



UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN PECUARIA

**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

**Presentada para
optar el título profesional de
INGENIERO ZOOTECNISTA**

Autor: Bach. Armas Martínez, Walter Giordani

Asesores: Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.
(ORCID id: 0000-0002-0236-1593)

Ing. Sergio Rafael B. Del Carpio Hernández, M. Sc.
(ORCID id: 0000-0002-1526-8099)

**Lambayeque
PERÚ
14/07/2021**

**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

Presentada para

optar el título profesional de

INGENIERO ZOOTECNISTA

Autor: Armas Martínez, Walter Giordani

Sustentada y aprobada ante el

siguiente jurado

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

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

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

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

Ing. Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, Dr. -----
Patrocinador



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO

FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA



ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL

Nº 005- 2021/FIZ

Siendo las 9:00 am del día miércoles 14 de julio de 2021, de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución N° 092-2021-VIRTUAL-FIZ/D, de fecha 6 de julio de 2021, que autoriza la sustentación virtual de la tesis **"USO SIMULTANEO 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"**, por el Bachiller **WALTER GIORDANI ARMAS MARTINEZ**, se reunieron vía plataforma virtual: <https://meet.google.com/kre-pvxx-uks>, los miembros de jurado designados por Resolución N° 075-2018-FIZ-D, de fecha 28 de marzo de 2018: 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 Bernardo Del Carpio Hernández, M.Sc., (Patrocinador), para evaluar y dictaminar sobre el proyecto de tesis antes citado, el cual fue aprobado con Resolución N° 043-2021- VIRTUAL-FIZ/D, de fecha 16 de marzo del 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/zsi-artn-cej?authuser=0>, para deliberar y calificar la sustentación de la tesis: **"USO SIMULTANEO 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"** a cargo del Bachiller **WALTER GIORDANI ARMAS MARTINEZ**; 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 **WALTER GIORDANI ARMAS MARTINEZ**, 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 10:30 horas 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

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Armas Marínez, Walter Giordani, investigador principal; Del Carpio Ramos, Pedro Antonio y Del Carpio Hernández, Sergio Rafael Bernardo, asesores, del trabajo de investigación **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**, 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.

Armas Martínez, Walter Giordani

Del Carpio Hernández, Sergio Rafael Bernardo

Del Carpio Ramos, Pedro Antonio

DEDICATORIA

Dedico esta tesis principalmente a Dios, por haberme dado la vida, por los triunfos y los momentos difíciles que me ha enseñado a valorarlo cada día más y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres por ser el pilar importante de mi vida, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional en mi crecimiento profesional.

A mi amada Ruddy Alfaro, mi amor bonito por sus verdaderos sentimientos, el cual es mi apoyo para lograr mis sueños y anhelos.

A mi hijo Jhon Angel Didier por darme la fuerza a seguir mejorando para ser un buen profesional.

A mis hermanas Marisol, Merly y Janeth, por todo lo vivido en familia, siendo ello una herramienta para conservar la humildad ante los demás.

A mis sobrinos Adrián, Valentina, Génesis y Marcelo, por todo su cariño que me brindan a diario, siendo fundamental e importante en mi vida.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a todas las personas que me ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto y que culminara en el presente documento.

En especial a mis asesores al Ing. Sergio Rafael Bernardo Del Carpio Hernández, M. Sc. e Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr. C., quienes con sus conocimientos me guiaron en cada una de estas etapas del proyecto para alcanzar los resultados consignados en la tesis.

Resumen

Pollos Ross de 42 días de edad, procedentes de un ensayo de alimentación en el que se suplementó la dieta estándar con antibiótico promotor de crecimiento (APC), orégano en polvo y un complejo enzimático de última generación, fueron sacrificados para determinar el efecto sobre el peso y rendimiento de carcasas, hígado, páncreas, intestino y bursa de Fabricio. Se consideró cuatro grupos de suplementación (G1, testigo negativo; G2, testigo positivo con APC; G3, con 0.05% de orégano y 0.005% del complejo enzimático; G4, 0.1% de orégano y 0.005% de complejo enzimático) y los dos sexos. Hubo efecto significativo ($P < 0.01$) sobre el peso y rendimiento de carcasa a favor de los grupos suplementados con orégano y enzimas y a los machos sobre las hembras. El hígado mostró una tendencia significativa ($P < 0.05$) a ser más pequeño y menor rendimiento con la suplementación de orégano y enzimas; los machos presentaron hígado más grande ($P < 0.01$) pero en el rendimiento, relacionado al peso de carcasa, ambos sexos fueron similares ($P > 0.05$). En el páncreas no hubo efecto significativo ($P > 0.05$) tanto en el peso como en el rendimiento por efecto de la suplementación; los machos presentaron páncreas más grande ($P < 0.01$). No hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) en el peso del intestino, pero si ($P < 0.05$) en el rendimiento, los que recibieron orégano y enzimas rindieron menos. No hubo diferencia en peso y rendimiento de la bursa de Fabricio, pero, en ambos casos, la interacción fue significativa. Es recomendable continuar con la investigación para profundizar en el rol de los fitobióticos en reemplazo de los APC.

Palabras clave: Fitobióticos; Órganos; Pollos de carne; Alimentación.

Abstract

Ross chickens, 42 days old, from a feeding trial in which the diet was supplemented with growth promoter antibiotic (APC), oregano powder and a last generation enzyme complex, they were sacrificed to determine the effect on weight and performance of carcasses, liver, pancreas, intestine and bursa of Fabricio. Four supplementation groups were considered (G1, negative control; G2, positive control with APC; G3, with 0.05% oregano and 0.005% enzyme complex; G4, 0.1% oregano and 0.005% enzyme complex) and both sexes. There was a significant effect ($P < 0.01$) on carcass weight and performance in favor of the groups supplemented with oregano and enzymes and the males over the females. The liver showed a significant tendency ($P < 0.05$) to be smaller and lower yield with the supplementation of oregano and enzymes; males have a larger liver ($P < 0.01$) but in performance, related to carcass weight, both sexes were similar ($P > 0.05$). In the pancreas there was no significant effect ($P > 0.05$) in both weight and performance due to the effect of supplementation; males faced a larger pancreas ($P < 0.01$). There was no significant difference ($P > 0.05$) in intestine weight, but there was ($P < 0.05$) in performance, those who received oregano and enzymes yielded less. There was no difference in weight and performance of Fabricio's bursa, but, in both cases, the interaction was significant. It is advisable to continue with research to deepen the role of phytobiotics in replacement of APC.

Keywords: Phytobiotics; Organs; Meat chickens; Feeding.

ÍNDICE

Nº Cap.	Título del Capítulo	Nº Pág.
	Resumen/ Abstract	vii
	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	08
	2.1.1. De la acción de los antibióticos promotores del crecimiento (APC)	08
	2.1.2. De los potenciales reemplazantes de los APC	12
	2.1.3. Del efecto sobre los órganos internos	18
	2.2. Bases Teóricas	24
III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
	3.1. Peso y Rendimiento de Carcasa	25
	3.2. Peso y Rendimiento de Hígado	28
	3.3. Peso y Rendimiento de Páncreas	31
	3.4. Peso y Rendimiento de Intestinos	32
	3.5. Peso y Rendimiento de la Bursa de Fabricio	34
IV.	CONCLUSIONES	39
V.	RECOMENDACIONES	40
	BIBLIOGRAFÍA	41
	ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	Esquema del análisis de la varianza	07
2	Peso y rendimiento de carcasa de pollos de carne que recibieron orégano en polvo y un complejo enzimático de última generación en el alimento	25
3	Peso y rendimiento de hígado de pollos de carne que recibieron orégano en polvo y un complejo enzimático de última generación en el alimento	28
4	Peso y rendimiento de páncreas de pollos de carne que recibieron orégano en polvo y un complejo enzimático de última generación en el alimento	31
5	Peso y rendimiento de intestinos de pollos de carne que recibieron orégano en polvo y un complejo enzimático de última generación en el alimento	32
6	Peso y rendimiento de la bursa de Fabricio de pollos de carne que recibieron orégano en polvo y un complejo enzimático de última generación en el alimento	34
7	Tabla 7. Peso de bursa de Fabricio según interacción Grupos x Sexos	35
8	Tabla 8. Rendimiento de bursa de Fabricio según interacción Grupos x Sexos	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Título	Pág. Nº
01	Comparativo porcentual entre grupos y entre sexos para peso de carcasa	26
02	Comparativo entre grupos y entre sexos para el rendimiento de Carcasa	27
03	Comparativo porcentual entre grupos y sexos para el peso de Hígado	29
04	Comparativo entre grupos y entre sexos para rendimiento de Hígado	30
05	Comparativo entre grupos para rendimiento de intestino	33
06	Interacción Grupos x Sexos de los pesos de la bursa de Fabricio	35
07	Interacción Grupos x Sexos del rendimiento de bursa de Fabricio	36

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 rendimientos 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 rendimiento del hígado (Arc-sen)	45
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 rendimiento 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	46
12	Análisis de la varianza con el rendimiento del intestino (Arc-sen)	46
13	Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso de la bursa de Fabricio	47
14	Análisis de la varianza con el peso de la bursa de Fabricio	47
15	Análisis de la varianza con el rendimiento de la bursa de Fabricio (Arc-sen)	48

INTRODUCCIÓN

Un problema serio en la producción de pollos de carne y en la mayoría de las especies sarcopoyéticas de alto rendimiento es la aparente subutilización del alimento. Las dietas son formuladas para cubrir las exigencias nutricionales de la alta producción y, muchas veces, no se obtienen los rendimientos potenciales esperados.

No hace mucho tiempo se determinó que una causa tiene que ver con la alta viscosidad de la digesta, lo que se puede alcanzar debido al empleo de ciertos cereales o sus subproductos en las fórmulas. Por tal motivo, se repotenció el empleo de los suplementos enzimáticos o de principios que permitieran disminuir la viscosidad de la digesta. Por otro lado, en el afán de ya no emplear antibióticos promotores del crecimiento (APC) se ha optado por estrategias que están vinculadas a lo mencionado, debido a que las disbacteriosis atentan en contra del buen uso de los alimentos. La investigación con alternativas al empleo de los APC no hubiese sido posible si es que no se hubiese vinculado el desarrollo de la antibiótico resistencia en las personas con el empleo de estos fármacos en la alimentación de animales domésticos de interés zootécnico. Lo importante es que se está determinando una serie de acciones y no únicamente el control de las poblaciones bacterianas del tacto gastrointestinal (TGI).

Los complejos enzimáticos de última generación y los productos de acción fitobiótica (hierbas y especias) han mostrado acción de reducción de la viscosidad de la digesta, protección contra las bacterias de tipo patógeno y disminuir la auto oxidación, entre otras acciones benéficas.

Sin embargo, es relativamente escasa la información local con relación a la acción de estos productos sobre el tamaño de órganos, que podría indicar acciones benéficas sobre ellos, mejor utilización del alimento, mayor inmuno competencia, protección contra la acción de radicales libres, entre otras.

El orégano (*Oryganum vulgare*) ha sido investigado considerablemente en la alimentación de animales domésticos de interés zootécnico y es una especia que se dispone en el Perú. Así mismo, los complejos enzimáticos de última generación (de origen orgánico) también son disponibles en el país, por lo que en la presente investigación se planteó el **problema** a resolver asumiendo la siguiente interrogante: ¿Ejercerá algún efecto sobre el tamaño de órganos de pollos de carne de 42 días de edad el uso simultáneo de orégano y un complejo enzimático en la dieta? Para resolverla, se asumió la siguiente **hipótesis**: El uso simultáneo de orégano y un complejo enzimático ocasionará un efecto sobre el tamaño de órganos internos en pollos de carne de 42 días de edad.

Se consideró el siguiente **objetivo general**: Determinar y evaluar el peso de órganos internos en pollos de carne de cuarenta y dos días de edad que recibieron simultáneamente orégano y un complejo enzimático en el alimento.

En tanto que los objetivos específicos fueron:

1. Evaluar el peso y rendimiento de la carcasa.
2. Evaluar el peso del hígado.
3. Evaluar el peso del páncreas.
4. Evaluar el peso de intestinos.
5. Evaluar el peso de la bursa de Fabricio.

I. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.2. Tipo y Diseño de Estudio

La investigación es de tipo cuantitativo-propositivo; como ha sido indicado por Hernández et al. (2010), los estudios cuantitativos se caracterizan por el manejo de información cuantificada (cifras) que se generan en el proceso investigativo y es propositiva por proponer solución al problema de investigación y que se puede inferir al resto de la población. Bunge (1972), en su ya clásica publicación titulada *La Investigación Científica, su estrategia y su filosofía* indica que el “experimento es aquella clase de experiencia científica en la cual se provoca deliberadamente algún cambio y se observa e interpreta su resultado con alguna finalidad cognoscitiva” (p. 819). Por lo que la presente investigación responde al diseño experimental.

1.2. Lugar y Duración

El material para la investigación provino de una crianza familiar-comercial de pollos de carne realizada en la ciudad de Lambayeque, en la que se sacrificaron pollos en dos momentos, a los 21 y a los 42 días experimentales. En este ensayo se trabajó con los pollos sacrificados a la mayor edad.

1.3. Tratamientos Evaluados

Los pollos provinieron de un ensayo de alimentación en el que se consideró la presencia de orégano y un complejo enzimático en reemplazo del antibiótico promotor del crecimiento, en el que se consideró los siguientes tratamientos:

T₁: Testigo negativo (sin APC, sin orégano, sin complejo enzimático)

T₂: Testigo positivo (con APC, sin orégano, sin complejo enzimático)

T₃: 0.05% de orégano y 0.005% del complejo enzimático (sin APC)

T₄: 0.10% de orégano y 0.005% del complejo enzimático (sin APC)

1.4. Animales Experimentales

Originalmente los pollos fueron de la línea Ross 308, procedentes de una incubadora de la ciudad de Trujillo. Del total de pollos que estuvieron en el ensayo de alimentación, el que fue eficientemente conducido, se tomaron muestras de cuatro pollos por tratamiento (dos machos y dos hembras) en forma estrictamente al azar; sin embargo, se aplicó la aleatorización en el caso de que alguno de los animales se alejara de lo representativo.

1.5. Alimento Experimental

Dado que los pollos procedieron de un ensayo de alimentación en el que se consideró la inclusión de orégano y un complejo enzimático en reemplazo del APC es conveniente mencionar que la ración para el testigo negativo fue una ración estándar en base a maíz-torta de soja y no se consideró la inclusión de APC ni orégano ni complejo enzimático; en base a la misma ración en el testigo positivo se consideró la presencia de APC. En los tratamientos 3 y 4 no se incluyó APC, pero si diferentes proporciones de orégano (0.05 y 0.10%, respectivamente) y la misma proporción del complejo enzimático (0.005%). Todas las raciones fueron formuladas para cubrir los requerimientos de energía y proteína de las diferentes fases de crecimiento (Inicio, Crecimiento, Acabado), cada una de 14 días.

1.6. Instalaciones y Equipo

Para el sacrificio se dispuso de cuchillo de acero inoxidable, embudo de inmovilización, caldero y depósito para escaldado. Para el peso de las carcasas y de los órganos se dispuso de dos balanzas electrónicas, la de mayor capacidad (5 kilos y 1 gramos de aproximación) para las carcasas; la de menor capacidad (500 gramos con aproximación de 1 milésimo de gramo) para los órganos. Bolsas de plástico con cierre para muestras, plumón de tinta indeleble para identificar cada bolsa y libreta de campo.

1.7. Técnicas Experimentales

Los pollos recibieron un período de ayuno de 12 horas; sin embargo, dispusieron de agua de bebida. Antes del sacrificio fueron pesados (peso vivo).

Los animales fueron aturdidos mediante la rotura de la médula espinal, inmediatamente se procedió al degüello y sangrado, conforme cesó la evacuación de la sangre se siguió con el escaldado (agua a 70°C) y el desplume, acabada con esta fase se puso a reposar los productos por 10 minutos y enseguida se procedió al eviscerado, terminado este se lavaron las carcasas y se les quitó cabeza-cuello y los tarsos, y pesadas lo que registró como el peso de la carcasa.

Se separó y pesó el hígado, páncreas, intestinos y bursa de Fabricio, los pesos se registraron en una libreta de campo y posteriormente se trasladaron a una base datos en Excel.

Las carcasas se pesaron en la balanza de mayor capacidad y los órganos en la mayor precisión.

Todos los pollos sacrificados mostraron evidente buen estado de salud y los productos obtenidos también. En ningún momento los animales fueron maltratados.

1.8. Variables Evaluadas

Existieron dos tipos de variables, el peso (gramos) y el rendimiento (%). Para el caso de la carcasa, el rendimiento se calculó en función del peso vivo ($((\text{peso de carcasa} / \text{peso vivo}) \times 100)$) y en el caso de los órganos el rendimiento se basó en el peso de la carcasa ($((\text{peso del órgano} / \text{peso de la carcasa}) \times 100)$). Así las variables evaluadas fueron:

1. Peso y rendimiento de carcasa
2. Peso y rendimiento de hígado
3. Peso y rendimiento de páncreas
4. Peso y rendimiento de intestinos

5. Peso y rendimiento de bursa de Fabricio

1.9. Evaluación de la Información

Para la evaluación estadística se consideró plantear las hipótesis nula y alternativa:

H_0 : en la que se consideró que las medias de todos los tratamientos fueron iguales.

H_1 : al menos la media de uno de los tratamientos difirió del resto.

Estas hipótesis fueron contrastadas mediante la aplicación del diseño completamente al azar con arreglo factorial 4×2 , que se describe mediante el siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ijk} = u + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

En el que, según Ostle (1979): Y_{ijk} , es la variable evaluada; u , es el efecto medio verdadero; A_i , es el efecto verdadero del i -ésimo nivel del factor A; B_j , es el efecto verdadero del j -ésimo nivel del factor B; $(AB)_{ij}$, es el efecto verdadero de la interacción; E_{ijk} , es el error experimental o varianza residual.

Se mantuvo una disposición a tolerar una máxima probabilidad de 5% de cometer error de tipo I (Scheffler, 1982).

Antes de aplicar el análisis de la varianza con la información en gramos se aplicó la prueba de homogeneidad de varianzas para corroborar la suposición de homocedasticidad. Para aplicar el análisis de la varianza con la información porcentual previamente se hizo la transformación raíz cuadrada seno del arco, debido a que esta transformación neutralizó gran parte de la varianza residual no se aplicó la prueba de Bartlett.

El esquema del análisis de la varianza del diseño completamente al azar se presenta en la Tabla 1.

Sólo en los casos en que el valor de F fue significativo se procedió a aplicar la prueba de rango múltiple de Duncan y en el caso de significación de la interacción se

procedió a aplicar el análisis de la varianza para cada factor y la prueba de Duncan se aplicó solo con el factor A.

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		
A	A_{yy}	$a - 1 = 3$	A	A/E	$P < 0.05$
B	B_{yy}	$b - 1 = 1$	B	B/E	$P < 0.05$
AB	AB_{yy}	$(a - 1)(b - 1) = 3$	AB	AB/E	$P < 0.05$
Residual	E_{YY}	$ab(r - 1) = 8$	E		
Total	$\sum Y^2$	$abr - 1 = 16$			

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Bibliográficos

2.1.1. De la acción de los antibióticos promotores del crecimiento (APC)

Algunos investigadores asumen que ya se ha dicho suficiente sobre la prohibición de los APC debido a su vinculación con la resistencia bacteriana; como ha indicado Broom (2017), la palabra “antibiótico” puede entenderse como algo “contrario a la vida”; esta apreciación es complementada por el mismo autor al indicar que los “antibióticos son capaces de inhibir o matar bacterias”. La información histórica muestra que el descubrimiento de los antibióticos fue un hecho afortunado y desde que ocurrió han “jugado un rol crítico en la prevención, control y tratamiento de las enfermedades”. También, pronto se asumió que, al emplearlos a dosis sub terapéuticas se generó el concepto de antibióticos promotores del crecimiento (APC) debido a los importantes que se hicieron para la salud, bienestar y rendimiento animal, y para la productividad de la industria en general, como ha sido indicado por el mismo autor.

No obstante, el mismo Broom (2017) manifestó lo siguiente:

Poco después que se descubriera que los APC mejorarían el crecimiento y la eficiencia alimenticia, se expresaron preocupaciones acerca de la potencial relación entre el empleo de tales antibióticos y el desarrollo de resistencia por las bacterias. Posteriormente, estas preocupaciones condujeron a la adopción de legislación/ reglamentos de prohibición por países individuales y regiones, incluyendo a Estados Unidos.

Tal han sido los beneficios percibidos de los APC para la producción animal que (1) la industria ha buscado identificar aditivos o estrategias alternativas para ocupar el vacío, y (2) todavía queda un deseo (o quizás una necesidad) de entender el modo de acción de los APC.

En resumen, Broom (2017) indica las siguientes hipótesis que se han propuesto para explicar el mejor rendimiento animal al emplear APC:

(1) Reducción de la densidad microbial total en el tracto gastrointestinal (TGI), (2) Promoción de un balance microbial más favorable en el TGI y/o reducción de infecciones subclínicas, (3) Reducción de la producción de metabolitos bacteriales potencialmente tóxicos, y (4) Mejor absorción de nutrientes a través de un epitelio intestinal más delgado. [...], se propuso que los APC pueden trabajar inhibiendo directamente los efectos negativos de las células inflamatorias intestinales. Aunque la microbiota intestinal provee de numerosos beneficios al hospedero (Ej., desarrollo de ayudas autoinmunes, resistencia a la colonización por patógenos, producen ácidos grasos de cadena corta y algunas vitaminas, etc.) representa un alto costo de nutrientes (Ej., compite por los nutrientes disponibles, necesita el mantenimiento del tejido intestinal e inmunológico, etc.). Se reveló que en animales jóvenes los APC mejoran las tasas de crecimiento hasta en 16% y la eficiencia alimenticia por encima de 7%.

En la excelente revisión realizada por Broom (2017), con relación a los microorganismos que pueblan el TGI de las aves y el rol de los APC, se menciona que:

La respuesta del hospedero a su comunidad microbial intestinal (y productos microbiales asociados) influyen el impacto de la microbiota del intestino sobre la salud y rendimiento del hospedero. La relación entre la comunidad microbiana del TGI y el tejido intestinal es tanto intrincada como dinámica. El intestino juega un rol esencial en la habilitación de la digestión y absorción de nutrientes y en la prevención del pasaje del material extraño indeseable (Ej., microbios, productos microbianos dañinos, etc.) desde el ambiente externo. La más clara demostración de la relación entre la microbiota del TGI y el intestino es los animales libres de gérmenes tienen tejidos inmunológicos mucosales subdesarrollados en comparación a los animales convencionales. Contrariamente, se ha mostrado que los pollos criados en pobres condiciones sanitarias disminuyen la ganancia de peso y la eficiencia alimenticia y muestran incrementos en las concentraciones plasmáticas de interleucina-1 (IL-1), que juega un rol clave en la respuesta inflamatoria inmune. Los efectos proinflamatorios y de rendimiento negativo del pobre ambiente sanitario fueron contraatacados mediante la adición de antibióticos a la dieta de los pollos en estudio. Por lo tanto, la microflora intestinal es necesaria para el adecuado desarrollo inmunológico del intestino y del hospedero, pero una microbiota subóptima puede inducir respuestas proinflamatorias inmunes en el hospedero que son dañinas para el eficiente rendimiento del crecimiento. El rendimiento mejorado y la reducción de marcadores inflamatorios con antibióticos ha contribuido a las sugerencias de los efectos directos inmunomodulatorios (antiinflamatorios) para explicar el modo de acción de los APC. Una respuesta inmune óptima necesita un buen balance entre los mecanismos proinflamatorios

(para eliminar al patógeno) y antiinflamatorios (para mejorar la respuesta inflamatoria). La respuesta inflamatoria es esencial para la intercepción y neutralización del material extraño que penetra las superficies corporales exponiéndolas al ambiente externo. El brazo innato y no específico del sistema inmunológico, que incluye a las superficies mucosas, es la primera línea de defensa contra los patógenos invasores y tiene el mayor costo metabólico para el animal. Una vez que las barreras mucosales han sido violadas entonces material/ patrones moleculares extraños conservados asociados a patógenos (PAMPs) se encontrarán primero y serán detectados por los leucocitos intraepiteliales, incluyendo fagocitos profesionales (Ej., macrófagos, células dendríticas, heterófilos (neutrófilos)). Los fagocitos engullen, matan y procesan a los patógenos extracelulares (principalmente a través de procesos basados en enzimas) y presentan antígenos a los linfocitos T y B, que comprenden el brazo adquirido del sistema inmune que es responsable de las respuestas inmunes específicas subsiguientes (Ej., anticuerpos). Los fagocitos activados secretan citosinas y quimiocinas, algunas notablemente proinflamatorias (Ej., IL-1, IL-6), que dirigen otras células inmunes al lugar de la infección y ayudan a iniciar una aguda respuesta de fase proteica (APP) por el hígado (Ej., suero amiloide A, glucoproteína alfa-1-ácido, etc.), en las APP involucradas en muchas rutas metabólicas e inmunes cruciales. En trabajos *in vivo* se ha mostrado que cuando se compara a un APC tradicional (salinomicina) con algunas alternativas potenciales a los APC bajo condiciones de desafío, la relación entre supresión de la expresión inflamatoria de genes y el rendimiento de los broilers no fue particularmente clara, lo que potencialmente subraya el deseo de equilibrio entre los mecanismos inmunitarios pro y antiinflamatorios y que la simple supresión de las respuestas con la inflamación no necesariamente promueve un mayor rendimiento de las aves”.

Definitivamente, la información recopilada y expuesta por Broom explica la forma de actuar del organismo en su defensa frente al ataque de patógenos y el delicado equilibrio que se produce entre procesos pro y antiinflamatorios, razón por la que la respuesta del organismo animal a los antibióticos no siempre es la más adecuada. Respecto a estos, en la misma fuente se indica que:

Existe buena evidencia que indica que los antibióticos pueden modular funciones de los fagocitos, pero muchos estudios han sido conducidos *in vitro* y muestran respuesta variable (incremento, descenso o no efecto) entre antibióticos o resultados conflictivos para el mismo antibiótico, dependiendo del tipo de célula y técnica utilizada e,

invariablemente, utilizan concentraciones terapéuticas de antibióticos. Los macrólidos pueden utilizarse para tratar o ayudar en el manejo de enfermedades respiratorias y se considera que parte de la eficacia se debe a efectos antiinflamatorios. Sin embargo, los macrólidos pueden representar una clase antimicrobial particularmente bien estudiada y especial; en este sentido, debido a su capacidad aparentemente superior para concentrarse en fagocitos, incluso en comparación con otras clases de antimicrobianos que se han utilizado como APC. Y, aunque es difícil ser preciso acerca del uso exacto de los APC, los macrólidos son sólo una de las numerosas clases antimicrobiales que han sido utilizadas efectivamente como APC. También vale la pena señalar que las molestias gastrointestinales son los efectos adversos más comunes en pacientes que reciben terapia con macrólidos. Además, en tanto que la inmunidad del huésped ayuda a dar forma a la composición de la microbiota del TGI, para lograr esto con concentraciones sub terapéuticas de APC alcanzando/ acumulándose en células apropiadas (inmunes) para influir en el estado inmunológico y así moderar la respuesta proinflamatoria y, a su vez, modular la microbiota del TGI parece ser más una cadena de eventos y menos probable para el mecanismo primario. [...], parece más probable que los efectos principales de los APC sean a través de influencias benéficas (subinhibitorias) sobre la dinámica de la microbiota del TGI y que las reducciones en los mediadores proinflamatorios reflejan un cambio resultante en las interacciones/ estimulación del tejido linfóide asociado al intestino (GALT).

La revisión de Broom (2017) a pesar de esclarecer la acción de los antimicrobianos fármacos, no puede deslindar con la incidencia de resistencia de las bacterias en seres humanos y que pueden causar graves problemas de salud. También deja en claro la importancia que tienen las condiciones sanitarias en las que se crían los animales, las que fácilmente se rompen por diferentes condiciones (densidad, temperatura, humedad relativa, desarreglo de equipo, etc.) Así mismo, se resalta el rol que tiene el equilibrio que debe existir entre procesos proinflamatorios y antiinflamatorios los cuales pueden ser mediados por algunos principios que se están estudiando como potenciales reemplazos de los APC. Es decir, se debe procurar mantener las mejores condiciones sanitarias, disminuir la densidad de crianza o utilizar instalaciones que mitiguen el estrés por acumulamiento de muchos animales.

Con relación a la mucosa intestinal y el tejido linfoide asociado al intestino (GALT), Celi et al. (2017) publicaron un artículo de revisión en el que se establece que “la barrera del TGI está constituida de una capa mucosa sobre una capa única de células epiteliales intestinales y un conjunto subyacente de células mesenquimales, células dendríticas, linfocitos y macrófagos que constituyen el tejido linfoide asociado al intestino (GALT)”; la denominación de GALT es por sus siglas en inglés. Así mismo, los investigadores indican que “las células del epitelio intestinal (CEI) son centrales en este sistema y conforme secretan y regulan la composición de la capa mucosa interactúan con las células de la subcapa”.

Los autores (Celi et al., 2017), indican que la función del GALT es “responder a los cambios de las señales ambientales, especialmente nutrición”. Indican, por ejemplo, que “la deficiencia de glicina en la dieta o la ingestión de alimento contaminado con micotoxinas conducen a cambios en las citocinas proinflamatorias y la alteración de la función de barrera del TGI”. Así mismo, consideran que diferentes factores interactúan ocasionando daños en la función barrera y disminución en la respuesta inmune de la mucosa. De tal manera que, siempre es importante que los animales reciban dietas que aporten nutrientes en cantidades para satisfacer las necesidades no sólo para asegurar el rendimiento en forma directa, sino para mantener el sistema inmune, el que indirectamente influye sobre el rendimiento.

Se deja entrever la relación que juega el aprovisionamiento de sustratos a través de la dieta para mejorar la inmunocompetencia y su relación con los diferentes componentes del TGI.

2.1.2. De los potenciales reemplazantes de los APC

Diferentes productos, principalmente de origen vegetal, se vienen evaluando como potenciales fuentes para reemplazar a los APC; muchos de ellos se encuentran dentro de

la clasificación de “plantas aromáticas”, también denominadas “especias”. Su empleo por el ser humano no es nuevo, se ha documentado su utilización a épocas tan remotas como 5000 años antes de Cristo, asumiéndose varias propiedades tanto medicinales como mejoradoras del sabor y aroma de los alimentos. Se ha indicado que también pueden ser incluidos en las dietas de animales para lograr mejoras en su productividad y en la propiedades de los productos obtenidos de ellos (Christaki et al., 2012).

Entre sus principios y acciones de las hierbas y especias, como potenciales reemplazantes de los APC, Christaki et al. (2012), en su artículo de revisión, indican que:

Pueden encontrarse en todo el mundo, muchos de los cuales se originaron en el área del Mediterráneo, tanto en forma silvestre como cultivada, tales como el romero, orégano, salvia, tomillo, menta y ajo. Contienen sustancias químicas tales como polifenoles, quininas, flavonoles/ falavonoides, alcaloides, polipéptidos o sus derivados oxígeno-sustituido. Algunas de estas sustancias pueden actuar sinérgicamente, tal que se mejora su bioactividad. Algunos compuestos Bioactivos muestran valor terapéutico, tanto como antioxidantes y en actividades antisépticas. [...]. Generalmente, los componentes Bioactivos de las plantas aromáticas poseen la habilidad de proteger al cuerpo del daño causado por el estrés oxidativo inducido por radicales libres mediante eliminación del oxígeno simple e induciendo el citocromo u otros enzimas. Además, hierbas y especias pueden inhibir la rancidez oxidativa y retardar el desarrollo de mal sabor en algunos productos. También contienen compuestos antimicrobiales que contribuyen al retardo del crecimiento microbial en los alimentos [...] (p. 229).

Los mismos investigadores realizaron una búsqueda detallada sobre los resultados obtenidos en avicultura con el empleo de diferentes especies de hierbas aromáticas en las funciones de mejoradores del rendimiento, anticoccidiales y antioxidantes. Con relación a la primera de las funciones mencionadas consideraron que:

El aceite dietético de oregano (50 y 100 mg/kg de alimento) no tuvo efecto sobre el rendimiento de pollos. Además, el aceite dietético de orégano (100 y 200 mg/kg) no mejoró el rendimiento de pavos. Sin embargo, plantas deshidratadas de orégano (5 g/kg) ejercieron un efecto promotor del crecimiento (mejor ganancia de peso corporal y conversión alimenticia) cuando se incorporó en la dieta de pollos. Las hojas deshidratadas de orégano (1.25, 2.5 y 3.75 g/kg) mejoraron la conversión alimenticia en pavas de

madurez temprana. Además, la inclusión dietética de orégano deshidratado (10 o 20 g/kg de dieta) no tuvo efecto sobre los parámetros del rendimiento de codornices. Adicionalmente, Basset reportó que el aceite esencial de orégano mejoró el rendimiento de pollos cuando se suplementó a través del agua de bebida a razón de 150 y 300 mg/Lt.) Estos resultados inconsistentes pueden atribuirse a diferencias en las condiciones ambientales y/o a la composición del suplemento de orégano. Debido al hecho que el aceite esencial tiene un contenido más alto de sustancias activas, usualmente es adicionado en proporciones mucho más pequeñas en el alimento en comparación con las plantas deshidratadas. Los constituyentes principales del orégano son carvacrol, timol, γ -terpineno y p-cimeno, variando el contenido entre 802 y 984 mg/kg del total de la planta. (p. 233-234).

Además, la suplementación dietética de aceite esencial de anís (*Pimpinella anisum*) a 400 mg/kg de alimento en pollos de carne, ocasionó una mejora significativa en la ganancia de peso corporal y en conversión alimenticia. Resultados similares fueron reportados por Soltan et al., cuando los pollos recibieron semillas de anís a 0.5 – 0.75 g/kg de alimento. Christaki et al., encontraron que las semillas de anís (10 o 20 g/kg de alimento) no tuvieron efecto sobre el rendimiento de la postura de codornices. El anís contiene una cantidad de compuestos bioactivos, anetol (compuesto principal), pseudoisoeugenol, cumarinas, scopoletina, umbeliferon, estroles, hidrocarburos terpenos, polienos y poliacetilenos. El empleo de ajo en polvo (*Allium sativum*) como aditivo alimenticio (0.5%) en pollos de carne mejoró su rendimiento. El compuesto bioactivo principal del ajo es alicina, que exhibe remarcable actividad antimicrobial. Además, la adición dietética de extractos de canela o aceite esencial de canela mejoró el rendimiento de pollos de carne en comparación con grupos control. Los hallazgos de Boskurt et al. en gallinas ponedoras mostraron que el aceite esencial de una combinación de seis plantas diferentes (orégano, laurel, salvia, mirto, hinojo y cidra) es un efectivo mejorador del rendimiento. (p. 234)

Los mismos autores de la revisión indicaron que aún hay muchas opciones por investigar con las hierbas aromáticas y muchas pueden ser potencialmente útiles para lograr adecuados rendimientos en aves.

Como anticoccidiales pueden jugar un rol importante, toda vez que los productos que se emplean son mayormente antibióticos ionóforos y estos fármacos caerían también dentro de las prohibiciones de empleo. Los investigadores mencionan que “el empleo de

hierbas y especias pueden disminuir los efectos negativos de la coccidiosis aviar”. En su revisión indican que:

Allen et al. reportaron que las hojas secas de *Artemisia annua* podría proteger a los pollos contra las lesiones cecales causadas por la infección de *Eimeria tenella*. Youn y Noh encontraron que los extractos de *Sophora flavescens* fueron más efectivos que *Artemisia annua* contra las infecciones de *E. tenella* en pollos. Evans et al., quienes investigaron una combinación de aceite esencial de trébol, tomillo, menta y limón, encontraron una reducción en la excreción de oocistos de coccidia en pollos alimentados con las dietas que contenían la combinación de aceite esencial. Las plantas aromáticas de la familia de las labiadas, especialmente el orégano, exhiben acción coccidiostática contra *E. tenella* cuando el aceite esencial u hojas, flores y tallos molidos se incorporaron en la dieta de los pollos. Otra planta aromática de la flora mediterránea, perteneciente a la familia Labiatae, Té del Olimpo (*Sideritis scardica*), ejerció un efecto coccidiostático en pollos de carne desafiados con 6×10^4 oocistos esporulados de *E. tenella*, aunque este efecto fue considerablemente menor que el exhibido por el anticoccidial usado comercialmente, lasalocid. (P. 234)

Resultados análogos se reportaron por Christaki et al., en los que una combinación de extractos herbales de las plantas *Agrimonia eupatoria*, *Echinacea angustifolia*, *Ribes nigrum* y *Cinchona succirubra* se suministró a pollos desafiados experimentalmente con 6×10^4 oocistos esporulados de *E. tenella*. Así mismo, Azcrewska-Wlosek y Swiarkiewicz, concluyeron que el tratamientos con una mezcla de extracto herbal que contenía *Allium sativum*, *Salvia officinalis*, *Echinacea purpurea*, *Thymus vulgaris* y *Origanum vulgare* alivian parcialmente el impacto negativo de la infección experimental de Eimeria (*E. acervulina*, *E. tenella*, *E. maxima*, y *E. necatrix*) en pollos de carne. (P. 235)

La acción de los productos fitobióticos también ha sido probada desde el aspecto de la autooxidación; se les indica capacidad para atrapar radicales libres y evitar el daño de estos sobre los tejidos. Este comportamiento podría permitir la protección de los órganos del TGI permitiéndoles mejor acción en los procesos de digestión y absorción. En la misma revisión se indica que:

Se ha mostrado que la suplementación dietética con extractos de romero y salvia o aceite esencial de orégano mejoraría la estabilidad oxidativa de los productos cárnicos crudos y precocidos durante el almacenamiento en refrigeración o en congelación a –

20°C por un período de hasta 9 meses. Giannenas et al. reportaron que la combinación dietética de orégano deshidratado y acetato de alfa-tocoferol en la suplementación de dietas de pollos de carne exhibió actividad antioxidante más alta que la presentada por la suplementación única de acetato de alfa-tocoferol.

Los complejos enzimáticos también han sido considerados como una de las herramientas en la estrategia para reemplazar a los APC; dado que el retiro de los fármacos puede conducir a una exacerbación de la microbiota intestinal a favor de las especies de tipo patogénico, las que afectarían el proceso de absorción; se sugiere que el reemplazo de los APC no implicaría sólo una estrategia sino la acción combinada de varias. En tanto que una trataría de controlar las poblaciones bacterianas, otra debería mejorar la absorción; allí es donde los enzimas suplementados a través de la dieta jugarían un rol importante. En su artículo de revisión, relacionado con nuevos aspectos y ciencia en la salud intestinal del pollo de carne, Roberts et al. (2015) indicaron que:

Los mecanismos de acción de los enzimas pueden dividirse en dos fases. La primera ocurre en el íleo, donde los enzimas disminuyen la cantidad bacterial, incrementando la digestión y limitando el sustrato disponible para la microbiota. La segunda fase ocurre en el ciego, donde los enzimas producen azúcares solubles pobremente absorbibles que alimentan a las bacterias benéficas. Estas bacteria producen ácidos grasos volátiles que pueden ser útiles para disminuir la cantidad de *Salmonella* y, posiblemente, *Campylobacter* spp., pero también sirven como fuente de energía para el hospedero. Una función importante de los enzimas es disminuir la viscosidad de la dieta, permitiendo un incremento en la captación de nutrientes y mejorando el rendimiento animal, como se ha mostrado con xilanas. (p. 262)

Es decir, que hasta hace, relativamente, poco tiempo se asumía que la función única que se lograba con el empleo de suplementos enzimáticos era la disminución de la viscosidad del contenido intestinal; la menor viscosidad se debía a la reducción en el tamaño de las moléculas permitiendo mejor absorción a través de las vellosidades intestinales. No obstante, como han indicado los autores citados se ha documentado la acción antibacterial

directa, constituyéndose en una herramienta para mejorar el tamaño y balance de las poblaciones bacterianas intestinales (Sugiharto, 2014). Entre los mecanismos por los que se disminuye la viscosidad por acción de los enzimas los autores mencionan a:

La hidrólisis de enlaces químicos específicos en los alimentos que son pobremente degradados por los enzimas propios del hospedero; la eliminación del efecto de encapsulación de nutrientes de la pared celular de polisacáridos parcialmente degradados, incrementando así la disponibilidad de almidones, aminoácidos y minerales; la degradación de factores antinutricionales presentes en muchos ingredientes alimenticios, tales como el ácido fítico; la solubilización de compuestos insolubles para una más eficiente fermentación intestinal distal y mejorando, de esa manera, la utilización general de la energía; y la complementación de los enzimas. (p. 263)

Con relación a los resultados de su empleo sobre el rendimiento, estos autores disponen de referencias en las se indicó que “la xilanasa incluída en uan dieta basada en trigo tendió a aliviar el daño de la barrera mucosal intestinal en aves desafiadas con *C. perfringens* disminuyendo la intensidad de las lesiones intestinales en las aves desafiadas en comparación a las del grupo control y también por incrementos significativos en la relación altura de vellosidades: profundidad de criptas en el yeyuno y con una tendencia incrementar esta relación en el íleo”.

También en un artículo de revisión, Madhupriya et al. (2018) reportaron sobre los diferentes modos de acción benéfica de los fitobióticos; incidiendo en aspectos relacionados a la estimulación de secreciones digestivas (Ej., saliva, bilis y mucus) y mejora de las actividades de enzimas, lo que se propone como un modo básico de acción nutricional. Mencionan que los aceites esenciales utilizados como aditivos de los alimentos para pollos de carne evidenciaron mejoras en las actividades de tripsina, amilasa, lipasa y otros enzimas; teniendo efecto directo sobre la utilización de nutrientes. Así mismo, indican que se ha reportado que los fitobióticos estimulan la secreción de mucus en los pollos, se ha evidenciado que este efecto deteriora la adhesión de patógenos,

lo que permite contribuir a la estabilización de la eubiosis en el tracto gastrointestinal de los animales.

2.1.3. Del efecto sobre los órganos internos

Diferentes investigadores han asumido que si los fitobióticos ejercen acción contra microbios de tipo patógeno esta puede reflejarse en el tamaño de distintos órganos internos vinculados al sistema inmunológico; sin embargo, tal efecto es aún controversial según los resultados de los diferentes trabajos de investigación.

Vlaicu et al. (2020) realizaron un estudio con el propósito de evaluar el efecto del aceite y polvo dietético de orégano (*Origanum vulgare*) sobre el rendimiento, desarrollo de órganos internos y balance de microflora intestinal en pollos de carne (14 – 42 días) criados en piso. Los pollos se asignaron a tres grupos: C, dieta convencional; E1, suplementado con 0.01% de aceite de orégano y E2, con 0.05% de aceite de orégano y 1% de orégano en polvo. Respectivamente para los grupos en el orden mencionado se obtuvo 2103, 2029 y 2085 gramos de carcasa ($P>0.05$); 51.84, 47.88 y 52.52 gramos de hígado ($P>0.05$); 172.92, 172.72 y 165.44 gramos de tracto digestivo ($P>0.05$). Los resultados obtenidos por estos investigadores concordaron con los de otros investigadores que concluyeron que el polvo o aceite de orégano no afecta el peso de los órganos.

Puvaca et al. (2019) realizaron un ensayo que tuvo como objetivo investigar el efecto del promotores naturales del crecimiento (ajo, pimienta y pimienta picante) en la nutrición de pollos de carne sobre el rendimiento productivo y calidad de la carcasa; en ocho tratamientos. T1, testigo; T2, ajo en polvo, 0.5 g/100 g; T3, ajo en polvo, 1 g/100 g; T4, pimienta en polvo, 0.5 g/100 g; T5, pimienta en polvo, 1 g/100 g; T6, pimienta en polvo, 0.5 g/100 g; T7, pimienta en polvo, 1 g/100 g; T8, combinación de especias, 1: 1: 1, 0.5 g/100 g. Respectivamente, en el orden mencionado de tratamientos, se obtuvo 76.6, 75.0, 73.3, 73.2, 76.2, 74.6, 74.7 y 74.9% de carcasa; 52.3, 54.7, 66.0, 54.5, 50.6, 66.0,

63.8 y 57.6 g de hígado; 19.2, 15.1, 17.0, 11.8, 9.0, 12.8, 17.2 y 13.7 g de grasa abdominal. Los investigadores indicaron que la adición de pimienta en polvo en la cantidad de 1 g/100 g condujo a una reducción significativa ($P<0.05$) de los depósitos de grasa abdominal en la carcasa (9 g), en tanto que la concentración más alta se registró en el tratamientos testigo (19.2 g). El hígado, como principal órgano diana para los estudios de xenobióticos y principal “fábrica de limpieza” del organismo, fue mayor en los tratamientos T3 y T6 (66 g) y menor en los tratamientos T5 y T1 (50.6 y 52.3 g). Se concluyó que el ajo, pimienta y pimienta tienen efecto positivo sobre aspectos productivos y de calidad de la carcasa de pollos de carne.

Abudabos et al. (2018) estudiaron el efecto de fitogénicos sobre diferentes aspectos del rendimiento, bioquímica sanguínea e histología intestinal de pollos de carne expuestos al desafío de *Clostridium perfringens*; con siete tratamientos: T1 (testigo), T2 (infectado con *C. perfringens*), T3 (infectado + avilamicina (0.2 g/kg)), T4 (infectado + aceite esencial de tomillo), T5 (infectado + sanguinarina), T6 (infectado + fitobiótico antisalmonela) y T7 (infectado + aceites esenciales de tomillo, anís y otros (orégano, carvacrol, extracto de yuca y cinamaldehído). Encontraron diferencias significativas en el rendimiento de carcasa, siendo el testigo el que exhibió el valor más alto (68.9%) pero estadísticamente similar a T3, T5 y T6. No hubo diferencia significativa en el rendimiento de hígado (entre 4.3 y 4.9%). Hubo diferencias significativas en el rendimiento de intestino, el control fue el más bajo (6.2%), el resto de tratamientos fue similar entre ellos y por encima del testigo.

Al-Dhanki et al. (2018) ejecutaron un ensayo con la finalidad de estudiar la influencia de extractos de aceite de jengibre y romero sobre aspectos del rendimiento y de la carcasa de pollos de carne. Implementaron seis tratamientos (T1, control; T2, placebo, control negativo; T3 y T4, extracto oleoso de romero; T5 y T6, extracto oleoso

de jengibre). Las dosis de los extractos se depositaron intra buche con una sonda. Respectivamente para los tratamientos del primero al sexto se obtuvo: 0.218, 0.180, 0.182, 0.210, 0.204 y 0.206% de rendimiento de páncreas; 2.48, 3.11, 2.90, 2.43, 2.91 y 2.47% de hígado; 0.149, 0.131, 0.132, 0.141, 0.106 y 0.149% de bursa de Fabricio; 68.67, 66.08, 67.32, 70.19, 66.97 y 71.51% de carcasa y 1.89, 1.03, 1.53, 1.83, 1.59 y 1.83% de grasa abdominal. No se encontró diferencias significativas en el rendimiento de los órganos, pero sí en el de carcasa y grasa abdominal.

Dagne (2018) menciona, en su revisión sobre ajo y cebolla, que las incorporaciones de cebolla en la dieta induce efectos positivos sobre el peso de los órganos linfoides, como la bolsa de Fabricio y el bazo. Menciona a diferentes autores que consideran que la cebolla tiene actividades del tipo antibacterial, antiviral, antifungal, antiinflamatoria y antioxidante. Así mismo, cita a otros autores que reportaron que la síntesis de inmunoglobulinas fue más alta en pollos con la bursa de Fabricio más grande. También, que los efectos de la cebolla y el ajo sobre las inmunoglobulinas fueron similares a las de los antibióticos. Por otro lado, ajo y canela tienen amplio potencial de actividades antimicrobiales; pero, también, se ha reportado que ni uno de los parámetros medidos, relacionados con la inmunidad, incluyendo titulación de anticuerpos, peso de órganos linfoides, fueron estimulados, ni positiva ni negativamente.

Olusola et al. (2018) realizaron un estudio con el objetivo de investigar los atributos de calidad de la carne de pollos broiler que recibieron dietas suplementadas con extracto y harina de cáscara de cebolla en la fase de acabado. Evaluaron cuatro tratamientos (T): T1, dieta basal con antioxidante sintético; T2, dieta basal sin antioxidante; T3, dieta basal + 30 g/kg de extracto de cáscara de cebolla, y T4, dieta basal + 100 g/kg de harina de cáscara de cebolla. Determinaron que el efecto de la suplementación dietética de extracto y harina de cáscara de cebolla no afectaron al bazo

y al hígado. Las dietas con estos suplementos presentaron significativamente menor peso de grasa abdominal. Respectivamente para los tratamientos del primero al cuarto se obtuvo 1.94, 2.04, 1.94 y 1.90% de hígado con relación al peso vivo.

Aditya et al. (2017) implementaron un estudio para determinar el efecto de la suplementación de extracto de cebolla (EC) sobre el rendimiento del crecimiento, retención total aparente del TGI, perfil sanguíneo, características de la carcasa y calidad de la carne de pollos de carne. Consideraron cuatro tratamientos (0, 5, 7.5 y 10 g/kg de extracto de cebolla) y, con relación al peso vivo, encontraron rendimiento de carcasa de 62.69, 63.9, 66.46 y 61.22%; 1.80, 1.54, 1.87 y 2.23% de grasa abdominal; 2.48, 2.17, 2.51 y 2.18% de hígado; 0.10, 0.10, 0.08 y 0.09% de la bursa de Fabricio. En la discusión de los resultados obtenidos manifestaron que el suministro de cebolla presumiblemente no afecta el rendimiento de carcasa y de los órganos. Sin embargo, si se afectó la capacidad antioxidativa de la carne durante el almacenamiento.

Goodarzi y Nanekarani (2014) evaluaron el efecto del extracto de cebolla y un antibiótico sobre el rendimiento del crecimiento y características de la carcasa en pollos de carne. Consideraron cuatro grupos experimentales: C, control (dieta basal); A, dieta basal + 300 g/TM de virginiamicina; B, dieta basal + extracto de cebolla en 1% en el agua de bebida; y D, dieta basal + extracto de cebolla en 2% en el agua de bebida. En el mismo orden de tratamientos, se obtuvo 72.13, 73.05, 72.23 y 71.98% de rendimiento de carcasa; 3.38, 3.03, 3.20 y 3.33% de hígado; 0.288, 0.305, 0.280 y 0.255% de páncreas; 2.48, 2.10, 2.15 y 1.95% de grasa abdominal en relación al peso de la carcasa. Los autores indicaron que, excepto para grasa abdominal, el rendimiento de carcasa y el peso relativo de los órganos no fueron afectados marcadamente por los tratamientos dietéticos. Consideraron que las especias y sus extractos poseen efectos lipotrópicos, que algunos de los componentes activos de las especias afectan el metabolismo de los lípidos mediante el

transporte de ácidos grasos, lo que puede incrementar la utilización de lípidos y disminuir la deposición de grasa abdominal.

Manafi et al. (2014) realizaron un ensayo para determinar los efectos de aflatoxina (AF), en 600 ppb, y esencia de romero (ROS), en 500 ppm, solos o en combinación, sobre el peso de los órganos viscerales, algunos parámetros bioquímicos sanguíneos y el porcentaje de mortalidad de pollos de carne. Los tratamientos implementados fueron: 1) control, 2) AF, 3) ROS y 4) AF + ROS. Con relación al peso de órganos, en el mismo orden de tratamientos, se obtuvo (g/ kg de peso vivo): 1.48, 1.95, 1.47 y 1.45 ($P<0.05$) para bolsa de Fabricio; 27.62, 31.10, 28.15 y 30.57 para el hígado; 3.51, 2.53, 3.77 y 2.73 para el páncreas. Los investigadores indicaron que:

El peso de la bursa de Fabricio en los pollos del grupo que recibieron la AF mostraron un incremento significativo ($P<0.05$) cuando se comparó con el grupo control y la adición de ROS en el grupo 3 y en adición con AF (grupo 4) no generó diferencias significativas con el grupo control. Se mostró que el peso del hígado – el órgano interno más importante – tuvo un incremento significativo ($P<0.05$) por efecto de la AF cuando se comparó con el grupo control. Los pollos del grupo 3 (ROS) no mostraron cambios significativos con el control y en el grupo 4 (AF + ROS) el peso del hígado descendió en comparación con el control, lo que indicó que ROS no mostró efecto compensatorio sobre el peso incrementado del hígado debido a la ingestión de AF.

En el caso del páncreas, su peso disminuyó significativamente ($P<0.05$) debido a la presencia de AF, con la adición de ROS a la dieta con AF no se restauró el peso. Sin embargo, el grupo alimentado solo con ROS no mostró cambios en el peso del páncreas cuando se comparó con el control.

...los efectos de la AF en la dieta de los pollos probaron sus impactos negativos sobre el peso de los órganos viscerales, algunos parámetros bioquímicos y la mortalidad. El estudio indicó que el peso relativo de algunos órganos internos fueron incrementados significativamente ($P<0.05$) en los pollos que consumen AF en comparación con el control.

El incremento en el peso del hígado podría atribuirse al incremento en el metabolismo de los lípidos en el hígado debido al daño en el metabolismo de las grasas que ocasiona cambios apreciables en la función general y apariencia general del hígado.

El-Deek et al. (2012) realizaron un ensayo en el que la dieta experimental fue suministrada con o sin dos niveles de pimienta picante sin APC (1.5 y 3.0 g/kg de dieta) o un nivel de oxitetraciclina – OTC – (0.1 g/kg) como APC. Respectivamente para los tratamientos *Control*, *1.5 g de pimienta*, *3.0 g de pimienta* y *0.1 g de OTC*, se obtuvo 69.4, 69.5, 67.9 y 66.9% de rendimiento de carcasa ($P<0.05$); el rendimiento de hígado fue de 2.54, 2.72, 2.31 y 3.10% ($P>0.05$); para la grasa abdominal fue de 1.52, 0.86, 1.68 y 0.54% ($P<0.05$); el de páncreas fue de 0.281, 0.252, 0.303 y 0.252% ($P>0.05$); para la bursa de Fabricio fue de 0.15, 0.17, 0.16 y 0.11% ($P>0.05$); para el intestino 5.68, 5.55, 6.16 y 5.03% ($P>0.05$). Los investigadores mencionaron que fue interesante la información en la que la OTC disminuyó significativamente el rendimiento de carcasa y el de la grasa abdominal. Con 1.5 g/kg de pimienta se redujo el rendimiento de grasa abdominal en 43.4%. No hubo efecto del pimienta sobre la titulación de anticuerpos.

Shahverdi et al. (2013) determinaron el efecto del empleo de pimienta, pimienta y su combinación sobre el rendimiento de pollos de carne. El tratamiento control empleó una dieta basal, sobre la que se consideró 0.02% de pimienta en polvo (T1), 0.02% de pimienta en polvo (T2) y 0.01% de pimienta + 0.01% de pimienta (T3). En el mismo orden de tratamientos reportan que se obtuvo: 70.11, 72.21, 71.70 y 74.00% de carcasa con diferencias significativas ($P<0.05$) a favor de los tratamientos en que se incluyeron las especias, solas o en combinación; 2.50, 2.81, 2.70 y 3.01% de hígado, la mayor ($P<0.05$) proporción de hígado correspondió a los tratamientos 1, 2 y 3, sobre todo al último. Los rendimientos de grasa abdominal fueron de 4.10, 3.02, 3.22 y 2.65%, indicándose que las especias redujeron ($P<0.05$) la deposición de grasa.

Al-Kasie et al. (2011) realizaron un ensayo para determinar el rendimiento de pollos de carne alimentados con dietas que incluyeron pimienta roja picante en la proporción de 0.00, 0.25, 0.50, 0.75 y 1.00%, que se incorporaron en la dieta basal por

seis semanas. Respectivamente para los tratamientos en el orden mencionado, se obtuvo rendimientos de carcasa de 72.02, 72.51, 74.16, 74.30 y 73.28%, con diferencias significativas ($P<0.05$) a favor de los tratamientos 3, 4 y 5. El rendimiento de hígado fue de 2.71, 2.93, 2.84, 3.10 y 2.89%, el análisis estadístico mostró diferencias significativas ($P<0.05$) que favorecieron a los tratamientos que recibieron el ají, sobre todo al tratamiento 4.

2.2. Bases Teóricas

La investigación científica ha demostrado la presencia de compuestos bioactivos en muchos vegetales, especias o no, que se han venido utilizando a lo largo de la historia también como insumos medicinales por el ser humano. En la actualidad, que está prohibido el empleo de los antibióticos promotores del crecimiento en la alimentación animal y es necesario determinar alternativas a ellos, se ha volcado gran interés en estos vegetales (fitobióticos) con la finalidad de controlar especies bacterianas, bloquear radicales libres, estimular la respuesta inmunológica, mejorar el rendimiento animal, entre otras funciones positivas, como ha sido indicado por diferentes artículos de revisión publicados en diferentes partes del mundo (Christaki et al., 2012; Sugiharto, 2014; Roberts et al., 2015; Madhupriya et al., 2018); en tal acción pueden verse complementados por la acción conjunta de complejos enzimáticos. El orégano es un fitobiótico de mucho potencial y su uso con un complejo enzimático de última generación podría reflejar su efectividad en el tamaño de los órganos, indicando efecto positivo sobre las respuestas de tipo productivo e inmunológico.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Peso y Rendimiento de Carcasa

Los resultados referentes al peso y rendimiento de carcasa de pollos de carne que recibieron orégano en polvo y un complejo enzimático se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Peso y rendimiento de carcasa de pollos de carne que recibieron orégano en polvo y un complejo enzimático de última generación en el alimento

Ítem	G1	G2	G3	G4
APC	No	Sí	No	No
Orégano, %	No	No	0.05	0.10
Complejo enzimático, %	No	No	0.005	0.005
Peso de carcasa, Kg.:				
Promedio de grupo	1.943 ^c	1.992 ^{bc}	2.135 ^a	2.059 ^{ab}
Promedio de sexo	2.242 ^A (M)		1.822 ^B (H)	
Rendimiento de carcasa, %:				
Promedio de grupo	66.08 ^C	67.66 ^B	70.98 ^A	71.39 ^A
Promedio de sexo	69.56 ^A (M)		68.50 ^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).

Según los grupos, el peso de carcasa fue de 1.943, 1.992, 2.135 y 2.059 kilos respectivamente para el testigo negativo, testigo positivo, 0.05% de orégano y 0.10% de orégano; según los sexos 2.242 y 1.822 kilos para machos y hembras. Los resultados del análisis estadístico indicaron que las diferencias entre grupos fueron significativas ($P < 0.05$) y las diferencias entre sexos altamente significativas ($P < 0.01$). El mayor peso de carcasa correspondió al grupo que recibió 0.05% de orégano y 0.005% del complejo enzimático (G3), seguido del G4 pero este último estadísticamente similar al G2. Los dos testigos fueron estadísticamente similares. Con relación a los sexos, como se esperaba, los machos superaron considerablemente a las hembras.

En la Figura 1 se ilustra el comparativo porcentual entre grupos; haciendo al grupo 1 (testigo negativo) como el de referencia, toda vez que no recibió APC, orégano y complejo enzimático. Se observó que el grupo 3 fue 7.2% superior, el grupo 4 lo fue en 3.4 y el grupo 2 (testigo positivo) fue 2.5% superior. En la misma figura se aprecia que el peso de carcasa de los machos fue 23.3% superior al de las hembras.

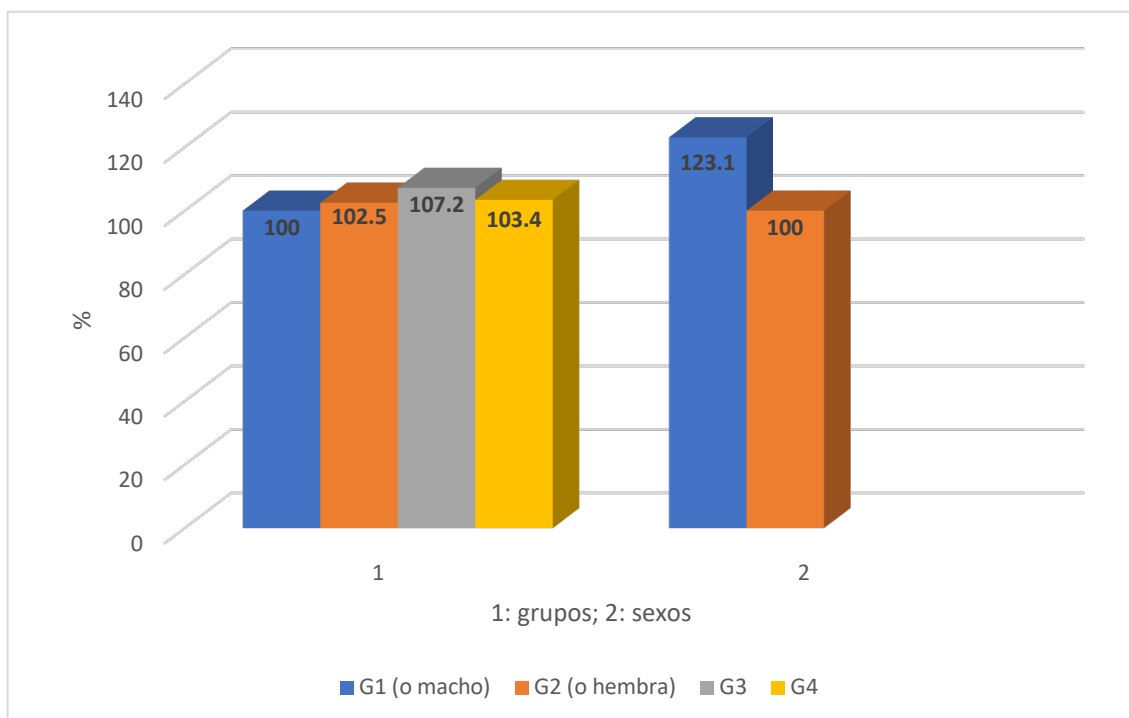


Figura 1. Comparativo porcentual entre grupos y entre sexos para peso de carcasa

Se puede apreciar que el orégano en combinación con los enzimas realizaron un efecto promotor de la producción; sin embargo, una comparación más equilibrada se realiza cuando los datos se exponen en función del peso vivo, es decir evaluando el rendimiento.

El análisis estadístico permitió determinar que los grupos que recibieron el orégano y el complejo enzimático fueron, claramente, superiores ($P < 0.01$) a los dos testigos; el testigo positivo se mantuvo superior al negativo. La diferencia sustancial se dio en el comportamiento del grupo 4, resultó evidente que con la proporción más alta de orégano hubo menos peso de vísceras por lo que el rendimiento, expresado porcentualmente, se incrementó. Con los sexos se dio también este tipo de cambio, la gran diferencia entre machos y hembras se acortó cuando el rendimiento se expresó en forma porcentual, lo que es indicativo de el menor peso de las vísceras en las hembras con respecto a los machos. En la Figura 2 se presenta el comparativo entre grupos y sexos, de manera similar a la inmediata anterior el grupo 1 representó el 100%.

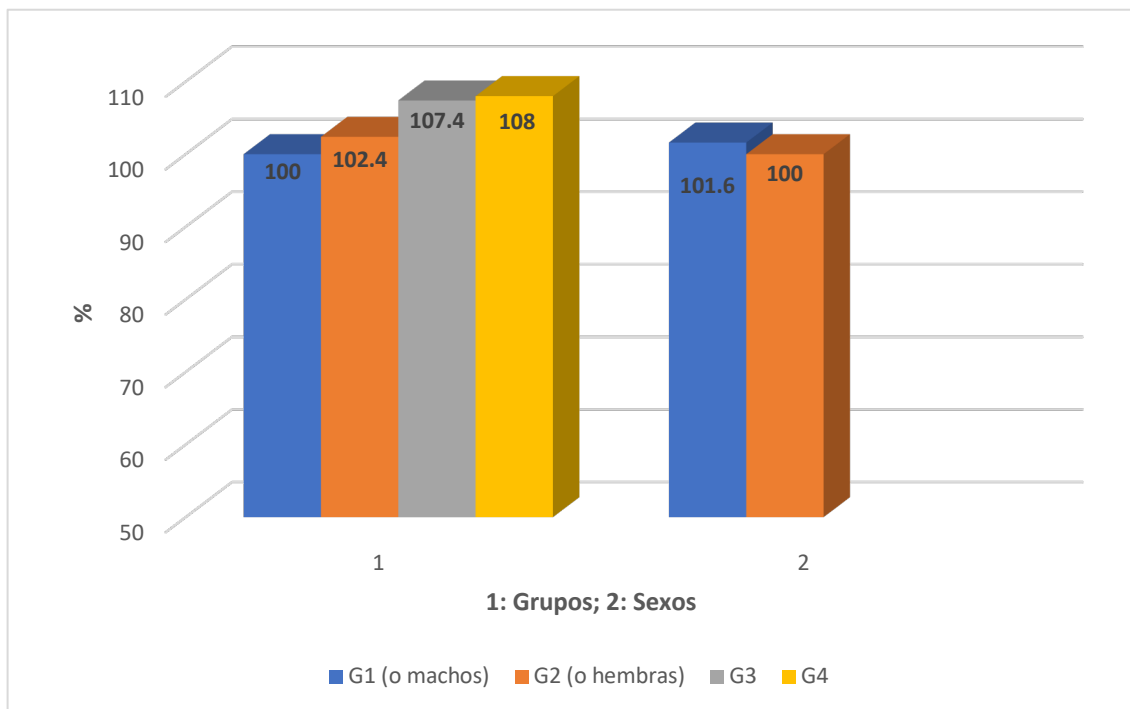


Figura 2. Comparativo entre grupos y entre sexos para el rendimiento de carcasa

La pregunta que se desprende de estos resultados está referenciada, en el caso de los grupos, en ¿qué puede haber hecho que los grupos con orégano y complejo enzimático rindan más que los testigos?, aún cuando uno de ellos recibió APC, el que debe motivar mayor rendimiento. Con la utilización de orégano y complejo enzimático debe haberse promovido mejor proceso de digestión y absorción, con lo que la síntesis de tejido muscular habría sido más eficiente. En este aspecto, a pesar que el grupo 4 remontó parecería suficiente emplear sólo 0.05% de orégano, pero la remontada del grupo 4 podría haberse debido a una menor deposición de grasa abdominal, lo que lamentablemente no se midió; no obstante, los antecedente bibliográficos así lo indican (Puvaca et al., 2019; Al-Dhariki et al., 2018; Olusola et al., 2018; Aditya et al., 2017; Goodarzi y Navekarani, 2014; El-Deek et al., 2012; Shahverdi et al., 2012).

La pregunta complementaria está por el lado del sexo, si bien las hembras producen carcassas más pequeñas se puede asumir que producen, también, vísceras considerablemente más pequeñas, por lo que el rendimiento tendió a incrementarse y aproximarse al de los machos; sin embargo, no a igualarlo. Debido a que el coeficiente

de variabilidad, determinado en el análisis de varianza, fue reducido (0.62%) la diferencia entre ambos sexos resultó significativa.

Las excelentes revisiones realizadas por Christaki et al. (2012), Roberts et al. (2015), Madhupriya et al. (2018), entre otros, han evidenciado los diferentes mecanismos por los que el orégano, así como otros fitobióticos, permiten que los animales alcancen mejores rendimiento; desde el control de las poblaciones bacterianas en el TGI hasta la acción de hacer que el organismo produzca mayor cantidad de sustratos digestivos (saliva, mucus, etc.), estableciéndose una cooperación con los enzimas contenidos en el complejo y producir más eficiente utilización de los nutrientes ingeridos. Efectos significativos a favor del rendimiento de carcasa por utilización de diferentes especies fitobióticas han sido reportados por Puvaca et al. (2019), Al-Dhariki et al. (2018), Aditya et al. (2017), Shahverdi et al. (2013) y Al-Kasie et al. (2011), entre otros.

3.2. Peso y Rendimiento de Hígado

Los resultados referentes al peso y rendimiento de hígado de pollos de carne que recibieron orégano en polvo y un complejo enzimático se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Peso y rendimiento de hígado de pollos de carne que recibieron orégano en polvo y un complejo enzimático de última generación en el alimento

Ítem	G1	G2	G3	G4
APC	No	Sí	No	No
Orégano, %	No	No	0.05	0.10
Complejo enzimático, %	No	No	0.005	0.005
Peso de hígado, g.:				
Promedio de grupo	69.0 ^a	66.8 ^a	64.3 ^{ab}	57.8 ^b
Promedio de sexo		71.0 ^A (M)		57.9 ^B (H)
Rendimiento de hígado, % (relativo al peso de carcasa):				
Promedio de grupo	3.543 ^a	3.355 ^{ab}	3.01 ^{bc}	2.282 ^c
Promedio de sexo		3.184 ^a (M)		3.188 ^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).

Respectivamente para los grupos del primero al cuarto, el peso del hígado fue de 69.0, 66.8, 64.3 y 57.8 gramos; el análisis estadístico evidenció que las diferencias entre los grupos alcanzaron significación (P<0.05), sobre todo en los grupos 3 y 4. Así mismo,

el hígado de los machos fue significativamente ($P<0.01$) más pesado que el de las hembras. En la Figura 3 se muestra el comparativo porcentual entre grupos y sexos para el peso del hígado.

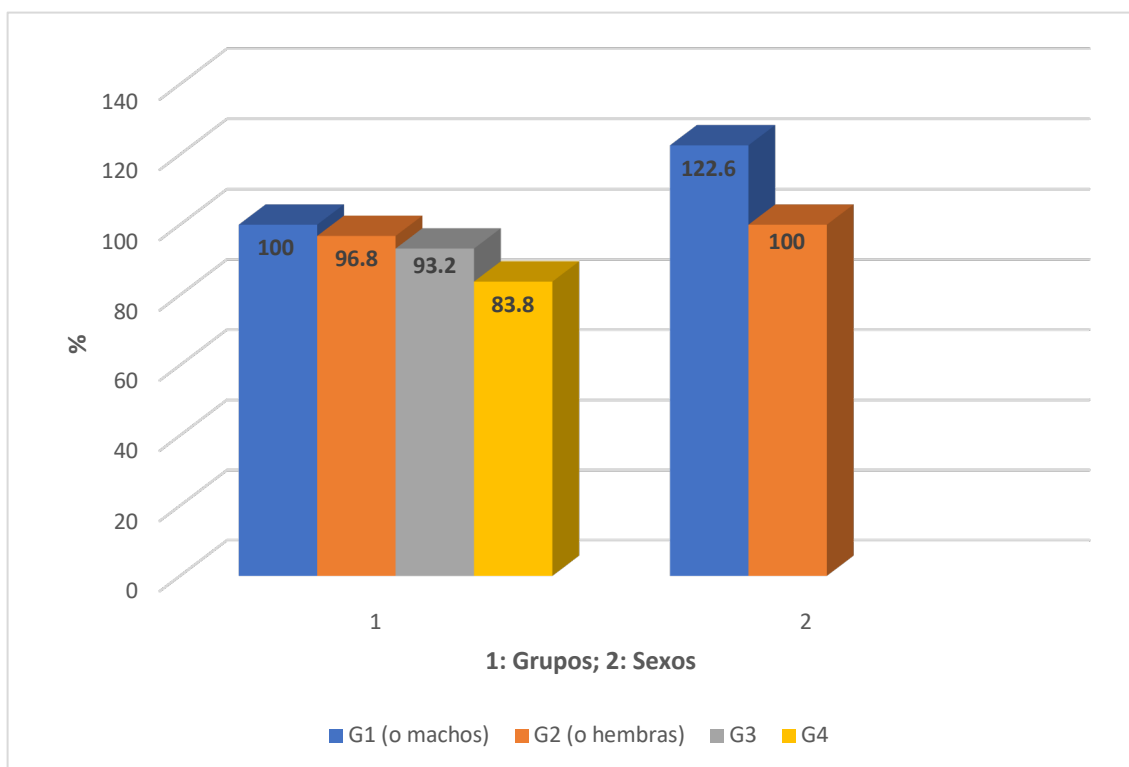


Figura 3. Comparativo porcentual entre grupos y sexos para el peso de hígado

Como se puede apreciar, el grupo referencial es el 1 (testigo negativo) y el resto de grupos presentó hígados más pequeños; así, comparados con el grupo 1, el grupo 2 (testigo positivo) presentó un hígado 3.2% más pequeño, el grupo 3 lo presentó 6.8% y el grupo 4 en 16.2% más pequeño. Definitivamente, la presencia del orégano (más que la del complejo enzimático) propició que el hígado fuese más pequeño, esto se puede inferir debido a la reducción del peso del hígado en el grupo 4, en el que la única diferencia con el grupo 3 fue la proporción de orégano en polvo (0.05 y 0.10%, respectivamente para los grupos 3 y 4).

La diferencia entre los sexos está en función del tamaño del cuerpo, animales más grandes (machos) tienen hígados más grandes. Como en el caso del peso de la carcasa, los machos presentaron hígados 22.6% más pesados que las hembras.

Al llevar a una base fija (peso del hígado relativo al peso de carcasa), el comportamiento cambió, como se puede apreciar en la Figura 4. Respectivamente para los grupos del primero al cuarto, el hígado representó 3.543, 3.355, 3.01 y 2.82% del peso de la carcasa. En el caso de los machos fue 3.184 y en el de las hembras 3.188% del peso de la carcasa. Las diferencias se mantuvieron significativas ($P < 0.05$) entre los grupos, pero en el caso de los sexos las diferencias ya no fueron significativas ($P > 0.05$).

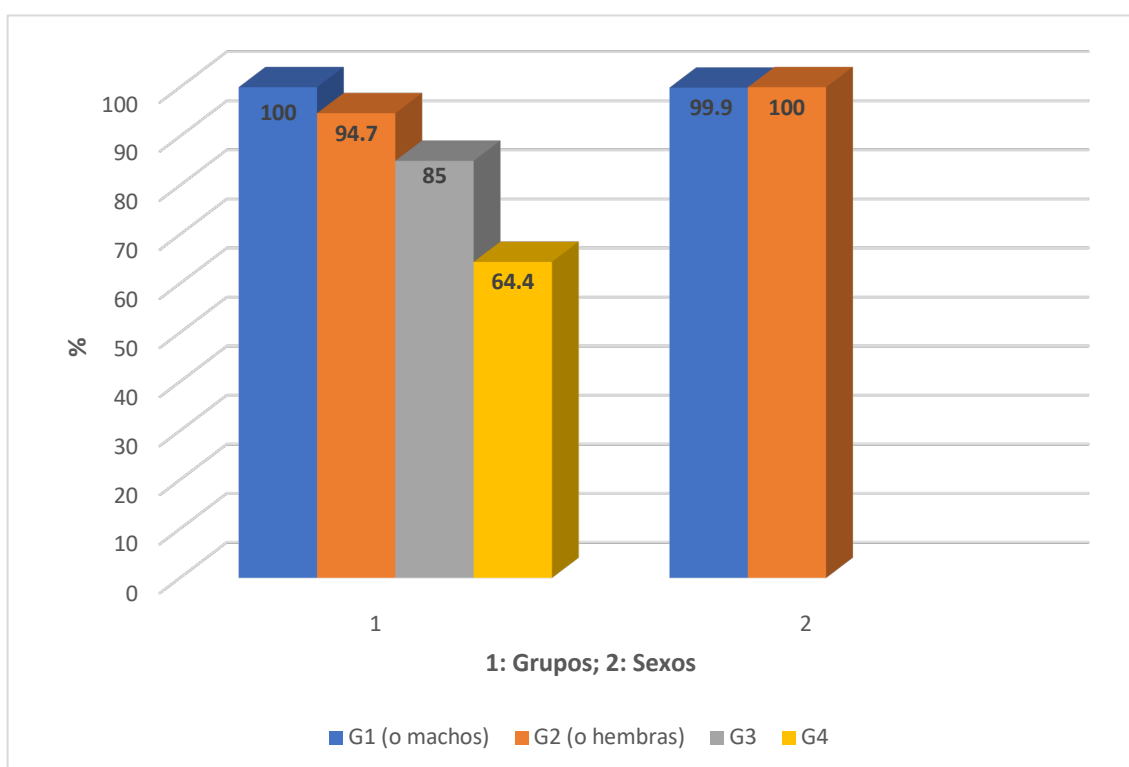


Figura 4. Comparativo entre grupos y entre sexos para rendimiento de hígado

Al contrario de los que sucedió en el presente ensayo, diferentes investigadores (Vlaicu et al., 2020; Al-Dhanki et al., 2018; Olusola et al., 2018; Aditya et al., 2017; Goodarzi y Nanekarani, 2014; El-Deek et al., 2012) reportaron que las diferentes especies que evaluaron no ocasionaron efecto significativo alguno sobre el peso o rendimiento del hígado; en tanto que otros (Puvaca et al., 2019; Shahverdi et al., 2013; Al-Kasie et al., 2011) determinaron que algunas de las especies evaluadas afectaron el peso del hígado, pero incrementándolo. Es importante plantear la siguiente interrogante: ¿Qué acción puede haber ejercido los componentes del orégano para la reducción observada en el peso

del hígado? Se puede inferir que al haber promovido mayor peso y rendimiento de carcasa se estimuló el trabajo hepático, incluyendo movilización de lípidos, lo que puede haber motivado la reducción de peso y rendimiento del hígado. Los reportes de diferentes investigadores indicando que la deposición de grasa se reduce cuando se emplean diferentes fitobióticos en la alimentación de pollos coincide con el menor tamaño del hígado encontrado en el presente ensayo.

3.3. Peso y Rendimiento de Páncreas

Los resultados referentes al peso y rendimiento de páncreas de pollos de carne que recibieron orégano en polvo y un complejo enzimático se presentan en la Tabla 4.

Tabla 4. Peso y rendimiento de páncreas de pollos de carne que recibieron orégano en polvo y un complejo enzimático de última generación en el alimento

Ítem	G1	G2	G3	G4
APC	No	Sí	No	No
Orégano, %	No	No	0.05	0.10
Complejo enzimático, %	No	No	0.005	0.005
Peso de páncreas, g.:				
Promedio de grupo	6.00 ^a	5.75 ^a	6.00 ^a	6.00 ^a
Promedio de sexo	6.63 ^A (M)		5.25 ^B (H)	
Rendimiento de páncreas, % (relativo al peso de carcasa):				
Promedio de grupo	0.307 ^a	0.288 ^a	0.283 ^a	0.293 ^a
Promedio de sexo	0.2965 ^a (M)		0.2883 ^a (H)	

^{A, B} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas ($A > B$, $P < 0.01$) entre sexos (valor de F).

Respectivamente para los grupos del primero al cuarto, el peso del páncreas fue de 6.00, 5.75, 6.00 y 6.00 gramos; el análisis estadístico indicó que las diferencias entre grupos no fueron significativas ($P > 0.05$). En cuanto a los sexos, los machos presentaron páncreas de mayor tamaño que las hembras (6.63 y 5.25 gramos, respectivamente) ($P < 0.01$). Como en el caso del hígado, las diferencias significativas encontradas entre sexos cuando se compararon los pesos desaparecieron cuando se compararon los rendimientos en función del peso de la carcasa; es decir, los machos presentan páncreas más grandes por que son más grandes pero a peso de carcasa constante son similares.

Como todos los órganos del cuerpo, el páncreas también es muy importante por su rol protagónico en la producción de enzimas digestivos; no obstante, no se puede hacer interpretación alguna si no hubo significación en las diferencias.

Diferentes investigadores (Al-Dhanki et al., 2018; Goodarzi y Nanekarani, 2014; Manafi et al., 2014; El-Deek et al., 2012) que trabajaron con fitobióticos evaluando su efecto sobre el peso y rendimiento del páncreas no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos implementados en sus ensayos. Resultados concordantes con los encontrados en el presente ensayo.

3.4. Peso y Rendimiento de Intestinos

Los resultados referentes al peso y rendimiento de intestinos de pollos de carne que recibieron orégano en polvo y un complejo enzimático se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Peso y rendimiento de intestinos de pollos de carne que recibieron orégano en polvo y un complejo enzimático de última generación en el alimento

Ítem	G1	G2	G3	G4
APC	No	Sí	No	No
Orégano, %	No	No	0.05	0.10
Complejo enzimático, %	No	No	0.005	0.005
Peso de intestinos, g.:				
Promedio de grupo	175.5 ^a	167.0 ^a	159.0 ^a	152.3 ^a
Promedio de sexo	185.1 ^A (M)		141.8 ^B (H)	
Rendimiento de intestinos, % (relativo al peso de carcasa):				
Promedio de grupo	9.01 ^a	8.38 ^a	7.41 ^b	7.37 ^b
Promedio de sexo	8.29 ^a (M)		7.79 ^a (H)	

^{A, B} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas ($A > B$, $P < 0.01$) entre sexos (valor de F).

Respectivamente para los grupos del primero al cuarto, se obtuvo 175.5, 167.0, 159.0 y 152.3 gramos de intestino; las diferencias no alcanzaron significación estadística ($P > 0.05$), no obstante se observó una tendencia descendente en el peso del intestino conforme se pasó del testigo negativo al positivo y de este a las proporciones crecientes de orégano. Entre sexos, los machos (185.1 gramos) superaron a las hembras (141.8 gramos) en forma significativa ($P < 0.01$).

La misma tendencia descrita en los grupos, con los resultados de peso, se dio con los resultados porcentuales; sin embargo, en este caso las diferencias si fueron significativas ($P<0.05$). En los grupos del primero al cuarto, el peso de los intestinos representó 9.01, 8.38, 7.41 y 7.37% del peso de la carcasa, la diferencia entre los testigos no fue significativa pero estos grupos representaron intestinos más pesados que los de los grupos con orégano. En la Figura 5 se ilustra el comparativo entre grupos para rendimiento de intestino. En el caso de los sexos el rendimiento no fue significativo ($P>0.05$), indicando que los machos tuvieron intestinos más pesados debido a su mayor tamaño pero en referencia al peso de la carcasa la diferencia desaparece.

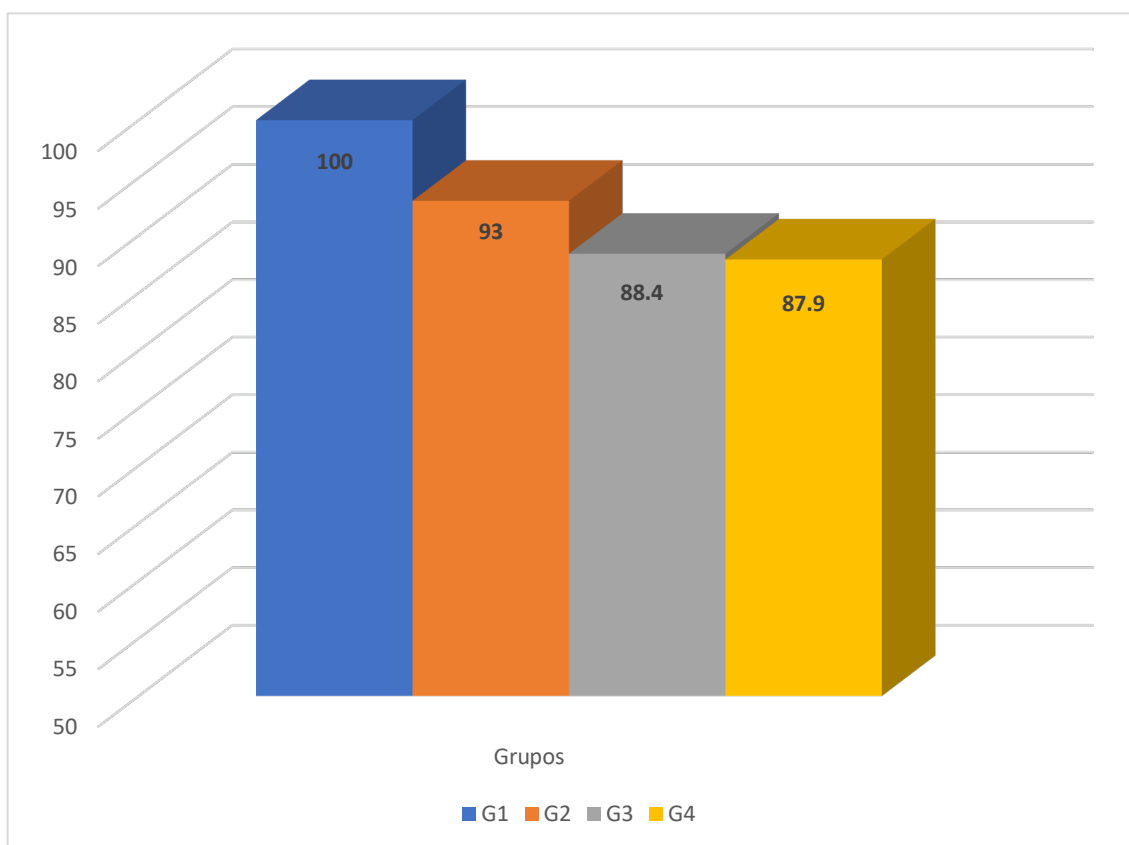


Figura 5. Comparativo entre grupos para rendimiento de intestino

Dado que el espacio interintestinal también es un depósito de grasa, si el orégano promueve la magrura y disminuye la grasa abdominal también puede haber propiciado que el peso intestinal sea relativamente menor debido a menor deposición de grasa. Por otro lado, el empleo de especies fitobióticas ha mostrado efectos directos en contra de

diferentes especies de eimerias, lo que podría haber motivado a que el intestino proveniente de los animales de los grupos 3 y 4 esté más saludable (menos inflamado) pesando menos y posibilitando mejor absorción de nutrientes y dando lugar a mayor rendimiento de carcasa. Christaki et al. (2012) han resaltado el papel del orégano en esta acción, atribuible al efecto de los principios carvacrol y timol, entre otros.

Vlaicu et al. (2020), trabajando con aceite y polvo de orégano observaron una tendencia decreciente en el peso del intestino por presencia del orégano, pero no alcanzó significación estadística. Similarmente, El-Deek et al. (2012) tampoco encontraron efectos significativo sobre el rendimiento del intestino al evaluar otra especie. Concordancia con el primer trabajo citado se tuvo en el presente ensayo, pero no con el resultado del segundo, lo que pueda deberse a que se trató de otra especie de fitobiótico.

3.5. Peso y Rendimiento de la Bursa de Fabricio

Los resultados referentes al peso y rendimiento de la bursa de Fabricio de pollos de carne que recibieron orégano en polvo y un complejo enzimático se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Peso y rendimiento de la bursa de Fabricio de pollos de carne que recibieron orégano en polvo y un complejo enzimático de última generación en el alimento

Ítem	G1	G2	G3	G4
APC	No	Sí	No	No
Orégano, %	No	No	0.05	0.10
Complejo enzimático, %	No	No	0.005	0.005
Peso de bursa de Fabricio, g.:				
Promedio de grupo	5.75 ^a	5.75 ^a	6.25 ^a	6.0 ^a
Promedio de sexo	6.00 ^a (M)		5.88 ^a (H)	
Rendimiento de bursa de Fabricio, % (relativo al peso de carcasa):				
Promedio de grupo	0.298 ^a	0.286 ^a	0.301 ^a	0.295 ^a
Promedio de sexo	0.269 ^B (M)		0.321 ^A (H)	

^{A, B} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas (A>B, P<0.01) entre sexos (valor de F).

Respectivamente para los grupos del primero al cuarto, el peso de la bursa fue de 5.75, 5.75, 6.25 y 6.00 gramos; sin diferencias significativas (>0.05) entre grupos. Con relación al sexo, la bursa en los machos fue de 6 gramos y en las hembras de 5.88 gramos;

sin diferencia (P>0.05) entre sexos. No obstante, la interacción Grupos x Sexos si resultó significativa (P<0.05). Aplicado el análisis de la interacción se encontró que no hubo diferencias entre los grupos dentro de cada sexo; al comparar los sexos dentro de cada grupo se determinó que sólo hubo diferencia dentro del grupo 2 (testigo positivo); indicando que la presencia del APC propició que los machos presentarán la bursa más pesada que la de las hembras. La tendencia generalizada fue que las hembras tuvieran la bursa más pesada pero en este caso, dentro de G2, ocurrió lo contrario y en forma significativa, dando lugar a la significación de la interacción. En la Tabla 7 se presenta la información de acuerdo a la interacción Grupos x Sexos para el peso de la bursa.

Tabla 7. Peso de bursa de Fabricio según interacción Grupos x Sexos

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

^{a, b} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas (P<0.05) entre sexos dentro de grupos.

En la Figura 6 se ilustra la interacción Grupos x Sexos de los pesos de bursa, notándose el efecto interactivo del grupo 2 (testigo positivo).

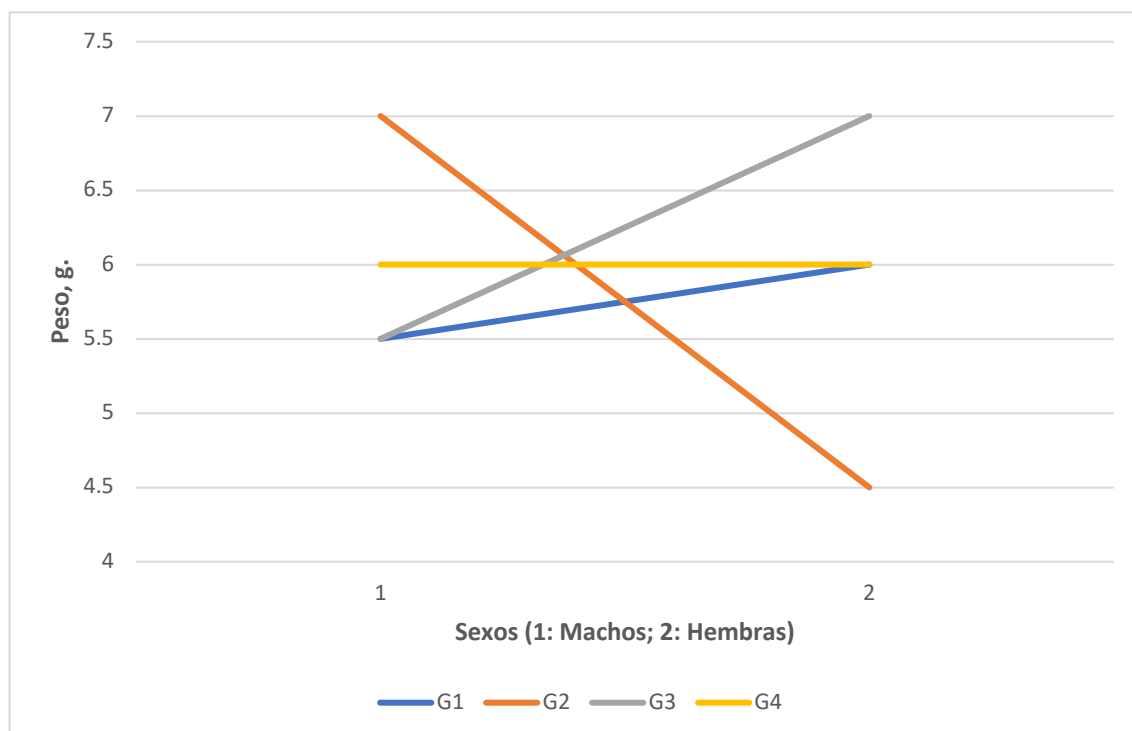


Figura 6. Interacción Grupos x Sexos de los pesos de la bursa de Fabricio

Cuando se analizó la información en relación al peso de la carcasa se determinó que el rendimiento fue de 0.298, 0.286, 0.301 y 0.295% respectivamente para los grupos del primero al cuarto, sin diferencias significativas ($P>0.05$). En el caso de los sexos, los machos presentaron un rendimiento de bolsa de 0.269 y las hembras 0.321, la diferencia alcanzó significación ($P<0.05$) a favor de las hembras. El análisis estadístico indicó que la interacción Grupos x Sexos fue significativa; en la Tabla 8 se presenta la información de acuerdo a la interacción, la que se ilustra en la Figura 7.

Tabla 8. Rendimiento de bolsa de Fabricio según interacción Grupos x Sexos

Sexo	Grupos			
	G1	G2	G3	G4
Machos	0.265 ^a	0.319 ^a	0.231 ^B	0.260 ^a
Hembras	0.332 ^a	0.252 ^a	0.371 ^A	0.331 ^a

^{A, B} Letras diferentes sobre los promedios indican diferencias significativas ($P<0.01$) entre sexos dentro de grupos.

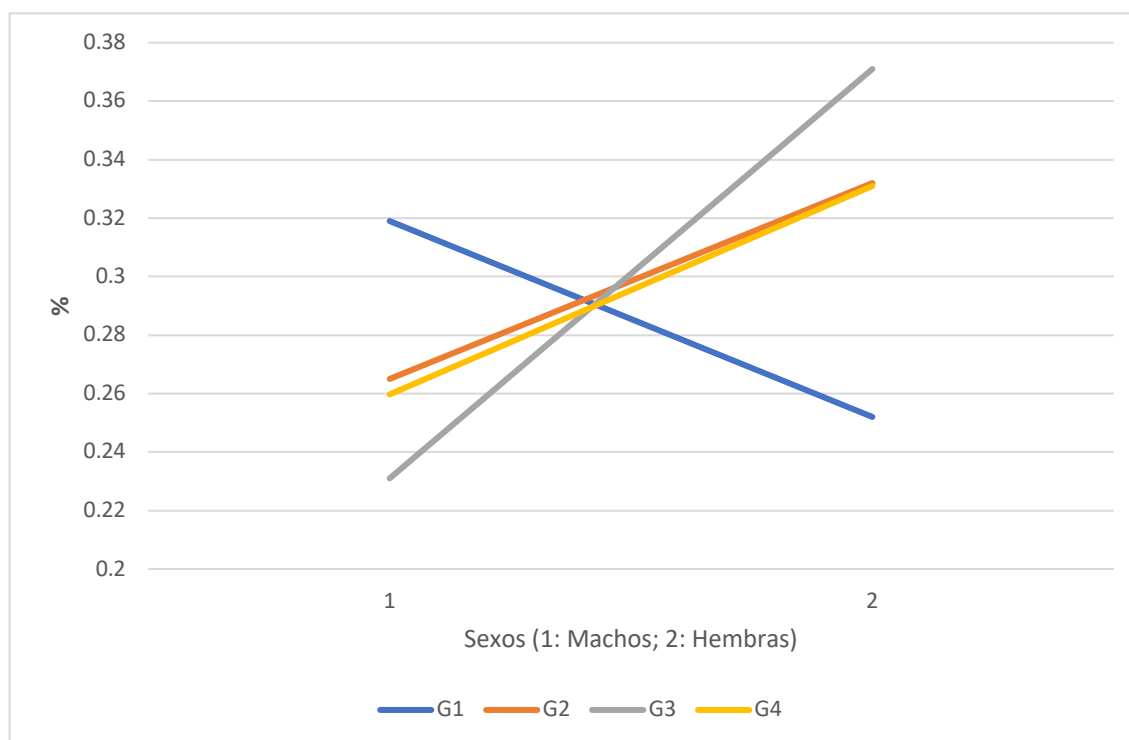


Figura 7. Interacción Grupos x Sexos del rendimiento de bolsa de Fabricio

La interacción fue significativa debido a que la diferencia entre machos y hembras se hizo considerablemente dentro del grupo 3 (con 0.05% de orégano y 0.005% del complejo enzimático; y dado el comportamiento contrario del grupo1 se produjo la típica

interacción. Cuando se relativizó el peso de la bursa en función del peso de la carcasa los tratamientos generadores de la significación de la interacción cambiaron, lo que indicaría que la presencia del orégano al 0.05% y del complejo enzimático ejercerían un efecto sobre la bursa.

La bursa de Fabricio es un órgano linfoide en las aves, ya que los mamíferos no la poseen, y es muy importante dada su función de hematopoyesis y por ser el lugar donde maduran los linfocitos B. Es decir que está muy relacionada con el sistema inmunológico y es regla la aplicación de una vacuna para evitarla y disminuir la mortalidad y evitar el magro rendimiento. Se ha llegado a asumir que los fitobióticos podrían, de alguna manera, influir sobre la bolsa de Fabricio y mantener la respuesta inmunológica. Los estudios se han basado más en el efecto sobre el tamaño de la bursa y no se dispone de estudios que se hayan hecho para determinar si los componentes de los fitobióticos ejercen algún efecto sobre las funciones de este órgano. Dagne (2018) indicó que se ha asumido que cuando la bursa es de mayor tamaño mayor es producción de anticuerpos, por tal motivo en pollos desafiados sanitariamente la bursa crece inmediatamente, con la finalidad de producir más anticuerpos y controlar el problema sanitario (Nanafi et al., 2014). Si con el desafío sanitario la utilización de fitobióticos logra reducir el tamaño de la bursa, entonces eso implicaría que fueron capaces de controlar el problema sanitario.

Evalutando diferentes productos de acción fitobiótica, diversos autores (Al-Dhanki et al., 2018; Dagne, 2018; Aditya et al., 2017; Nanafi et al., 2014; El-Deek et al., 2012) no han encontrado efecto sobre el tamaño de la bursa.

Como se ha indicado en las excelentes revisiones publicadas por Broom (2017), Celi et al. (2017), Christaki et al. (2012), Roberts et al. (2015), Sugiharto (2014) y Madhupriya et al. (2018); los antibióticos han jugado un rol primordial en el logro de mayores producciones por parte de la industria avícola y aún sus funciones totales todavía

no están completamente definidas; no obstante, existen evidencias de las complicaciones en la salud humana debido al desarrollo de la resistencia a los fármacos por parte de diferentes especies de bacterias que son pobladores naturales del organismo humano, principalmente el TGI; así, intervenciones quirúrgicas ambulatorias o enfermedades de curso simple podrían transformarse en eventos de salud mortales. También los animales son afectados por la resistencia. Por esto se están buscando reemplazantes a los antibióticos fármacos, que no generen resistencia o que las bacterias no los identifiquen como antibióticos. Los fitobióticos son una alternativa interesante, pero los resultados son aún contradictorios, sobre todo como inmunoestimulantes. Hasta ahora los resultados más alentadores se han dado sobre el rendimiento bajo buenas condiciones sanitarias (aplicando la buenas prácticas desarrolladas a partir de la ciencia y tecnología) y sobre la calidad de los productos. Si las condiciones sanitarias son las adecuadas, aparentemente, no sería necesario utilizar APC. Sin embargo, los productores nacionales e internacionales, tienen mucho temor a que se desarrolle un problema sanitario que puede hacer quebrar a las empresas y recurren al uso preventivo de los APC; no obstante, se desarrolla un “círculo vicioso”, toda vez que al *sentirse* protegidos se descuidan las condiciones sanitarias y los problemas de bajo rendimiento se hacen recurrentes.

En el presente estudio se ha mostrado que el orégano y el complejo enzimático, estando en conjunto en el alimento, promocionaron mejor rendimiento de carcasa, ocasionaron hígado e intestino más pequeños, precisamente porque propiciaron mejor digestión y absorción de nutrientes; indicando, de manera indirecta, que esto se debería a una mayor utilización de la grasa para funciones de síntesis. Pero queda abierta la posibilidad de acción sobre el aparato inmunológico al haberse generado interacción significativa al evaluar el peso y rendimiento de la bursa de Fabricio, lo que es necesario continuar investigando.

IV. CONCLUSIONES

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

1. La hipótesis fue validada por el efecto sobre el hígado, los intestino y la bursa de Fabricio; órganos en los que evidenció modificaciones en el peso por efecto de los tratamientos con orégano y el complejo enzimático
2. El peso y rendimiento de carcasa fue afectado positivamente ($P<0.05$ y $P<0.01$, respectivamente) por la presencia del orégano en polvo y un complejo enzimático de última generación en la dieta.
3. El peso y rendimiento del hígado (en base al peso de carcasa) disminuyeron ($P<0.05$) por la presencia del orégano en polvo y del complejo enzimático en la dieta.
4. No hubo efecto significativo ($P>0.05$) sobre el peso y rendimiento del páncreas.
5. El peso del intestino no fue afectado significativamente ($P>0.05$), pero cuando se expresó en función del peso de la carcasa fue menos pesado por efecto del orégano y del complejo enzimático.
6. El peso y rendimiento de la bursa de Fabricio no fue afectado significativamente ($P>0.05$) por la presencia conjunta del orégano y el complejo enzimático en la dieta; sin embargo, se evidenció una interacción significativa ($P<0.05$) Grupos x Sexos en ambas formas de expresión de la variable, permitiendo inferir un efecto sobre el sistema inmunológico.

V. RECOMENDACIONES

- 1.** Utilizar orégano en polvo en combinación con un complejo enzimático de última generación por promover mejor peso y rendimiento de carcasa y evidenciar mejor utilización del alimento para obtener el producto final.
- 2.** Continuar con la investigación para evaluar el efecto de los fitobióticos sobre el rendimiento e inmunidad de los pollos de carne.
- 3.** Evaluar variables vinculadas con la calidad de la carne.

BIBLIOGRAFÍA

- Abudabos, A., Alyemni, A., Dafalla, Y., and Rifat Ullah Khan. (2018). The effect of phytogenics on growth traits, blood biochemical and intestinal histology in broiler chickens exposed to *Clostridium perfringens* challenge. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1): 691-695. DOI: 10.1080/09712119.2017.1383258
- Aditya, S., Ahammed, M., Jang, S. H., and Ohh, S. J. (2017). Effects of dietary onion (*Allium cepa*) extract supplementation on performance, apparent total tract retention of nutrients, blood profile and meat quality of broiler chick. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, 30(2): 229-235. <https://doi.org/10.5713/ajas.16.0553>
- Al-Dhanki, Z. T. M., Al-Enzy, A. F. M., and Al-Hamadani, A. A. Y. (2018). Influence of herbal oil extracts on live broiler performance, carcass traits and relative weights of internal organs. *Journal of Research in Ecology*, 6(2): 2385-2389. ISSN: 2319-1554.
- Al-Kassie, G. A. M., Al-Nasrawi, M. A. M., and Ajeena, S. J. (2011). The effects of using hot red pepper as a diet supplement on some performance traits in broiler. *Pakistan Journal of Nutrition*, 10(9): 842-845. ISSN: 1680-5194.
- Broom, L. J. (2017). The sub-inhibitory theory for antibiotic growth promoters. *Poultry Science*, 0: 1-5. <http://doi.org/10.3382/ps/pex114>
- Bunge, M. (1972). La Investigación Científica, su Estrategia y su Filosofía. 2da edición. Ediciones Ariel. Barcelona, España.
- Celi, P., Cowieson, A. J., Fru-Nji, F., Steinert, R. E., Klünter, A. -M., and Verlhac, V. (2017). Gastrointestinal functionality in animal nutrition and health: New opportunities for sustainable animal production. *Animal Feed Science and Technology*, 234: 88-100. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.09.012>
- Christaki, E., Bonos, E., Giannenas, I., and Florou-Paneri, P. (2012). Aromatic plants as a source of bioactive compounds. *Agriculture*, 2:228-243. Doi: 10.3390/agriculture2030228
- Dagne, M. M. (2018). Review on efficacy of garlic and onion on performances, blood profile and health status of broiler chickens. *Global Journal of Science Frontier Research: D Agriculture and Veterinary*, 18(6): Version 1.0. ISSN: 2249-4626.
- El-Deek, A. A., Al-Harthi, M. A., Osman, M., Al-Jassas, F., and Nassar, R. (2012). Hot pepper (*Capsicum annum*) as an alternative to oxytetracycline in broiler diets and effects on productive traits, meat quality, immunological responses and plasma lipids. *Archiv fur Geflugelkunde*, 76(2): 73-80. ISSN: 0003-9098.
- Goodarzi, M. and Nanekarani, S. (2014). Effect of onion extract in drink water on performance and carcass traits in broiler chickens. *Information Engineering Research Institute Procedia*, 8: 107-112.
- 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.
- Madhupriya, V., Shamsudeen, P., Raj Manohar, G., Senthilkumar, S., Soundarapandiyam, V., and Moorthy, M. (2018). Phytofeed additives in poultry nutrition – A Review. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 7(3): 815-822.
- Manafi, M., Hedayati, M., and Yari, M. (2014). Application of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essence on chicks fed aflatoxin B: Impacts on internal organ weights, biochemical traits and mortality. *Research in Zoology*, 4(1): 13-19. DOI: 10.5923/j.zoology.20140401.03
- Olusola, O. O., Kehinde, T. A., & Akeem, O. A. (2018). Performance and meat quality attributes of broiler chickens fed onion skin extract and onion skin meal

- supplemented diets at the finisher stage. *Journal of Experimental Agriculture International* 24(1): 1-7. ISSN: 2457-0591.
- Ostle, B. (1979). *Estadística Aplicada*. E. Limusa. México, DF. 629 pp.
- Puvaca, N., Ljubojevic, D., Cabarkapa, I., Popovic, S., Tomicic, Z., Nikolova, N., and Levic, J. (2019). Quality of broiler chicken carcass fed dietary addition of garlic, black pepper and hot red pepper. *Journal of Agronomy, Technology and Engineering Management*, 2(1): 218-227. ISSN: 2620-1755.
- Roberts, T., Wilson, J., Guthrie, A., Cookson, K., Vancraeynest, D., Schaeffer, J., Moody, R., and Clark, S. (2015). New issues and science in broiler chicken intestinal health: Emerging technology and alternative interventions. *J. Appl. Poultry Res.*, 24: 257-266. <http://dx.doi.org/10.3382/japr/pfv023>
- Scheffler, E. (1982). *Bioestadística*. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N.A.
- Shahverdi, A., Kheiri, F., Faghani, M., Rahimian, Y., and Rafiee, A. (2013). The effect of use red pepper (*Capsicum annum* L.) and black pepper (*Piper nigrum* L.) on performance and hematological parameters of broiler chicks. *European Journal of Zoological Research*, 2(6): 44-48.
- Sugiharto, S. (2014). Role of nutraceuticals in gut health and growth performance of poultry. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Science*, 15(2): 99-111. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2014.06.001>
- Vlaicu, P. A., Panaite, T. D., Turcu, R. P., and Tabuc, C. (2020). Dietary *Origanum vulgare* supplements for broilers. *Rom. Biotechnol. Lett.*, 25(5): 1922-1929. DOI: 10.25083/rbl/25.5/1922.1929

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	0.0726	03	0.0242	- 1.6162	- 4.8486
2	0.1690	03	0.0563	- 1.2492	- 3.7477
3	0.2626	03	0.0875	- 1.0578	- 3.1735
4	0.2580	03	0.0860	- 1.0655	- 3.1965
Suma	0.7622	12	-----	-----	-14.9663
S ² = 0.0635					
B = -14.3654					
X ² = 1.38 ^{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	66.0684	1	-----		
Tratamientos	00.8205	7	0.1172	37.81	
Grupos	00.0831	3	0.0277	8.94	**
Sexos	00.7078	1	0.7078	228.32	**
G x S	00.0296	3	0.0099	3.19	NS
Residual	00.0248	8	0.0031		
Total	66.9137	16			

CV = 2.74%

S_{media} = 0.0278

Prueba de Duncan Grupos

	2	3	4
S _{media}	0.0278	0.0278	0.0278
AES	3.26 (4.74)	3.39 (5.00)	3.47 (5.08)
DLS	0.091 (0.132)	0.094 (0.139)	0.097 (0.141)

G₃ = 2.135^a

G₄ = 2.059^{ab}

G₂ = 1.992^{bc}

G₁ = 1.943^c

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

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signif.
Media	50531.5444	1	-----		
Tratamientos	32.9822	7	04.7117		
Grupos	30.5461	3	10.1820	83.73	**
Sexos	01.7658	1	01.7658	14.52	**
G x S	00.6703	3	00.2234	1.84	NS
Residual	00.9724	8	00.1216		
Total	50565.4990	16			

CV = 0.62%

S_{media} = 0.1744

Prueba de Duncan Grupos

	2	3	4
S _{media}	0.1744	0.1744	0.1744
AES	3.26 (4.74)	3.39 (5.00)	3.47 (5.08)
DLS	0.57 (0.83)	0.59 (0.87)	0.61 (0.89)

$$G_4 = 57.66^A$$

$$G_3 = 57.41^A$$

$$G_2 = 55.35^B$$

$$G_1 = 54.38^C$$

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	254.00	03	84.6667	1.9277	05.7831
2	146.75	03	48.9167	1.6895	05.0684
3	386.76	03	128.9167	2.1103	06.3309
4	116.75	03	38.9167	1.5901	04.7704
Suma	904.25	12	-----	-----	21.9528

$$S^2 = 75.3542$$

$$B = 22.5253$$

$$X^2 = 1.32^{NS}$$

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	66435.06	1	-----		
Tratamientos	1003.44	7	143.35		
Grupos	283.69	3	94.56	4.10	*
Sexos	689.07	1	689.07	29.88	**
G x S	30.68	3	10.23	<1	NS
Residual	184.50	8	23.06		
Total	67623.00	16			

$$CV = 7.45\%$$

$$S_{media} = 2.40$$

Prueba de Duncan Grupos

	2	3	4
S _{media}	2.40	2.40	2.40
AES	3.26	3.39	3.47
DLS	7.82	8.14	8.33

$$G_1 = 69.0^a$$

$$G_2 = 66.8^a$$

$$G_3 = 64.3^{ab}$$

$$G_4 = 57.8^b$$

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

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signif.
Media	1684.6756	1	-----		
Tratamientos	3.8383	7	0.1198		
Grupos	3.4389	3	1.1463	9.11	**
Sexos	0.00024	1	0.00024	<1	NS
G x S	0.3992	3	0.1331	1.06	NS
Residual	1.0062	8	0.1258		
Total	1689.5201	16			

CV = 3.46%

$S_{media} = 0.1773$

Prueba de Duncan Grupos

	2	3	4
S_{media}	0.1773	0.1773	0.1773
AES	3.26	3.39	3.47
DLS	0.578	0.601	0.615

$G_1 = 10.594^a$

$G_2 = 10.554^{ab}$

$G_3 = 9.983^{bc}$

$G_4 = 9.664^c$

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	2.0000	0.3010	0.9031
2	2.75	03	0.9167	- 0.0378	- 0.1134
3	2.00	03	0.6667	- 0.1761	- 0.5283
4	2.00	03	0.6667	- 0.1761	- 0.5283
Suma	12.75	12	-----	-----	- 0.2669

$S^2 = 1.0625$

B = 0.3159

$X^2 = 1.34^{NS}$

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	564.0625	1	-----		
Tratamientos	8.4400	7	0.0629		
Grupos	0.1900	3	0.0633	<1	NS
Sexos	7.5600	1	7.5600	13.45	**
G x S	0.6900	3	0.2300	<1	NS
Residual	4.4975	8	0.5622		
Total	577.0000	16			

CV = 12.6%

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

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signif.
Media	153.3139	1	-----		
Tratamientos	0.1596	7	0.0228		
Grupos	0.0326	3	0.0109	<1	NS
Sexos	0.0064	1	0.0064	<1	NS
G x S	0.1206	3	0.0402	1.24	NS
Residual	0.2595	8	0.0324		
Total	153.7330	16			

CV = 5.8%

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	3330.00	03	1110.00	3.0453	9.1360
4	2502.75	03	834.25	2.9213	8.7639
Suma	8823.75	12	-----	-----	34.0841

$$S^2 = 735.3125$$

$$B = 34.3977$$

$$X^2 = 0.72^{NS}$$

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	427389.06	1	-----		
Tratamientos	8972.44	7	1281.78		
Grupos	1212.19	3	404.06	<1	NS
Sexos	7524.97	1	7524.97	14.82	**
G x S	235.28	3	78.43	<1	NS
Residual	4063.50	8	507.94		
Total	440425.	16			

CV = 13.8%

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

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signif.
Media	4330.3671	1	-----		
Tratamientos	9.8454	7	1.4065		
Grupos	8.4630	3	2.821	10.87	**
Sexos	1.0914	1	1.0914	4.21	NS
G x S	0.2910	3	0.097	<1	NS
Residual	2.0758	8	0.2595		
Total	4332.2883	16			

CV = 3.1%

$$S_{media} = 0.2547$$

Prueba de Duncan Grupos

	2	3	4
S _{media}	0.2547	0.2547	0.2547
AES	3.26	3.39	3.47
DLS	0.8303	0.8534	0.8838

$$G_1 = 17.4638^a$$

$$G_2 = 16.8203^a$$

$$G_3 = 15.7787^b$$

$$G_4 = 15.7427^b$$

Anexo 13. Prueba de homogeneidad de varianzas con el peso de la bolsa 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	4.75	03	1.583	0.1996	0.5987
4	2.00	03	0.667	- 0.1761	- 0.5283
Suma	14.25	12	-----	-----	- 0.6792

$$S^2 = 1.1875$$

$$B = 0.8956$$

$$X^2 = 3.64^{NS}$$

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

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signif.
Media	564.0625	1	-----		
Tratamientos	9.4375	7	1.3482		
Grupos	0.6875	3	0.2292	<1	NS
Sexos	0.0625	1	0.0625	<1	NS
G x S	8.6875	3	2.8958	4.21	*
Residual	5.5000	8	0.6875		
Total	579.	16			

$$CV = 14\%$$

Análisis de varianza por sexo

FV	SC	GL	CM	F	Significación
Macho	3.000	3	1.000	1.46	N. S.
Hembra	6.075	3	2.025	2.95	N. S.
Residual	5.500	8	0.6875		

Análisis de varianza por grupos

FV	SC	GL	CM	F	Significación
Grupo 1	6.25	1	6.25	9.09	*
Grupo 2	0.00	1	0.00	0.00	N. S.
Grupo 3	2.25	1	2.25	3.27	N. S.
Grupo 4	0.00	1	0.00	0.00	N. S.
Residual	5.500	8	0.6875		

Anexo 15. Análisis de la varianza con el r4endimiento de la bursa de Fabricio (Arc-sen)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Signif.
Media	153.7916	1	-----		
Tratamientos	0.9479	7	0.1354		
Grupos	0.0117	3	0.0039	<1	NS
Sexos	0.2984	1	0.2984	7.14	*
G x S	0.6378	3	0.2126	5.09	*
Residual	0.3346	8	0.0418		
Total	155.0741	16			

CV = 6.6%

Análisis de varianza por sexo

FV	SC	GL	CM	F	Significación
Macho	0.2466	3	0.0822	1.97	N. S.
Hembra	0.4029	3	0.1343	3.21	N. S.
Residual	0.3346	8	0.0418		

Análisis de varianza por grupos

FV	SC	GL	CM	F	Significación
Grupo 1	0.1338	1	0.1338	3.20	N. S.
Grupo 2	0.1258	1	0.1258	3.01	N. S.
Grupo 3	0.5414	1	0.5414	12.95	**
Grupo 4	0.1352	1	0.1352	3.23	N. S.
Residual	0.3346	8	0.0418		