et al. (2013) desarrollaron un trabajo de investigación a través del que demostraron que varios enzimas digestivos vieron incrementada su actividad debido a la suplementación de timol y carvacrol en el alimento, ambos principios están presentes en el orégano. Así mismo, la acción benéfica directa sobre la conversión alimenticia por parte de orégano o aceite esencial de orégano ha sido reportada por Parvizi et al. (2020), Eler et al. (2019), Méndez et al. (2017) y Hernández et al. (2004), entre otros.

En tanto que el efecto sobre el peso relativo de carcasa puede ser benéfico en algunos casos y en otros puede no haber efecto, como han reportado Bakahaim et al. (2020), que indicaron mejoras, y Vlaicu et al. (2020) que no encontraron efecto significativo.

Como se ha indicado por otros investigadores (Applegate et al., 2010) es posible que las diferencias en los pesos relativos (efecto o ausencia de efecto) se deba a la composición del orégano; es decir, que su contenido en principios fitobióticos varía de acuerdo a diferentes factores (procedencia, edad, manejo, etc.) y que aún falta desarrollar investigación en condiciones estandarizadas. En el caso de la presente investigación se asume que el orégano empleado, por los resultados obtenidos, ha tenido una adecuada composición en estos principios. Siendo necesario que en las investigaciones posteriores que se realicen con fitobióticos se determine primero su composición en estos principios, al menos carvacrol y timol.

3.2. Peso y Rendimiento de Hígado

Los resultados obtenidos con el peso y peso relativo de hígado de pollos de carne (42 días de edad) que recibieron orégano en polvo en el alimento se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Peso y peso relativo de hígado de pollos de carne (42 días de edad) que recibieron orégano en polvo en el alimento

Ítem	G1	G2	G3	G4
APC	No	Sí	No	No
Orégano, %	No	No	0.05	0.10
Peso de hígado, g.:				
Promedio de grupo	69.0 ^a	66.8 ^{ab}	62.3 ^b	63.5 ^b
Promedio de sexo		70.1 ^A (M)		60.6 ^B (H)
Peso relativo de hígado, %:				
Promedio de grupo	3.54 ^a	3.36 ^{ab}	3.19 ^{bc}	3.13 ^c
Promedio de sexo		3.21 ^a (M)		3.40 ^b (H)

^{a, b} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas (a>b, P<0.05; A>B, P<0.01) entre grupos (Duncan) y entre sexos (valor de F).

Respectivamente para los grupos del primero al cuarto se encontró diferencias significativas, el peso del hígado mostró tendencia a disminuir conforme se pasó desde el

testigo negativo, al positivo y a las dos proporciones de orégano; el hígado de los grupos con orégano fue considerablemente más pequeño, como se puede apreciar en la figura 3. Los machos tuvieron el hígado más grande que las hembras ($P < 0.01$). Al comparar porcentualmente los grupos se determinó que el hígado del testigo positivo fue 3.2% más pequeño que el del negativo; el del grupo con 0.05% de orégano fue 9.7% más pequeño y el del grupo con 0.1% de orégano fue 8% más pequeño. Las hembras presentaron un hígado más pequeño en 13.5% en comparación a los machos.

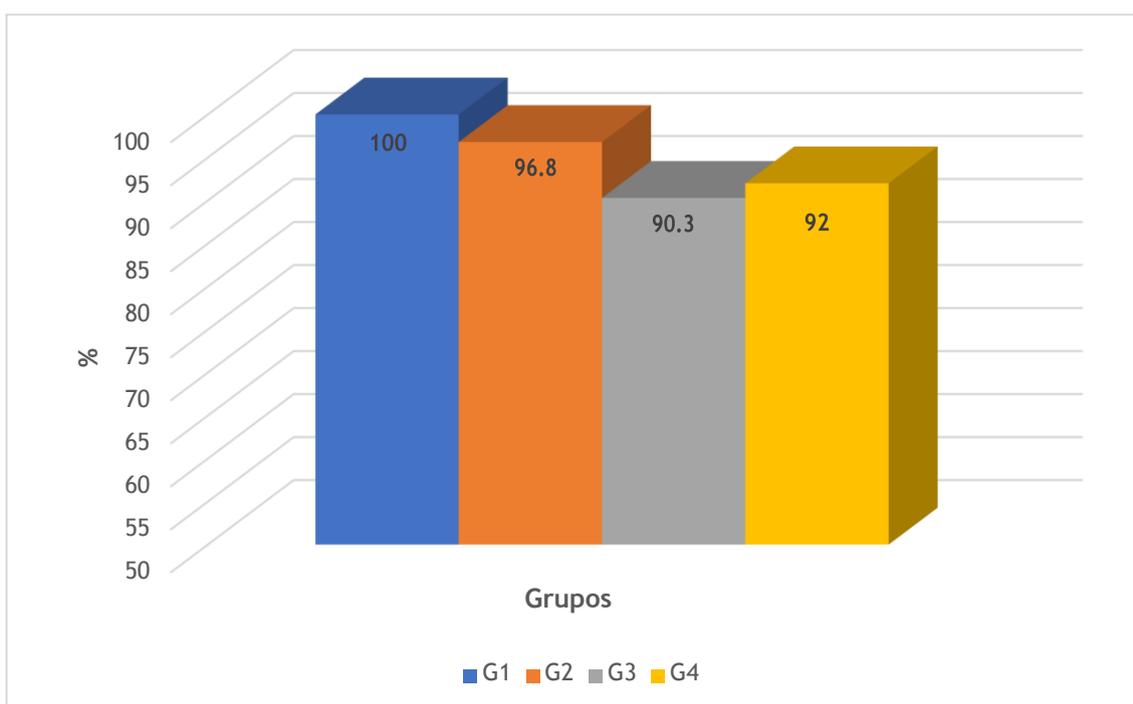


Figura 2. Comparativo porcentual entre grupos para el peso del hígado

Como ha sido mencionado por Armas (2021), el hígado es el órgano clave para el metabolismo intermediario, en el que los sustratos son llevados a productos útiles, entre estos la generación de ATP; por tal motivo, la reducción del peso relativo del hígado por efecto de la presencia de orégano en el alimento parece estar relacionada con el metabolismo más intenso de la grasa en el pollo de carne dando lugar a hígado de menor tamaño.

El análisis estadístico también mostró significación ($P < 0.01$) para la interacción grupos x sexos, cuyos resultados se presentan en la tabla 4 y en la figura 3.

Tabla 4. Peso relativo del hígado según interacción Grupos x Sexos

Sexo	Grupos			
	G1	G2	G3	G4
Machos	^A 3.69 ^a	^B 3.30 ^a	^C 2.89 ^B	^C 2.98 ^b
Hembras	^a 3.40 ^a	^a 3.41 ^a	^a 3.49 ^A	^a 3.29 ^a

^{a, b} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas ($a > b$, $P < 0.05$; $A > B$, $p < 0.01$) entre sexos dentro de grupos (letras del lado derecho) y entre grupos dentro de sexos (letras del lado izquierdo).

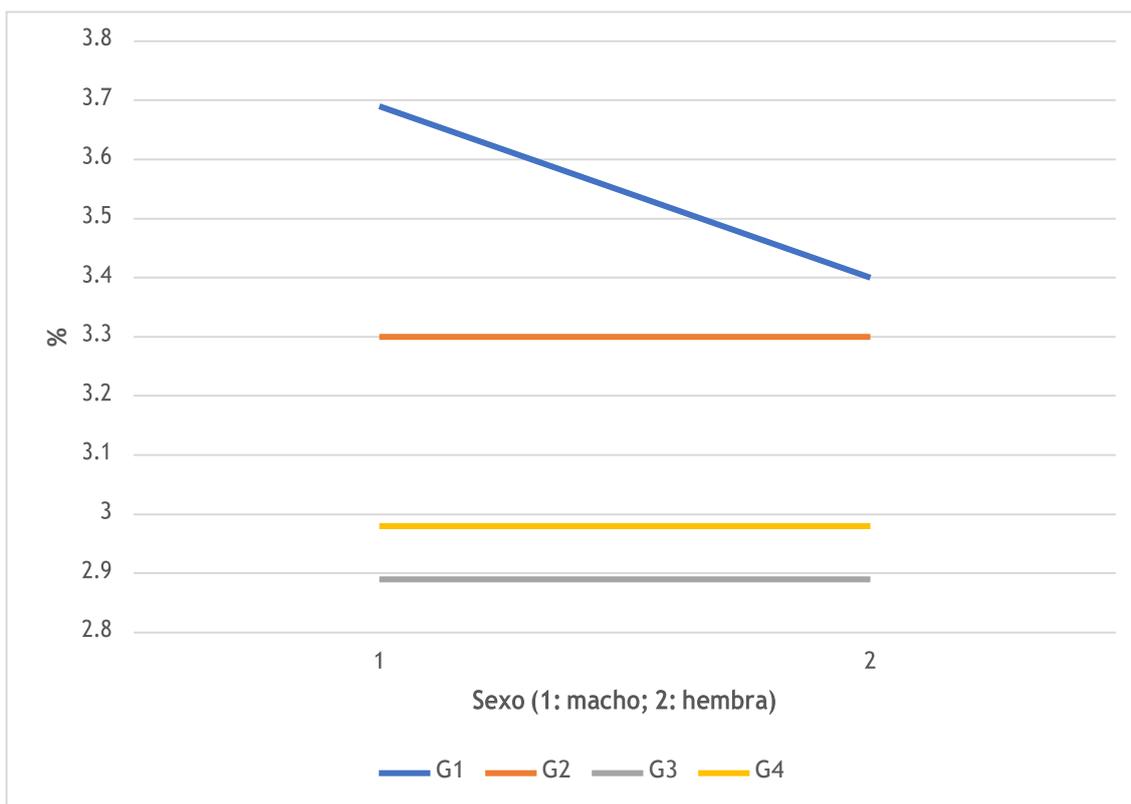


Figura 3. Interacción Grupo x Sexo para peso relativo del hígado

Como se puede apreciar, la tendencia decreciente ($P < 0.01$) en el peso relativo del hígado ocurrió en los machos y no en las hembras, en las que el peso del hígado tendió a ser mayor conforme se avanzó desde el grupo 1 al 4. En este caso, parece evidente que la presencia del orégano tuvo mayor efecto sobre el tamaño relativo del hígado en el sexo con mayor capacidad para crecer; dado que la hembra, en forma natural, se prepara para una futura campaña de producción de huevos en la que se necesita de reserva grasa esta tendencia natural pareció superar al efecto del orégano sobre el tamaño relativo del hígado.

Efectos contradictorios en el peso relativo del hígado por presencia de orégano (aceite esencial o polvo) se han reportado por diferentes investigadores. Así, Bahakaim et al. (2020), Heydasian et al. (2020), Corduk et al. (2013), citados por Eler et al. (2019), Mohiti-Asli y Ghanaatpasast-Rashti (2018), Hernández et al. (2004), no encontraron efecto significativo sobre el peso relativo del hígado. Sin embargo, Amad et al. (2011), citados por Mohiti-Asli y Ghanaatpasast-Rashti (2018), y Khosravinia (2016), reportaron disminución significativa en el peso relativo del hígado por efecto de la suplementación de orégano en la dieta.

Estos reportes también ponen en evidencia que los resultados pueden estar influenciados marcadamente por los diferentes factores indicados anteriormente (origen, edad, fecha de cosecha, procesamiento, manejo, etc., del orégano). No obstante, los resultados obtenidos en la presente investigación son indicativos del empleo más intenso de los sustratos por parte del hígado y disminuirían las posibilidades de presentación de hígado graso.

3.3. Peso y Peso Relativo de Páncreas

Los resultados de peso y peso relativo del páncreas de pollos de carne (42 días de edad) que recibieron orégano en polvo en el alimento se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Peso y peso relativo del páncreas de pollos de carne (42 días de edad) que recibieron orégano en polvo en el alimento

Ítem	G1	G2	G3	G4
APC	No	Sí	No	No
Orégano, %	No	No	0.05	0.10
Peso de páncreas, g.:				
Promedio de grupo	6.00 ^b	5.75 ^b	6.00 ^b	10.0 ^a
Promedio de sexo		7.88 ^a (M)		6.00 ^a (H)
Peso relativo de páncreas, %:				
Promedio de grupo	0.31 ^b	0.29 ^b	0.30 ^b	0.50 ^a
Promedio de sexo		0.36 ^a (M)		0.40 ^a (H)

^{a, b} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas (a>b, P<0.05; A>B, P<0.01) entre grupos (Duncan) y entre sexos (valor de F).

Los grupos 1, 2 y 3 no difirieron entre ellos pero fueron inferiores al grupos 4 ($P < 0.05$); aunque los machos presentaron un páncreas relativamente más pesado que el de las hembras, la diferencia no fue significativa ($P > 0.05$). Al evaluar el peso relativo (%) se determinó que la tendencia se mantuvo con relación al peso (g), el grupo 4 fue superior ($P < 0.05$) al resto de grupos y tampoco hubo diferencia entre los sexos.

Este resultado es interesante, toda vez que indica que con 0.1% de orégano se incrementó el tamaño del páncreas en forma general, ya que tanto machos como hembras mostraron mayor peso de este órgano. El incremento del peso relativo del grupo 4 con respecto al grupo 1 (testigo negativo) fue de 61.3%. Resultado que indicaría el vínculo entre los componentes del orégano y el trabajo del páncreas en la mayor secreción de enzimas digestivos pancreáticos y la mejor conversión alimenticia exhibida por los pollos que consumen este fitobiótico.

Khosravinia (2016) determinó que con la suplementación de un fitobiótico muy parecido al orégano (la satureja) se incrementó el peso relativo del páncreas de 0.302 a 0.34% ($P < 0.05$), aunque el incremento fue estadísticamente significativo la magnitud fue menor a la obtenida en el presente ensayo. Hashemipour et al. (2013) determinaron mayor actividad pancreática en pollos de carne a los que suplementaron con timol y carvacrol, principios contenidos en el orégano; observaron mayor secreción de tripsina, lipasa y proteasa, lo que permitió inferir el respaldo sobre el rendimiento del crecimiento y menor deposición de grasa abdominal. Mejoras consistentes ($P < 0.001$) en digestibilidad de las grasas por suplementación de principios fitobióticos ya habían sido reportados por Hernández et al. (2004).

3.4. Peso y Peso Relativo de Intestinos

Los resultados de peso y peso relativo del páncreas de pollos de carne (42 días de edad) que recibieron orégano en polvo en el alimento se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Peso y peso relativo de intestinos de pollos de carne (42 días de edad) que recibieron orégano en polvo en el alimento

Ítem	G1	G2	G3	G4
APC	No	Sí	No	No
Orégano, %	No	No	0.05	0.10
Peso de intestinos, g.:				
Promedio de grupo	175.5 ^a	167.0 ^a	157.5 ^a	161.0 ^a
Promedio de sexo		180.25 ^A (M)		150.25 ^B (H)
Peso relativo de intestinos, %:				
Promedio de grupo	9.01 ^a	8.38 ^{ab}	7.93 ^b	8.01 ^b
Promedio de sexo		8.266 ^a (M)		8.40 ^a (H)

^{a, b} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas ($a > b$, $P < 0.05$; $A > B$, $P < 0.01$) entre grupos (Duncan) y entre sexos (valor de F).

Las diferencias entre grupos no alcanzaron significación estadística ($P > 0.05$); en cambio, la diferencia entre sexos sí ($P < 0.01$), los machos presentaron intestinos más pesados que las hembras (alrededor de 20%). La interacción grupo x sexo, para el peso, fue significativa ($P < 0.05$). Cuando se evaluó el peso relativo del intestino (rendimiento respecto al peso de la carcasa) se determinó que hubo diferencias significativas entre grupos, los que recibieron orégano tuvieron menos peso relativo que los dos testigos. En comparación con el promedio logrado por el testigo negativo (grupo 1) los grupos 2, 3 y 4 representaron 93, 88 y 88.9%, respectivamente. No hubo diferencia significativa entre sexos ($P > 0.05$) y, como en el caso de los pesos, la interacción resultó significativa ($P < 0.05$).

En la tabla 7 se presentan los resultados de la interacción grupos x sexo para el peso de los intestinos.

Tabla 7. Peso de los intestinos según interacción Grupos x Sexo

Sexo	Grupos			
	G1	G2	G3	G4
Machos	^a 193.5 ^a	^a 185.5 ^a	^a 185.0 ^a	^a 157.0 ^a
Hembras	^a 157.5 ^b	^a 148.5 ^b	^a 130.0 ^b	^a 165.0 ^a

^{a, b} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas ($a > b$, $P < 0.05$) entre sexos dentro de grupos (letras del lado derecho) y entre grupos dentro de sexos (letras del lado izquierdo).

En la Figura 4 se ilustra la interacción grupos x sexo para el peso de los intestinos.

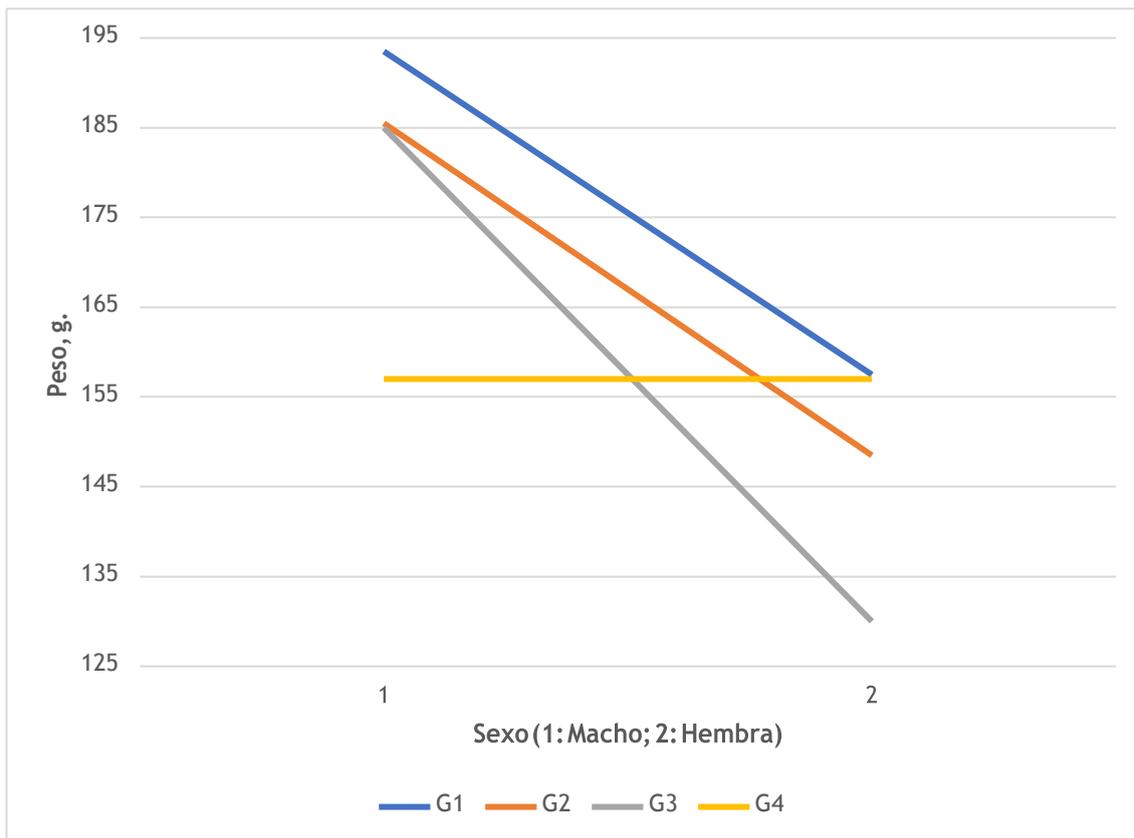


Figura 4. Interacción Grupo x Sexo para peso de los intestinos

Como se puede observar, el comportamiento de los grupos 3 y 4 fue el que ocasionó la significación para la interacción. En el grupo 4 las hembras tuvieron intestinos más pesados que los machos; en tanto que en el grupo 3 la gran diferencia entre ambos sexos hace que se aleje de la tendencia exhibida por los grupos 1 y 2, cuya tendencia fue muy parecida.

En la tabla 8 se presentan los resultados de la interacción grupos por sexo para el peso relativo de los intestinos.

Tabla 8. Peso relativo de los intestinos según interacción Grupos x Sexo

Sexo	Grupos			
	G1	G2	G3	G4
Machos	^a 9.32 ^a	^b 8.45 ^a	^b 8.29 ^a	^c 6.98 ^B
Hembras	^a 8.71 ^a	^a 8.31 ^a	^b 7.57 ^a	^a 9.04 ^A

^{a, b} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas ($a > b$, $P < 0.05$; $A > B$, $P < 0.01$) entre sexos dentro de grupos (letras del lado derecho) y entre grupos dentro de sexos (letras del lado izquierdo).

En la figura 5 se ilustra la interacción para el peso relativo de los intestinos.

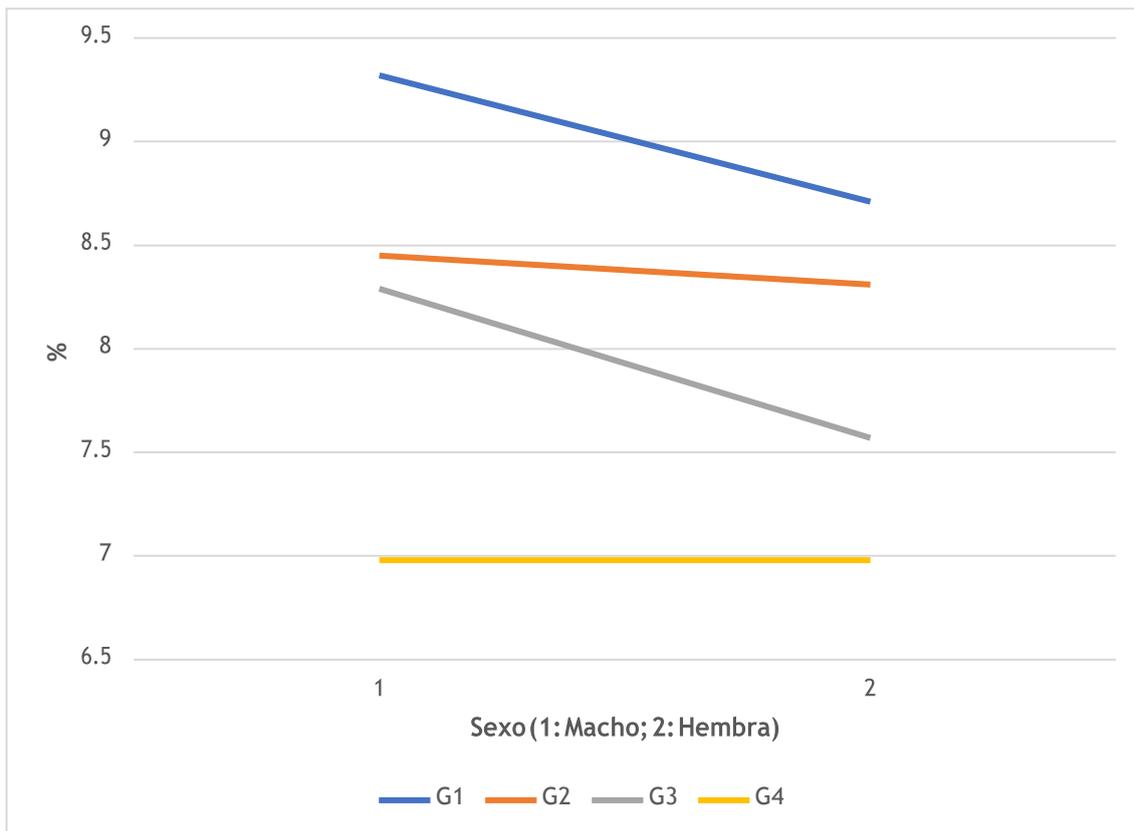


Figura 5. Interacción Grupos x Sexo para el peso relativo de los intestinos

Se puede apreciar como el comportamiento del grupo 4 ocasiona, prácticamente solo, la interacción ya que fue una tendencia contraria a la exhibida por los otros tratamientos.

Efectos sobre los intestinos por parte del orégano (aceite esencial o polvo), disminuyendo el peso real o relativo, han sido reportados por Heydasian et al. (2020), quienes encontraron menor peso relativo aunque no significativo, Vlaicu et al. (2020) también reportaron una tendencia a disminuir aunque no significativa, Noguana Tadjong et al. (2017) reportaron menor ($P < 0.05$) densidad intestinal. Efectos positivos sobre el epitelio intestinal (vellosidades más largas) también se han reportado por diferentes investigadores (Parvizi et al., 2020), lo que junto con la mayor actividad enzimática digestiva y antioxidante (Eler et al., 2019; Hashemipour et al., 2013) permiten mejor rendimiento de los pollos de carne. Así mismo, intestinos más ligeros por acción del orégano permiten asumir que es una acción parecida a la de los APC que promueven

intestinos menos densos debido a paredes más delgadas facilitando la absorción de nutrientes.

3.5. Peso y Peso Relativo de la Bursa de Fabricio

Los resultados de peso y peso relativo de la bursa de Fabricio de pollos de carne (42 días de edad) que recibieron orégano en polvo en el alimento se presentan en la tabla 9.

Tabla 9. Peso y peso relativo de la bursa de Fabricio de pollos de carne (42 días de edad) que recibieron orégano en polvo en el alimento

Ítem	G1	G2	G3	G4
APC	No	Sí	No	No
Orégano, %	No	No	0.05	0.10
Peso de bursa de Fabricio, g.:				
Promedio de grupo	5.75 ^a	5.75 ^a	6.00 ^a	4.75 ^b
Promedio de sexo		6.00 ^A (M)		5.13 ^B (H)
Peso relativo de bursa de Fabricio, %:				
Promedio de grupo	0.30 ^a	0.29 ^a	0.31 ^a	0.23 ^b
Promedio de sexo		0.27 ^a (M)		0.29 ^a (H)

^{a, b} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas (a>b, P<0.05; A>B, P<0.01) entre grupos (Duncan) y entre sexos (valor de F).

El análisis estadístico determinó que no hubo diferencia significativa en el peso de la bursa de los grupos 1, 2 y 3; pero la del grupo 4 fue significativamente (P<0.05) menos pesada. Los machos superaron a las hembras (P<0.01) con bursa más grande. Evaluada la información como peso relativo se mantuvo la misma tendencia y significación entre grupos, el 4 presentó la bursa más pequeña (P<0.05); en tanto que, con relación al sexo, la diferencia fue no significativa (P>0.05), indicando que en base constante tanto machos como hembras presentan bursas del mismo tamaño.

La evaluación estadística también mostró que la interacción Grupos x Sexo fue significativa (P<0.01) tanto en el peso real como en el peso relativo.

En la tabla 10 se presentan los resultados de la interacción grupos x sexo para el peso de la bursa de Fabricio; interacción que se ilustra en la figura 6. Los machos superaron a las hembras dentro de los grupos 2 y 4; dentro de los machos, el grupo 2 presentó la bursa más pesada, no hubo diferencia entre los otros grupos; dentro de las

hembras los grupos 1 y 3 presentaron las bolsas más pesadas; sin embargo, como el peso real está influenciado por el tamaño de los pollos, una mejor evaluación se hace a través de la comparación del peso relativo.

Tabla 10. Peso de la bolsa de Fabricio según interacción Grupos x Sexo

Sexo	Grupos			
	G1	G2	G3	G4
Machos	^b 5.5 ^A	^a 7.0 ^A	^b 6.0 ^A	^b 5.5 ^A
Hembras	^a 6.0 ^A	^b 4.5 ^B	^a 6.0 ^A	^b 4.0 ^B

^{a, b} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas ($a > b$, $P < 0.05$; $A > B$, $P < 0.01$) entre sexos dentro de grupos (letras del lado derecho) y entre grupos dentro de sexos (letras del lado izquierdo).

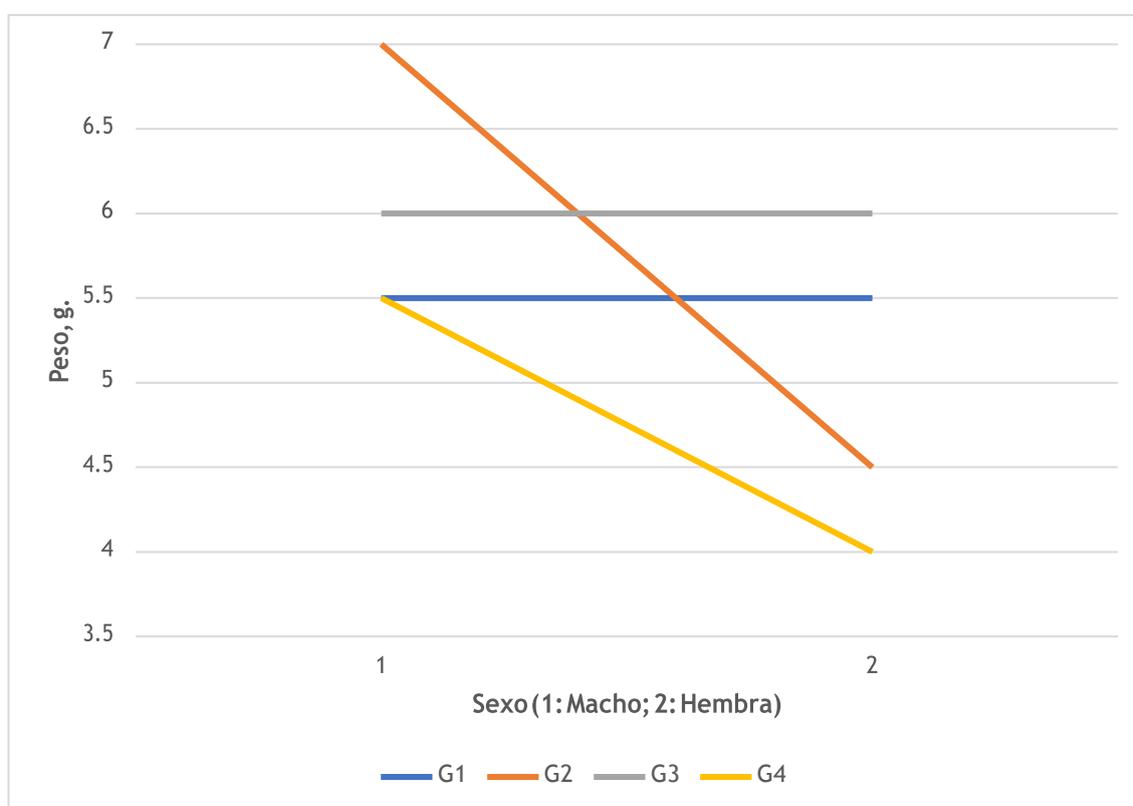


Figura 6. Interacción Grupos x Sexo para el peso de la bolsa de Fabricio

En la tabla 11 se presentan los resultados de la interacción grupos x sexo para el peso relativo de la bolsa de Fabricio; interacción que se ilustra en la figura 7. Comportamientos contrarios se dieron en relación a los grupos testigo (negativo y positivo); en el primero, las hembras tuvieron bolsas más peso relativo ($P < 0.05$), pero en el segundo los machos presentaron las de mayor ($P < 0.05$) peso relativo; en el grupo 3 (0.05% de orégano) nuevamente las hembras tuvieron las bolsas de más ($P < 0.05$) peso

relativo, en el grupo 4 (0.1% de orégano) la diferencia no fue significativa ($P>0.05$). Dentro de sexos, en el caso de los machos no hubo diferencia ($P>0.05$) entre grupos y en el caso de las hembras si hubo diferencia ($P<0.05$), los grupos 3 y 1 tuvieron el mayor peso relativo y fueron similares ($P>0.05$), superando al grupo 2 y este al grupo 3.

Tabla 11. Peso relativo de la bursa de Fabricio según interacción Grupos x Sexo

Sexo	Grupos			
	G1	G2	G3	G4
Machos	^a 0.27 ^b	^a 0.32 ^a	^a 0.27 ^b	^a 0.24 ^a
Hembras	^a 0.33 ^a	^b 0.25 ^b	^a 0.35 ^a	^c 0.22 ^a

^{a, b} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas ($a>b$, $P<0.05$; $A>B$, $P<0.01$) entre sexos dentro de grupos (letras del lado derecho) y entre grupos dentro de sexos (letras del lado izquierdo).

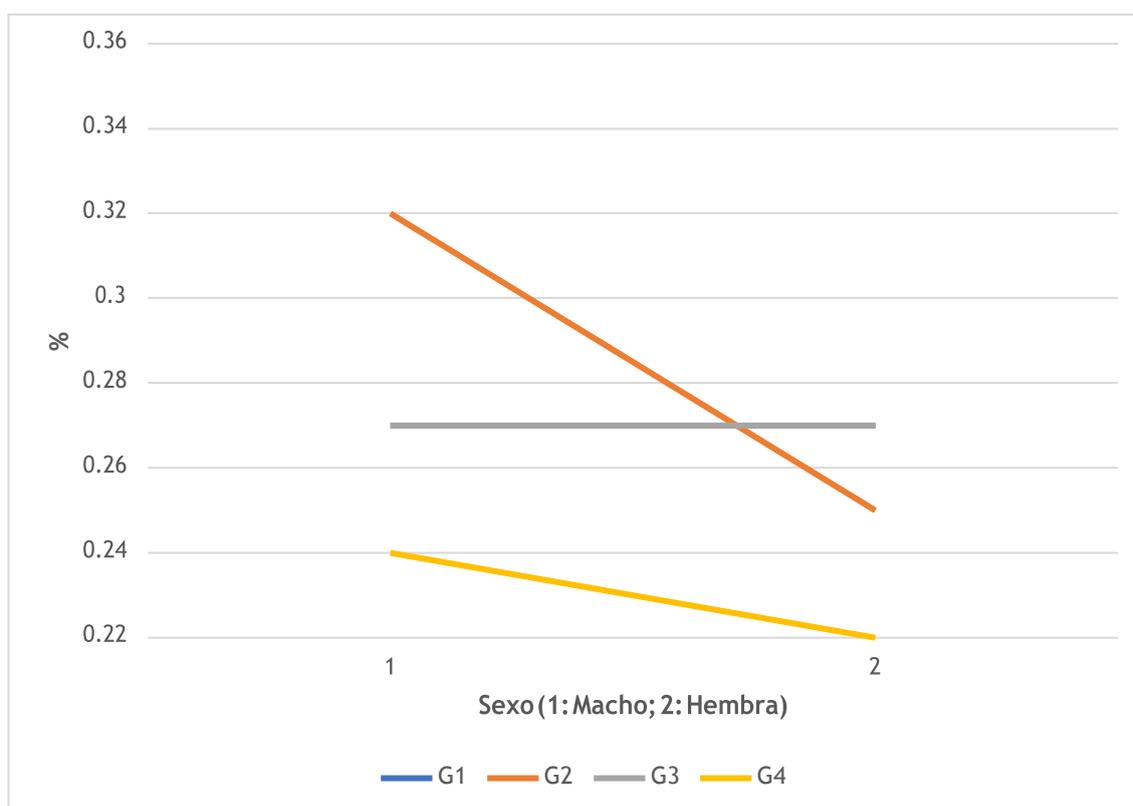


Figura 7. Interacción Grupos x Sexo para el peso relativo de la bursa de Fabricio

La bolsa de de Fabricio es un órgano linfoide muy importante para las aves (Eler et al., 2019), entre sus funciones se encuentra la hematopoyesis y la maduración de linfocitos B; por lo tanto, está muy vinculada al sistema de inmunocompetencia. Genera los anticuerpos para luchar contra la enfermedad de New Castle y la viruela, por lo tanto su deterioro (ej.: enfermedad de Gumboro, que la desnaturaliza) hará que las aves estén

expuestas a ellas; en forma natural, la bursa pierde importancia conforme las aves se van haciendo más viejas, por encima de las 14 semanas y se atrofia (Cortés y Villamarín, 2013).

Una situación curiosa ocurrió con el comportamiento del peso relativo de la bursa en el grupo 4, tanto en machos como en hembras, en contraposición con el grupo 3. En ambos grupos se incluyó el orégano en polvo en la dieta y ambos obtuvieron el mayor rendimiento de carcasa; sin embargo, con el grupo 4 se determinó una reducción en el peso relativo de la bursa, el que no asociamos con problemas patológicos y tampoco que hubiese perdido capacidad en sus funciones, ya que se habría reflejado en el rendimiento. Desconocemos si una bursa más pequeña, dentro de condiciones adecuadas de salud, propiciada por el 0.1% de orégano en la dieta se deba a una mejor actividad en sus funciones.

Armas (2021), evaluando la combinación de orégano con un suplemento enzimático de última generación, en pollos de 42 días de edad, también obtuvo interacción significativa y sólo en el caso de los machos encontró bursas un tanto más pequeñas pero no diferentes en forma significativa ($P>0.05$).

Parece evidente que la presencia del orégano, sólo y en la proporción de 0.1%, ejerce un efecto (que se asume positivo) sobre la actividad de la bursa y que propiciaría menor tamaño relativo.

Es innegable, que se requiere de investigación complementaria, no sólo para esclarecer este comportamiento de la bursa y la inmunocompetencia, sino también del comportamiento de la deposición de grasa y propiedades de la carcasa.

Las apreciaciones vertidas por diferentes investigadores (Mehdi et al., 2018; Zhai et al., 2018; Sugiharto, 2016; Applegate et al., 2010) asumen que los fitobióticos son “antibióticos”, se diferencian con los APC en que no son fármacos y en su modo de

acción. Su uso se ha desarrollado para poder controlar o mitigar el efecto de la microbiota de tipo patógeno que existe naturalmente en el intestino que por diferentes razones pasa a estar fuera de control, con la ventaja de no producir resistencia. Esto último es muy importante para el consumidor final de la carne de pollo y para la avicultura misma, ya que no se desarrollarían cepas resistentes que atentarían contra la salud humana y de las aves. Pero, como han indicado los investigadores aún hay mucho por investigar con relación a las contradicciones en los resultados obtenidos, lo que podría deberse a los diferentes factores que afectan el contenido de los principios de las especies fitobióticas.

Se asume que si el orégano controla la microbiota intestinal y promueve mayor rendimiento, es posible que el organismo responda con una reducción (dentro de lo normal) del tamaño de la bursa.

La antibiótico resistencia es un problema de salud muy serio en las personas y también en los animales, mucho del problema se debe a la automedicación; sin embargo, se ha determinado una relación entre el empleo de antibióticos fármacos en la alimentación animal y la resistencia en las personas. Como se indicó anteriormente, actualmente el mundo desarrollado ha prohibido el empleo de APC en la alimentación animal, eso no se ha dado aún en el mundo en vías de desarrollo; debemos reconocer que todos los seres humanos tenemos el mismo derecho a disponer de una alimentación inocua, para que esto suceda se tiene que vencer la resistencia de la industria productora de APC y, por otro lado, se tiene que demostrar que las alternativas de no fármacos con tan buenas como los fármacos, además de implementar buenas prácticas productivas.

El hecho de haberse prohibido los APC en el mundo desarrollado dejó a la industria de los fármacos con grandes reservas de antibióticos, las que dirigieron hacia el mundo en vías de desarrollo (donde no existen tales prohibiciones), el productor local es muy temeroso de las pérdidas económicas que puede representar el no uso de medidas

preventivas; sin embargo, no tiene en consideración que el auge del empleo de APC se dio por que las condiciones de sanidad en las granjas se descuidó o viceversa, debido a que se disponía de APC empezaron a descuidar las condiciones de higiene de la granja. Se debe tener bien en cuenta que buscar alternativas a los antibióticos empieza por mejorar las condiciones de explotación de los animales, nada se logra investigando sobre los posibles reemplazantes de los fármacos si no se mejoran las condiciones de explotación.

IV. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se desarrolló el presente trabajo de investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. El peso relativo de carcasa se vio mejorado por la inclusión de orégano en la dieta, con 0.05 y 0.1% de orégano en polvo se superó ($P < 0.05$) a los grupos testigo (negativo y positivo).
2. La suplementación de orégano en polvo originó una tendencia significativa ($P < 0.05$) a disminuir el peso y el peso relativo del hígado, asumiéndose que se puede deber a mayor utilización de los lípidos desde este órgano.
3. Con 0.1% de orégano en polvo en la dieta se logró que el peso real y el peso relativo del páncreas sea significativamente mayor ($P < 0.01$) que el resto de tratamientos.
4. El peso de los intestinos no difirió ($P > 0.05$) debido a la presencia del orégano en polvo en la dieta de los pollos; sin embargo, cuando la información se llevó a peso relativo el testigo negativo presentó el valor más alto, se presentó una tendencia a disminución progresiva conforme se pasó al testigo positivo, 0.05 y 0.1% de orégano-
5. Con 0.1% de orégano en polvo en la dieta se logró un peso significativamente ($P < 0.05$) inferior en el peso real y peso relativo de la bursa de Fabricio.

V. RECOMENDACIONES

- 1.** Emplear orégano en polvo, entre 0.05 y 0.1%, en la dieta de pollos de carne por permitir mejor rendimiento de carcasa y mostrar evidencias de acción positiva de la inmunocompetencia a través del peso de órganos.
- 2.** Realizar investigaciones que permitan determinar las condiciones óptimas del orégano para ser utilizado en la alimentación de los pollos de carne.
- 3.** Determinar el efecto del orégano sobre la calidad de la carcasa y aceptación de la carne.

BIBLIOGRAFÍA

- Applegate, T. J., Klose, V., Steiner, T., Ganner, A., and Schatzmayr, G. (2010). Probiotics and phytochemicals for poultry: Myth or reality? *J. Appl. Poult. Res.*, 19: 194-210, DOI: 10.3382/japr.2010-00168
- Armas, W. G. (2021). Uso simultáneo de orégano y un complejo enzimático en la dieta de pollos de carne (42 días de edad) y su acción sobre el tamaño de órganos. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo". Lambayeque, Perú.
- Bahakaim, A. S. A., Abdel-Halim, H. A. H., Mousa, S. M. M., and Fadl, A. (2020). Effect of dietary oregano supplementation on productive, physiological and immunological performance of broiler chicks. *Egyptian Poultry Science Journal*, 40 (II): 507-524. ISSN: 2090-0570.
- Betancourt, L., Rodríguez, F., Phandanouvong, V., Ariza-Nieto, C., Hume, M., Nisbet, D., Afanador-Téllez, G., Matynova Vankley, A., and Nalian, A. (2014). Effect of *Origanum* chemotypes on broiler intestinal bacteria. *Poultry Science*, 93: 2526-2535. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2014-03944>
- Bunge, M. (1972). La Investigación Científica, su Estrategia y su Filosofía. 2da edición. Ediciones Ariel. Barcelona, España.
- Cortés, L. S. & Villamarín, S. (2013). Características morfológicas de órganos linfoides y estudios serológicos en levante de ponedoras utilizando un inmunomodulador, vitaminas y aminoácidos. *Spei Domus*, 9(18): 29-36.
- Díaz-Sánchez, S., D'Souza, D., Biswas, D., and Hanning, I. (2015). Botanical alternatives to antibiotics for use in organic poultry production. *Poultry Science*, 94: 1419-1430. <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pev014>
- Eler, G., Gomes, A. V. C., Trindade, B. S., Almeida, L. S. L., Dilelis, F., Cardoso, V. S. & Lima, C. A. R. (2019). Oregano essential oil in the diet of broilers: performance, carcass characteristics, and blood parameters. *South African Journal of Animal Science*, 49(4): 753-762. <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v49i4.17>
- Franciosini, M. P., Casagrande-Proietti, P., Forte, C., Beghelli, D., Acuti, G., Zanichelli, D., Bosco, A. dal, Castellini, C., & Trabalza-Marinucci, M. (2016). Effects of oregano (*Origanum vulgare* L.) and rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) aqueous extracts on broiler performance, immune function and intestinal microbial population. *Journal of Applied Animal Research*, 44(1): 474-479. DOI: 10.1080/09712119.2015.1091322
- Hashemipour, H., Kermanshahi, H., Golian, A., and Veldkamp, T. (2013). Effect of thymol and carvacrol feed supplementation on performance, antioxidant enzyme activities, fatty acid composition, digestive enzyme activities, and immune response in broiler chickens. *Poultry Science*, 92: 2059-2069. <http://dx.doi.org/10.3382/ps.2012-02685>
- Hernández, F., Madrid, J., García, V., Orenge, J., and Megías, M. D. (2004). Influence of two plants extracts on broilers performance, digestibility, and digestive organ size. *Poultry Science*, 83: 169-174.
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación. 5ta edición. McGraw-Hill/ Interamericana Editores S.A. de C.V. Impreso en Chile.
- Heydariyan, M., Ebrahimnezhad, Y., Meimandipour, A., Hosseini, S. A., & Banabazi, M. H. (2020). Effects of dietary inclusion of the encapsulated thyme and oregano essential oils mixture and probiotic on growth performance, immune response and intestinal morphology of broiler chickens. *Poultry Science Journal*, 8(1): 17-25. DOI: 10.22069/psj.2020.17101.1497

- Khosravinia, H. (2016). Mortality, production performance, water intake and organ weight of the heat stressed broiler chicken given savory (*Satureja khuzistanica*) essential oils through drinking water. *Journal of Applied Animal Research*, 44(1): 273-280. DOI: 10.1080/09712119.2015.1031781
- Mehdi, Y., Létourneau-Montminy, M.-P., Gaucher, M.-L., Chorfi, Y., Suresh, G., Rouissi, T., Kaur Brar, S., Coté, C., Avalos, A., and Godbout, S. (2018). Use of antibiotics in broiler production: Global impacts and alternatives. *Animal Nutrition*, 4: 170-178. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.03.002>
- Méndez, G., Durán, L., Hume, M., and Silva, R. (2017). Performance, blood parameters, and carcass yield of broiler chickens supplemented with Mexican oregano oil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 46(6): 515-520. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-92902017000600006>
- Mohiti-Asli, M. & Ghanaatparast-Rashti, M. (2018). Comparing the effects of a combined phytogetic feed additive with and individual essential oil of oregano on intestinal morphology and microflora in broilers. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1): 184-189. DOI: 10.1080/09712119.2017.1284074
- Ngouana Tadjong, R., Kana, J. R., Tsafack Necdem, B,m Yemdjie Mane, D. D., Mube Kuintche, H., Kuiede, S., Tegua, A., and Meimandipour, A. (2017). Performances of broiler chickens fed on diet supplemented with thyme and oregano essential oils stabilized in a plant charcoal matrix. *Journal of World's Poultry Research*, 7(2): 79-87.
- Ostle, B. (1979). *Estadística Aplicada*. E. Limusa. México, DF. 629 pp.
- Parvizi, O., Taherkani, R., and Abouzari, M. (2020). Evaluation the effect of using thyme and oregano powder in comparison to the antibiotic and probiotic supplementation on growth, some immune responses and intestinal morphology of broiler chicks. *Ukrainian Journal of Veterinary and Agricultural Sciences*, 3(1): 3-8. DOI: 10.32718/ujvas3-1.01
- Ri, C.-S., Jiang, X.-R., Kim, M.-H., Wang, J., Zhang, H.-J., Wu, S.-G., Bontempo, V., & Qi, G.-H. (2017). Effects of dietary oregano powder supplementation on the growth performance, antioxidant status and meat quality of broiler chicks. *Italian Journal of Animal Science*, 16(2): 246-252. DOI: 10.1080/1828051X.2016.1274243
- Scheffler, E. (1982). *Bioestadística*. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N.A.
- Sugiharto, S. (2016). Role of nutraceuticals in gut health and growth performance of poultry. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Science*, 15: 99-111. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas2014.06.001>
- Vlaicu, P. A., Panaite, T. D., Turcu, R. P., & Tabuc, C. (2020). Dietary *Origanum vulgare* supplements for broilers. *Ron. Biotechnol. Lett.*, 25(5): 1922-1929. DOI: 10.25083/rbl/25.5/1922.1929
- Zhai, H., Liu, H., Wang, S., Wu, J., Kluentner, A.-M. (2018). Potential of essential oil for poultry and pigs. *Animal Nutrition*, 4: 179-186. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.01.005>

ANEXOS

Anexo 01. Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso de la carcasa

Muestra	SC _i	GL	S ² _i	log ₁₀ S ² _i	GL x log ₁₀ S ² _i
1	0.0725	03	0.0242	- 1.6168	- 4.8504
2	0.1690	03	0.0563	- 1.2492	- 3.7477
3	0.2679	03	0.0893	- 1.0492	- 3.1475
4	0.1874	03	0.0625	- 1.2044	- 3.6131
Suma	0.6968	12	-----	-----	-15.3587

$S^2 = 0.0581$
 $B = -14.8329$
 $X^2 = 1.21^{NS}$

Anexo 02. Análisis de la varianza con los pesos de carcasa

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signif.
Media	63.1826	1	-----		
Tratamientos	00.6991	7	0.0999		
Grupos	00.0182	3	0.0061	1.15	NS
Sexos	00.6501	1	0.6501	122.66	**
G x S	00.0308	3	0.0103	1.94	NS
Residual	00.0159	8	0.0053		
Total	63.8976	16			

CV = 3.66%

Anexo 03. Análisis de la varianza con los pesos relativos de carcasa (Arc-sen)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signif.
Media	49779.19	1	-----		
Tratamientos	18.19	7	2.60		
Grupos	15.35	3	5.12	21.3	**
Sexos	02.05	1	2.05	8.54	*
G x S	00.79	3	0.26	1.08	NS
Residual	01.91	8	0.24		
Total	49799.29	16			

CV = 0.88%

S_{media} = 0.245

Prueba de Duncan Grupos

	2	3	4
S _{media}	0.245	0.245	0.245
AES	3.26	3.39	3.47
DLS	0.799	0.831	0.850

G₄ = 56.83^a

G₃ = 56.56^a

G₂ = 55.34^b

G₁ = 54.39^c

Anexo 04. Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso del hígado

Muestra	SC _i	GL	S ² _i	log ₁₀ S ² _i	GL x log ₁₀ S ² _i
1	276	03	92.00	1.9638	5.8914
2	267	03	89.00	1.9494	5.8482
3	249	03	83.00	1.9191	5.7572
4	254	03	84.67	1.9277	5.7831
Suma	1046	12	-----	-----	23.2799

$S^2 = 87.1667$
 $B = 23.2842$
 $X^2 = 0.01^{NS}$

Anexo 05. Análisis de la varianza con el peso del hígado

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signif.
Media	68382.25	1	-----		
Tratamientos	539.75	7	77.11		
Grupos	113.25	3	37.75	4.08	*
Sexos	361.00	1	361.00	39.03	**
G x S	65.50	3	21.83	2.36	NS
Residual	74.00	8	9.25		
Total	68996.00	16			

$CV = 4.65\%$
 $S_{media} = 1.5207$

Prueba de Duncan Grupos

	2	3	4
S _{media}	1.5207	1.5207	1.5207
AES	3.26	3.39	3.47
DLS	4.96	5.16	5.28

$G_1 = 69.0^a$
 $G_2 = 66.8^a$
 $G_3 = 63.5^{ab}$
 $G_4 = 62.3^b$

Anexo 06. Análisis de la varianza con el peso relativo del hígado (Arc-sen)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signif.
Media	1752.6950	1	-----		
Tratamientos	2.5065	7	0.3581		
Grupos	1.0497	3	0.3439	8.16	**
Sexos	0.3775	1	0.3775	8.80	*
G x S	1.0793	3	0.3598	8.39	**
Residual	0.3434	8	0.0429		
Total	1755.5449	16			

$CV = 1.98\%$
 $S_{media} = 0.1036$

Prueba de Duncan Grupos

	2	3	4
S _{media}	0.1036	0.1036	0.1036
AES	3.26	3.39	3.47
DLS	0.3377	0.3512	0.3595

G₁ = 10.8443^a
 G₂ = 10.5537^{ab}
 G₃ = 10.2765^{bc}
 G₄ = 10.1908^c

Análisis de varianza por sexo

FV	SC	GL	CM	F	Significación
Macho	2.0215	3	0.6738	15.71	**
Hembra	0.2311	3	0.0770	1.80	N. S.
Residual	0.3434	8	0.0429		

Análisis de varianza por grupos

FV	SC	GL	CM	F	Significación
Grupo 1	0.1976	1	0.1976	4.61	N. S.
Grupo 2	0.0308	1	0.0308	<1	N. S.
Grupo 3	0.9597	1	0.9597	22.37	**
Grupo 4	0.2687	1	0.2687	6.26	*
Residual	0.3434	8	0.0429		

Anexo 07. Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso del páncreas

Muestra	SC _i	GL	S ² _i	log ₁₀ S ² _i	GL x log ₁₀ S ² _i
1	6.00	03	2.00	0.3010	0.9031
2	2.75	03	0.92	- 0.0378	- 0.1134
3	24.0	03	8.00	0.9000	2.7027
4	0	03	---	---	---
Suma	12.75	12	-----	-----	3.4924

$$S^2 = 2.7292$$

$$B = 5.2324$$

$$X^2 = 4.00^{NS}$$

Anexo 08. Análisis de la varianza con el peso del páncreas

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signif.
Media	770.0625	1	-----		
Tratamientos	72.4375	7	10.35		
Grupos	50.1875	3	16.73	12.8	**
Sexos	14.0625	1	14.06	5.15	NS
G x S	8.1875	3	2.73	2.08	NS
Residual	10.5000	8	1.31		
Total	853.0000	16			

$$CV = 16.5\%$$

$$S_{media} = 0.5723$$

Prueba de Duncan Grupos

	2	3	4
S _{media}	0.5273	0.5273	0.5273
AES	3.26	3.39	3.47
DLS	1.87	1.94	1.99

$$G_4 = 10.00^a$$

$$G_3 = 6.00^b$$

$$G_1 = 6.00^b$$

$$G_2 = 5.75^b$$

Anexo 09. Análisis de la varianza con el peso relativo del páncreas (Arc-sen)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signif.
Media	178.4482	1	-----		
Tratamientos	3.2829	7	0.4690		
Grupos	2.5990	3	0.8663	12.25	**
Sexos	0.0918	1	0.0918	1.51	NS
G x S	0.5921	3	0.1974	3.25	NS
Residual	0.4867	8	0.0608		
Total	182.2178	16			

$$CV = 6.16\%$$

$$S_{media} = 0.1233$$

Prueba de Duncan Grupos

	2	3	4
S _{media}	0.1233	0.1233	0.1233
AES	3.26	3.39	3.47
DLS	0.4020	0.4180	0.4279

$$G_4 = 4.04^a$$

$$G_1 = 3.17^b$$

$$G_3 = 3.08^b$$

$$G_2 = 3.07^b$$

Anexo 10. Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso del intestino

Muestra	SC _i	GL	S ² _i	log ₁₀ S ² _i	GL x log ₁₀ S ² _i
1	1441.00	03	480.33	2.6815	8.0446
2	1550.00	03	516.67	2.7132	8.1396
3	3075.00	03	1025.00	3.0107	9.0322
4	212.00	03	70.67	1.8492	5.5476
Suma	6278.00	12	-----	-----	30.7640

$$S^2 = 523.17$$

$$B = 32.6237$$

$$X^2 = 4.28^{NS}$$

Anexo 11. Análisis de la varianza con el peso del intestino

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signif.
Media	436921	1	-----		
Tratamientos	6499	7	928.43		
Grupos	745	3	248.33	1.42	NS
Sexos	3600	1	3600.00	20.61	**
G x S	2154	3	718.00	4.11	*
Residual	524	8	174.67		
Total	443944	16			

CV = 8%
 $S_{media} = 0.1233$

Análisis de varianza por sexo

FV	SC	GL	CM	F	Significación
Macho	1532.5	3	510.83	2.92	N. S.
Hembra	1366.5	3	455.50	2.61	N. S.
Residual	524.0	8	174.67		

Análisis de varianza por grupos

FV	SC	GL	CM	F	Significación
Grupo 1	1296	1	1296	7.42	*
Grupo 2	1369	1	1369	7.84	*
Grupo 3	3025	1	3025	17.32	**
Grupo 4	64	1	64	<1	N. S.
Residual	524	8	174.67		

Anexo 12. Análisis de la varianza con el peso relativo del intestino (Arc-sen)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signif.
Media	4493.5672	1	-----		
Tratamientos	8.0293	7	1.147		
Grupos	3.1887	3	1.063	5.00	*
Sexos	0.1129	1	0.1129	<1	NS
G x S	4.7277	3	1.5759	7.41	*
Residual	1.7009	8	0.2126		
Total	4503.2974	16			

CV = 2.75%
 $S_{media} = 0.2305$

Prueba de Duncan Grupos

	2	3	4
S_{media}	0.2305	0.2305	0.2305
AES	3.26	3.39	3.47
DLS	0.751	0.781	0.7998

$G_1 = 17.46^a$
 $G_2 = 16.82^{ab}$
 $G_3 = 16.41^b$
 $G_4 = 16.35^b$

Análisis de varianza por sexo

FV	SC	GL	CM	F	Significación
Macho	6.1977	3	2.0659	9.72	**
Hembra	2.6216	3	0.8739	4.11	*
Residual	1.7009	8	0.2126		

Análisis de varianza por grupos

FV	SC	GL	CM	F	Significación
Grupo 1	0.3690	1	0.3690	1.74	N. S.
Grupo 2	0.0204	1	0.0204	<1	N. S.
Grupo 3	0.5813	1	0.5813	2.73	N. S.
Grupo 4	4.7727	1	4.7727	22.5	**
Residual	1.7009	8	0.2126		

Anexo 13. Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso de la bursa de Fabricio

Muestra	SC _i	GL	S ² _i	log ₁₀ S ² _i	GL x log ₁₀ S ² _i
1	0.75	03	0.25	- 0.6021	- 1.8062
2	6.75	03	2.25	0.3522	1.0566
3	0.00	03	---	---	---
4	2.75	03	0.92	- 0.0379	- 0.1134
Suma	10.25	12	-----	-----	- 0.863

$$S^2 = 0.8542$$

$$B = -0.8215$$

$$X^2 = 0.095^{NS}$$

Anexo 14. Análisis de la varianza con el peso de la bursa de Fabricio

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signif.
Media	495.0625	1	-----		
Tratamientos	12.4375	7	1.7768		
Grupos	3.6875	3	1.2292	6.56	*
Sexos	3.0625	1	3.0625	16.33	**
G x S	5.6875	3	1.8958	10.11	**
Residual	1.5000	8	0.1875		
Total	509.	16			

$$CV = 7.79\%$$

$$S_{media} = 0.2165$$

Prueba de Duncan Grupos

	2	3	4
S _{media}	0.2165	0.2165	0.2165
AES	3.26	3.39	3.47
DLS	0.7058	0.7339	0.7513

$$G_3 = 6.00^a$$

$$G_2 = 5.75^a$$

$$G_3 = 5.75^a$$

$$G_4 = 4.75^b$$

Análisis de varianza por sexo

FV	SC	GL	CM	F	Significación
Macho	3.000	3	1.000	5.3	*
Hembra	6.375	3	2.125	11.3	**
Residual	1.500	8	0.1875		

Análisis de varianza por grupos

FV	SC	GL	CM	F	Significación
Grupo 1	0.250	1	0.250	1.33	N. S.
Grupo 2	6.250	1	6.250	33.3	**
Grupo 3	0.000	1	0.000	0.00	N. S.
Grupo 4	2.225	1	2.225	11.9	**
Residual	1.500	8	0.1875		

Anexo 15. Análisis de la varianza con el peso relativo de la bursa de Fabricio (Arc-sen)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signif.
Media	146.7799	1	-----		
Tratamientos	0.8775	7	0.1254		
Grupos	0.4234	3	0.1411	8.5	**
Sexos	0.0166	1	0.0166	1.0	NS
G x S	0.4375	3	0.1458	8.8	**
Residual	0.1331	8	0.0166		
Total	147.7905	16			

CV = 4.25%

$S_{media} = 0.0644$

Prueba de Duncan Grupos

	2	3	4
S_{media}	0.0644	0.0644	0.0644
AES	3.26	3.39	3.47
DLS	0.2099	0.2183	0.2235

$G_3 = 3.18^a$

$G_1 = 3.12^a$

$G_2 = 3.06^a$

$G_4 = 2.76^b$

Análisis de varianza por sexo

FV	SC	GL	CM	F	Significación
Macho	0.1777	3	0.0592	3.57	NS
Hembra	0.6832	3	0.2277	13.71	**
Residual	0.1331	8	0.0166		

Análisis de varianza por grupos

FV	SC	GL	CM	F	Significación
Grupo 1	0.1258	1	0.1258	7.58	*
Grupo 2	0.1338	1	0.1338	8.06	*
Grupo 3	0.1729	1	0.1729	10.42	*
Grupo 4	0.0216	1	0.0216	1.30	NS
Residual	0.1331	8	0.0166		