



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

**Suplementación de orégano (*Oryganum vulgare*) y exo-enzimas en la alimentación
de pollos de carne sin antibiótico promotor del crecimiento**

TESIS

Para optar el título profesional de

INGENIERO ZOOTECNISTA

Por

AUTOR

Bach. Vidaurre Acosta, Víctor Jesús

ASESOR

Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.

(ORCID id: 0000-0002-0236-1593)

Lambayeque

PERÚ

27/10/2020

**Suplementación de orégano (*Oryganum vulgare*) y exo-enzimas en la alimentación
de pollos de carne sin antibiótico promotor del crecimiento**

TESIS

Presentada como requisito para optar el título profesional de

INGENIERO ZOOTECNISTA

por

Vidaurre Acosta, Víctor Jesús

**Sustentada y aprobada ante el
siguiente jurado**

Ing. Lozano Alva, Enrique Gilberto, M. Sc. -----
Presidente

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

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
FACULTAD DE INGENIERÍA ZOOTECNIA
ACTA DE SUSTENTACION VIRTUAL
N° 022-2021/FIZ



Siendo las 10:00 a.m. del día miércoles 27 de octubre de 2021, de acuerdo a lo dispuesto en la Resolución N° 200-2021-VIRTUAL-FIZ/D, de fecha 25 de octubre de 2021, que autoriza la sustentación virtual del trabajo de tesis: "SUPLEMENTACION DE OREGANO (*Origanum vulgare*) Y EXOENZIMAS EN LA ALIMENTACION DE POLLOS DE CARNE SIN ANTIBIOTICO PROMOTOR DE CRECIMIENTO" presentada por el bachiller VÍCTOR JESUS VIDAURRE ACOSTA, se reunieron vía plataforma virtual (<https://meet.google.com/rji-cyzw-avb?authuser=0>) los miembros de jurado designados por Resolución N° 022-2019-CF/FIZ de fecha 4 de abril de 2019: Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva, M.Sc. (Presidente), Ing. Rafael Antonio Guerrero Delgado, M.Sc. (Secretario), Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr. (Vocal) e Ing. Pedro Del Carpio Ramos, Dr., (Patrocinador), para dictaminar sobre el proyecto de tesis titulado "SUPLEMENTACION DE OREGANO (*Origanum vulgare*) Y EXOENZIMAS EN LA ALIMENTACION DE POLLOS DE CARNE SIN ANTIBIOTICO PROMOTOR DE CRECIMIENTO" presentada por el bachiller Víctor Jesús Vidaurre Acosta; el cual fue aprobado con Resolución N° 150-2021-FIZ/D de fecha 30 de junio de 2021.

Concluida la sustentación de la tesis por parte del sustentante, absueltas las preguntas realizadas por los miembros del jurado, así como las aclaraciones del señor patrocinador, los miembros del Jurado se reunieron vía plataforma virtual (<https://meet.google.com/ahw-mtkz-bzp?authuser=0>) para deliberar y calificar la sustentación del trabajo de tesis: "SUPLEMENTACION DE OREGANO (*Origanum vulgare*) Y EXOENZIMAS EN LA ALIMENTACION DE POLLOS DE CARNE SIN ANTIBIOTICO PROMOTOR DE CRECIMIENTO" presentada por el bachiller VÍCTOR JESUS VIDAURRE ACOSTA; habiendo acordado APROBAR la tesis con la nota en escala vigesimal de 17, equivalente al calificativo de BUENO, recomendando incluir en la redacción del informe final las sugerencias dadas durante la sustentación.

Por lo tanto, el Bachiller en Ingeniería Zootecnia, VÍCTOR JESUS VIDAURRE ACOSTA se encuentra APTO para recibir el Título Profesional de Ingeniero Zootecnista de acuerdo con la Ley Universitaria N° 30220 y normatividad vigente de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo y de la Facultad de Ingeniería Zootecnia.

Siendo las 11:15 a.m. se dio por concluido el presente acto académico firmando en señal de conformidad los miembros de jurado.

Ing. Enrique Gilberto Lozano Alva, M.Sc.
Presidente

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

Ing. Napoleón Corrales Rodríguez, Dr.
Vocal

Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.
Asesor

presente es copia fiel del original a la que me remito

Lambayeque, 15 de noviembre del 2021

Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr.
FEDATARIO
Domicilio

DEDICATORIA

A mis padres, por su apoyo incondicional y por la dicha de formar una hermosa familia que me inspira a seguir adelante día a día.

Y a mi futura esposa, Adela, por motivarme a asumir retos cada vez más grandes y construir un futuro juntos.

Víctor Jesús Vidaurre Acosta

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Ing. Pedro Antonio Del Carpio Ramos, Dr., por su constante esmero e incondicional apoyo para la realización de este trabajo de investigación. Su amplia trayectoria nos motiva a ser mejores profesionales para servir a la sociedad.

Víctor Jesús Vidaurre Acosta

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Vidaurre Acosta, Víctor Jesús, investigador principal, y Del Carpio Ramos, Pedro Antonio, asesor, del trabajo de investigación **Suplementación de orégano (*Oryganum vulgare*) y exo-enzimas en la alimentación de pollos de carne sin antibiótico promotor del crecimiento**, declaramos bajo juramento que este trabajo no ha sido plagiado, ni contiene datos falsos. En caso de que se demuestre lo contrario, asumo 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, febrero de 2020.

Vidaurre Acosta, Víctor Jesús

Del Carpio Ramos, Pedro Antonio

Suplementación de orégano (*Oryganum vulgare*) y exo-enzimas en la alimentación de pollos de carne sin antibiótico promotor del crecimiento

Resumen

Debido a la vinculación del uso de los antibióticos promotores del crecimiento (APC) con la resistencia desarrollada por diferentes especies de bacterias, existe un gran ímpetu por determinar alternativas a los APC que impidan que se pierdan los logros productivos alcanzados con los fármacos. Entre las alternativas se encuentran los vegetales de acción fitobiótica y los enzimas (generalmente cocteles) suplementales; debido a su acción conjunta en la mejora de la conversión alimenticia, la acción antioxidante y la antibacteriana. Se implementó este ensayo con 120 pollos Ross de un día de edad, distribuidos en tres tratamientos, T1, Testigo (APC), T2 (0.05% de orégano y 0.005% de un complejo enzimático) y T3 (0.10% de orégano y 0.005% del mismo complejo enzimático). Los resultados mostraron que se mejoró la conversión alimenticia y que no hubo diferencias significativas en las otras variables evaluadas, incluida el grado de aceptación de la carne. Se concluyó que se puede utilizar el orégano y el complejo enzimático en forma conjunta en reemplazo del APC.

Palabras clave: Orégano; Complejo enzimático; Alimentación; Pollos de carne.

Supplementation of oregano (*Oryganum vulgare*) and exo-enzymes in the feeding of broiler chickens without antibiotic growth promoter

Abstract

Due to the link between the use of growth promoting antibiotics (GPA) and the resistance developed by different species of bacteria, there is great impetus for determining alternatives to GPA that prevent the productive achievements achieved with drugs from being lost. Among the alternatives are phyto-biotic vegetables and supplemental enzymes (usually cocktails); due to its joint action in improving food conversion, antioxidant and antibacterial action. This trial was implemented with 120 one-day-old Ross chickens, distributed in three treatments, T1, Witness (GPA), T2 (0.05% oregano and 0.005% of an enzyme complex) and T3 (0.10% oregano and 0.005% of the same enzyme complex). The results showed that food conversion was improved and that there were no significant differences in the other variables evaluated, including the degree of meat acceptance. It was concluded that oregano and the enzyme complex can be used together to replace GPA.

Key words: Oregano; Enzymatic complex; Feeding; Broiler chickens.

ÍNDICE

N° Cap.	Título del Capítulo	N° Pág.
	Resumen/ Abstract	iv
	INTRODUCCIÓN	01
I	ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO	04
	1.1. Tipo y Diseño de Estudio	04
	1.2. Lugar y Duración	05
	1.3. Tratamientos Evaluados	05
	1.4. Animales Experimentales (muestra)	05
	1.5. Alimento Experimental	05
	1.6. Instalaciones y Equipo	06
	1.7. Técnicas Experimentales	07
	1.8. Variables Evaluadas	08
	1.9. Evaluación de la Información	08
II	MARCO TEÓRICO	10
	2.1. Antecedentes bibliográficos	10
	2.2. Base teórica	19
III	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	20
	3.1. Consumo de alimento	20
	3.2. Peso e incremento de peso	22
	3.3. Conversión alimenticia	24
	3.4. Mérito económico	27
	3.5. Grado de aceptación de la carne	28
	CONCLUSIONES	31
	RECOMENDACIONES	32
	BIBLIOGRAFÍA CITADA	33
	ANEXOS	36

ÍNDICE DE TABLAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	Fórmulas de las raciones empleadas en las etapas de crianza (%)	06
2	Esquema del análisis de la varianza	09
3	Consumo de alimento, por lote y por pollo, en Inicio (hasta 21 días) y en Crecimiento (22 a 42 días)	20
4	Peso e incremento de peso de pollos de carne, en Inicio (hasta 21 días) y en Crecimiento (22 a 42 días)	22
5	Conversión alimenticia de pollos de carne, en Inicio (hasta 21 días) y en Crecimiento (22 a 42 días)	25
6	Mérito económico de pollos de carne, en Inicio (hasta 21 días) y en Crecimiento (22 a 42 días)	27
7	Grado de aceptación de la carne de pollos broiler que recibieron orégano y un complejo enzimático en el alimento	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Nº	Título	Pág. Nº
1	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento</i>	21
2	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso</i>	23
3	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia</i>	25
4	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para el mérito económico</i>	27
5	<i>Comparativo porcentual entre tratamientos para grado de aceptación de la Carne</i>	29

ANEXOS

Nº	Título	Pág. Nº
1	Composición química de las raciones utilizadas en los distintos Períodos	36
2	Prueba de normalidad con los pesos iniciales	36
3	Prueba de igualdad de varianzas con los pesos iniciales	36
4	Prueba de normalidad con el peso a los 21 días	37
5	Prueba de igualdad de la varianzas con el peso a los 21 días	37
6	Análisis de la varianza con el peso a los 21 días	37
7	Prueba de normalidad con el incremento de peso a los 21 días	38
8	Prueba de igualdad de varianzas con el incremento de peso a los 21 días	38
9	Análisis de la varianza con el incremento de peso a los 21 días	38
10	Prueba de normalidad con el peso a los 42 días	39
11	Prueba de igualdad de varianzas con el peso a los 42 días	39
12	Análisis de varianza con el peso a los 42 días	39
13	Prueba de normalidad con el incremento de peso de 22-42 días	40
14	Prueba de igualdad de varianzas con el incremento de peso 22-42 días	40
15	Análisis de varianza con el incremento de peso 22-42 días	40
16	Prueba de normalidad con el incremento de peso acumulado	41
17	Prueba de igualdad de varianzas con el incremento de peso acumulado	41
18	Análisis de varianza con el incremento de peso acumulado	41
19	Prueba de normalidad con el grado de aceptación de la carne	42
20	Prueba de igualdad de varianzas con el grado de aceptación de la carne	42
21	Análisis de varianza con el grado de aceptación de la carne	42

INTRODUCCIÓN

Luego de la prohibición del empleo de los antibióticos promotores del crecimiento (APC) en la alimentación de animales domésticos de interés zootécnico en el mundo desarrollado, poco a poco la tendencia de no empleo se ha ido propalando por todo el mundo; básicamente, debido a que su empleo podría estar incrementando el problema de la resistencia a los antibióticos en las personas, lo que se ha considerado como serio problema de salud mundial.

Debido al cuadro descrito, la Organización Mundial de la Salud (OMS) consideró conveniente que si existiera necesidad de emplear antimicrobianos en la alimentación animal se considerara el empleo de sustancias que no produjeran la aparición de cepas bacterianas resistentes a los fármacos que se emplean para tratar los problemas de salud de las personas. Por tal motivo, la industria avícola (como una de las principalmente afectadas por la prohibición al empleo de los APC) recurrió al mundo académico-científico con la finalidad de determinar alternativas a los fármacos. Así, una de las estrategias para controlar la flora del intestino de las aves lo constituyen las hierbas que poseen sustancias capaces de controlar bacterias y proporcionar diversas acciones que favorezcan el rendimiento de los animales, tales como antioxidante, inmunoestimulante, desinflamante, entre otras.

Se ha indicado, por ejemplo, que los compuestos presentes en las hierbas poseen diferentes modos de acción antibacteriana (al interior del citoplasma, a nivel de diferentes partes de la membrana celular, a nivel del genoma microbiano, etc.) que las bacterias son incapaces, por ahora, de identificar simultáneamente los distintos tipos de acción y desarrollar resistencia (Burt, 2004).

Por otro lado, las condiciones en las que se explotan los pollos broiler son proclives a la presentación de radicales libres, los mismos que atentan contra la

productividad de los animales debido al daño que ejercen sobre los tejidos del organismo; así, una buena proporción de los nutrientes absorbidos no se destinan al metabolismo de síntesis de nuevos tejidos sino a funciones de reparación, de tal modo que se obtienen rendimientos por debajo de lo esperado con una apreciable merma económica. Las sustancias contenidas en las hierbas también poseen propiedades de atrapar radicales libres y disminuir este tipo de daño (Dasgupta y Klein, 2014; Yanishlieva y Heinonen, 2001).

Así mismo, se ha reconocido una acción adicional del empleo de hierbas, esta se relaciona con características de la carcasa (contenido de grasa, ternura, grado de aceptación de la carne, etc.) que incrementan su potencialidad de uso. En nuestro medio se han realizado varios trabajos de investigación que han incidido en esta propiedad de varias hierbas (Del Carpio y Del Carpio, 2016) y se asume que podría estar presente en el orégano.

No obstante, todas las ventajas que puedan tener las hierbas, la investigación también ha indicado que el dejar de emplear a los APC no implica sólo una alternativa, sino que lo pertinente es emplear varias. Dado que por el accionar de las bacterias patogénicas del intestino se reduce la capacidad de absorción de nutrientes, una estrategia complementaria sería el empleo de complejos enzimáticos para acrecentar la absorción y, de esa manera, hubiese una mayor disponibilidad de nutrientes para los procesos de síntesis (Anjum y Chaudhry., 2010). Esta, además, tiene como sustento el hecho demostrado que indica que las sustancias contenidas en las hierbas permiten una disminución de la viscosidad de la digesta (parecido al accionar enzimático) por lo que se supuso que la suplementación de un complejo enzimático tendría una acción sumatoria y permitiría un mayor rendimiento por mayor absorción de nutrientes. Este tipo de combinación ha sido poco estudiada (Basmacioglu Malayoglu *et al.*, 2010).

Dado que existe disponibilidad de orégano y de cocteles enzimáticos, cada vez más eficientes, en el medio es pertinente preguntar: ¿podrá evaluarse y explicarse el efecto sobre indicadores productivos de los pollos de carne con la utilización de orégano y un moderno coctel enzimático en la dieta, sin emplear APC?

Ante tal interrogante se planteó la siguiente hipótesis: La utilización de orégano y de un coctel enzimático en la dieta de pollos de carne permitirá evaluar su efecto sobre diferentes indicadores del rendimiento a través de un ensayo de alimentación sin emplear APC.

Se consideró los siguientes objetivos:

Objetivo general

Determinar y explicar el efecto sobre el rendimiento de los pollos de carne a través de la utilización de orégano y un coctel en la fórmula alimenticia, sin emplear APC.

Objetivos específicos

1. Determinar y evaluar el consumo de alimento;
2. Determinar y evaluar los incrementos de peso;
3. Determinar y evaluar la eficiencia técnica de utilización del alimento;
4. Determinar y evaluar la eficiencia económica del alimento;
5. Determinar y evaluar el grado de aceptación de la carne.

I. ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1. Tipo y diseño de estudio

Maletta (2015) literalmente indica que “Al elegir una estrategia de investigación puede aparecer (en algunas disciplinas) la opción entre métodos cuantitativos y cualitativos. En algunos casos, cuando los datos son múltiples y de tipo repetitivo y estructurado (muchos datos formalizados y estandarizados referidos a muchas unidades de análisis de cierto tipo) se impone un tratamiento cuantitativo, que usualmente es de tipo estadístico...” (p. 510). En consecuencia, la presente investigación se ajusta a una de tipo cuantitativo.

El mismo autor considera que “en un diseño experimental, el investigador está en condiciones de manipular la realidad empírica de tal modo que puede mantener constantes (o sujetos solo a variación aleatoria) los aspectos que no le interesan, y puede hacer variar deliberadamente y en forma controlada sus variables independientes, que supuestamente operan como causas, para observar cómo esa variación influye en las variables dependientes o efectos, o más exactamente para producir los efectos. Dado que solo las variables independientes manipuladas por el investigador han variado de manera sistemática, se infiere que los cambios registrados en las variables dependientes se deben exclusivamente a las variables elegidas como variables independientes (salvo pequeñas variaciones aleatorias debidas a factores no controlados)” (p. 504). Esta investigación, en la que se aleatorizó el efecto de todas las variables menos la presencia de orégano y el cocetel enzimático en el alimento, responde a un diseño experimental. La variable independiente, manejada por el investigador, fue la presencia del orégano y del cocetel enzimático y las variables dependientes correspondieron al consumo de alimento, incremento de peso vivo, conversión alimenticia, mérito económico y el grado de aceptación de la carne. La investigación propone una alternativa a los APC, razón por la que se le considera propositiva.

1.2. Lugar y duración

La investigación se realizó en una crianza familiar-comercial del distrito San José, provincia y región Lambayeque; la fase de campo tuvo una duración efectiva de 42 días, todo el período se dividió en dos períodos de 21 días cada uno.

1.3. Tratamientos evaluados

Se evaluó tres tratamientos, en función de la presencia o ausencia de APC y orégano con el complejo enzimático, de la siguiente manera:

T₁ : Testigo dieta con APC

T₂: Dieta con 0.05% de orégano y 0.005% de complejo enzimático, sin APC

T₃: Dieta con 0.10% de orégano y 0.005% de complejo enzimático, sin APC

1.4. Animales Experimentales

Se trabajó con 120 pollos BB de la línea Ross, de ambos sexos, de un día de edad.

Hernández *et al.* (2010, 176) indican que “en las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o de quien hace la muestra. Aquí el procedimiento no es mecánico ni con base en fórmulas de probabilidad, sino que depende del proceso de toma de decisiones de un investigador o de un grupo de investigadores y, desde luego, las muestras seleccionadas obedecen a otros criterios de investigación”. Por tal motivo, tratándose de una investigación experimental, por sus características, se decidió por el tamaño de muestra mencionado.

1.5. Alimento Experimental

Las raciones empleadas se presentan en la Tabla 1., las que fueron formuladas para cubrir las necesidades de nutrientes de los pollos en las diferentes etapas productivas. La diferencia entre los tratamientos consistió en la presencia o ausencia de APC en la ración y la inclusión de orégano y el complejo enzimático, para cada una de las fases. La inclusión se hizo por reemplazo de la misma proporción de maíz.

Tabla 1. Fórmulas de las raciones empleadas en las etapas de crianza (%)

Insumos	Inicio 1	Inicio 2	Crecimiento	Engorde	Acabado
Maíz amarillo	28.88	42.96	45.04	57.00	67.40
Arroz partido	30.00	20.00	20.00	09.65	-----
Soja torta	27.16	25.80	23.40	23.40	19.80
Soja integral	06.00	05.95	05.69	03.20	05.83
Palma aceite	-----	-----	01.00	02.00	02.00
Ca carbonato	01.04	00.57	00.57	00.54	00.84
Phosbic	02.19	01.45	01.31	01.21	01.10
Arroz polvillo	-----	-----	-----	00.50	00.59
Bovino, Hb	01.20	01.00	00.60	00.40	00.40
Bovino, plasma	01.20	-----	-----	-----	-----
Sal común	00.31	00.18	00.15	00.15	00.14
Premezcla*	02.01	02.10	02.23	01.96	01.87
Total	100.	100	100.	100.	100.

* Premezcla: combinación de productos vitamínicos, minerales, antioxidantes, acidificantes, atrapadores de micotoxinas, coccidiostato, pigmentantes, APC, etc.

El orégano se adquirió en el mercado mayorista de la ciudad de Chiclayo (Moshoqueque), el mismo que se deshidrató y molió para ser incorporado a las raciones. El complejo enzimático es producido por la firma francesa Adisseo y se comercializa como ROVABIO ADVANCE® y es fuente de enzimas degradadoras de proteína, carbohidratos solubles y estructurales, y pectinasas.

1.6. Instalaciones y Equipo

Para la realización del ensayo se contó con corrales para los tratamientos, estos se hicieron con malla de pescar y se les acondicionó con cascarilla de arroz como material de cama; así mismo, se dispuso de comederos (tolvas) y bebederos (sifón). Para el control del peso de insumos y de los pollos se contó con dos tipos de balanza (tipo reloj y electrónica, 1 g de aproximación). Para la identificación de los pollos se utilizó cintas de plástico y plumón de tinta indeleble. Se contó con el equipo (embudo para inmovilización, aturdimiento y desangrado, hornilla, olla para escaldado, etc.) suficiente para el sacrificio adecuado de los animales que se utilizaron para la prueba de degustación. Además, se dispuso de planillas para el registro de la información que se generó. Se contó con el equipo típico de toda granja avícola (baldes, material de limpieza, palana, etc.)

1.7. Técnicas Experimentales

Respecto a la forma que se gestionó el ensayo se consideró instalaciones, manejo, alimento, prueba de degustación, sanidad; toda la información se registró en un cuaderno de campo y luego de pasó a un ordenador electrónico.

Las instalaciones se acondicionaron considerando una densidad de 6 pollos por metro cuadrado; primero se hizo limpieza profunda y luego se procedió a la desinfección con amonio cuaternario y gluteraldehído. Se colocó cascarilla de arroz y se puso manta arpillera para hacer vacío sanitario hasta la llegada de los pollitos. Se preparó cuatro corrales, cada uno para 10 pollos (dos para machos y dos para hembras), para cada tratamiento y se distribuyeron aleatoriamente en el campo experimental.

Los pollitos se asignaron en forma aleatoria a los tratamientos; cada uno se identificó con una banda plástica numerada y sujeta a la caña, inmediatamente se procedió a tomar el peso inicial, posteriormente se pesaron a los 21 y 42 días.

El alimento se preparó con insumos de disponibilidad local, siguiendo el proceso de mezclado progresivo (el producto se combinó con los insumos menores de la fórmula en un kilo de maíz y progresivamente se incorporó el resto de insumos) para procurar que la combinación sea homogénea. Se suministró en cantidades pesadas pero suficientes para lograr consumo *ad libitum*, el consumo se determinó por diferencia entre lo ofrecido y el residuo. El programa de alimentación consideró las siguientes fases: Pre-Inicio (7 días), Inicio (14 días), Crecimiento (7 días), Engorde (7 días) y Acabado (7 días); sin embargo para las pesadas se consideró los primeros 21 días (pre-inicio e inicio) y los segundos 21 días (crecimiento, engorde y acabado).

Se realizó la prueba de degustación aplicando la técnica de Anzaldúa (2005), citado por Ordóñez (2018), para la que se utilizó muestras de carne sin hueso obtenidas de la pechuga; se cocinaron las pechugas a baño maría por 30 minutos, al agua se le

agrego 5 g de sal, al terminar la cocción se sirvieron muestras de carne de 1 cm de lado en platos desechables previamente codificados; en seguida se procedió a la evaluación de los panelistas, después de evaluar los degustadores dispusieron de agua para enjuague de la boca entre muestra y muestra, no supieron de qué tratamiento procedían las muestras; se empleó el método de análisis descriptivo-cualitativo descrito por Char *et al.* (2016) y Yoplac *et al.* (2017), que se aplicó a un panel de 10 degustadores semi entrenados (estudiantes de la FIZ-UNPRG). Se utilizó una pauta no estructurada de 0 a 15, donde se evaluó el grado de aceptación de la carne; las escalas fueron: 0, muy mala, y 15, extremadamente buena, se consideró la puntuación de 7.5 como media aceptable.

Todo el proceso productivo tuvo en consideración un programa sanitario que estuvo basado en la bio-seguridad (no ingreso de personas ajenas a los ensayos, programa estricto de vacunaciones, desinfección de calzado y ropa antes de ingresar al galpón, etc.).

1.8. Variables evaluadas

- Consumo de alimento, Kg.: diferencia de peso entre alimento suministrado y no consumido.
- Peso y cambios en el peso vivo, Kg.: diferencia entre pesadas.
- Conversión alimenticia (kilos de alimento consumidos por kilo de peso vivo incrementado)
- Mérito económico (nuevos soles gastados en alimento consumido por kilo de peso vivo incrementado)
- Grado de aceptación de la carne (escala creciente de 0 a 15).

1.9. Evaluación de la información

Se planteó las siguientes hipótesis estadísticas:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$$H_1: \mu_1 = \mu_2 \neq \mu_3; \mu_1 \neq \mu_2 = \mu_3; \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

La contrastación de las hipótesis se hizo a través de un diseño completamente al azar, que se ajusta al siguiente modelo aditivo lineal: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \xi_{ij}$; en el que Y_{ij} , es la variable evaluada; μ , es el efecto medio verdadero; τ_i , es el efecto verdadero de los tratamientos; ξ_{ij} , es el efecto verdadero del error experimental. Se estuvo dispuesto a tolerar una máxima probabilidad de 5% de cometer error de tipo I. Se siguieron las recomendaciones de Ostle (1979) y Scheffler (1982).

La normalidad y la homocedasticidad se corroboraron mediante las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y la de Levene, respectivamente. Se aplicó el análisis de la varianza y solo cuando en valor de F fue significativo se aplicó la prueba de Tukey. El esquema del análisis de varianza se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Esquema del análisis de la varianza

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F
Media	M_{yy}	1	M	T/ E
Tratamientos	T_{yy}	$t - 1 = 2$	T	
Error experimental	E_{yy}	$t(r-1) = 117$	E	
TOTAL	$\sum Y^2$	$tr = 120$		

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes bibliográficos

La incidencia de problemas de salud vinculados a bacterias resistentes a los antibióticos no es una novedad y en la actualidad se ha convertido en un tema candente debido a los intereses económicos de las empresas farmacéuticas, debido a que los antibióticos promotores del crecimiento (APC) han sido vinculados con la generación de cepas resistentes, quienes sostienen que existen otras causas de mayor peso para la resistencia y, por el otro lado, los organismos internacionales que velan por la salud de la humanidad (Bengtsson y Greko, 2014; Topp *et al.*, 2017). En los países desarrollados se ha logrado la prohibición de los APC y su retiro del mercado, pero todavía no es una obligación en los países en vías de desarrollo; no obstante dejar de emplear APC está calando progresivamente dentro de la industria de la producción de alimentos de origen animal.

Es un hecho que los APC empezaron a usarse debido a las fallas en las condiciones sanitarias de las explotaciones; casi simultáneamente se determinó que estos fármacos promovían mejor eficiencia en la absorción de nutrientes debido a su injerencia indirecta, por control de las bacterias de tipo patógeno, en la condición del epitelio intestinal. También es indudable que los productores descuidaron el manejo sanitario porque les permitió reducir costos en mano de obra si ya tenían a los antibióticos que les ayudaban a evitar las mermas en el rendimiento. Lo anecdótico es que muchos pensaron que se había descubierto algo que duraría por siempre y que no afectaría a las personas debido a que, aparentemente, no se absorbían y no se depositaban en los tejidos o productos comestibles. Sin embargo, las bacterias encontraron la forma de hacerse resistentes y cualquier antibiótico ya no fue suficiente y se crearon nuevas generaciones al punto que están vinculados a familias de fármacos que se emplean en la salud humana (Del Carpio, 2007).

Ante este panorama, era necesario buscar una o varias alternativas a los APC, es decir, que controlaran bacterias para no perder la eficiencia productiva que se había logrado y que no ocasionaran resistencia. Entre las diversas alternativas que se continúan ensayando se encuentran los principios contenidos en las hierbas, conocidos en forma generalizada como Aceites Esenciales (AE); sobre estos compuestos, en la actualidad se sabe que no tendrían un solo mecanismo específico, sino que serían varios y de esa manera la bacteria estaría imposibilitada de generar resistencia. Burt (2004) menciona los siguientes: degradación de la pared celular, daño de la membrana citoplasmática, daño de las proteínas de la membrana, fuga de contenidos celulares, coagulación del citoplasma y agotamiento de la fuerza motriz de los protones. Describe la autora que “una característica importante de los AE y sus componentes es su hidrofobicidad, lo que les permite crear particiones en los lípidos de la membrana celular y mitocondrias de la bacteria, alterando las estructuras y tornándolas más permeables. Puede ocurrir fuga de iones y otros contenidos celulares. Aunque una cierta cantidad de fuga de las células bacterianas puede tolerarse sin ocasionar pérdida de viabilidad, las pérdidas extensivas de los contenidos celulares o la salida de moléculas y iones críticos puede conducir a la muerte; existen alguna evidencia de algunos estudios con aceite de té y *E. coli* en los que se ha indicado que puede ocurrir la muerte antes de la lisis”.

La misma autora hace la siguiente descripción de los principios de la acción antibacteriana de los aceites esenciales:

Generalmente los AE están provistos de fuertes propiedades antibacterianas contra los patógenos transmitidos a través de los alimentos, contienen un alto porcentaje de compuestos fenólicos tales como el carvacrol, eugenol (2-metoxi-4-(2-propenil) fenol) y timol. Parece razonable que sus mecanismos de acción sean, por lo tanto, similares a otros compuestos fenólicos; entre ellos se tienen las alteraciones de la membrana citoplasmática, perturbación de la fuerza motriz de protones, flujo de electrones, transporte activo y coagulación de los contenidos celulares.

La estructura química de los componentes individuales de los AE afecta su modo preciso de acción y actividad antibacteriana. Se ha confirmado, por ejemplo, la importancia de la presencia del grupo hidroxilo en compuestos fenólicos tales como carvacrol y timol. La posición relativa del grupo hidroxilo sobre el anillo fenólico no parece influir fuertemente el grado de actividad antibacteriana. Por ejemplo, la acción del timol contra *B. cereus*, *Staphylococcus aureus* y *Pseudomonas aureoginosa* parece comparable a la del carvacrol; sin embargo, un estudio se encontró que carvacrol y timol actuaron de manera diferente contra especies gram-positivas y gram-negativas. La significancia del anillo fenólico en sí mismo (electrones desestabilizados) se demostró por la escasez de actividad del mentol comparado con carvacrol. En un estudio la adición de una mitad acetato a la molécula pareció incrementar la actividad antibacteriana, el acetato de geraniol fue más activo contra una variedad de especies gram-positivas y negativas que el geraniol. En lo que a los componentes no fenólicos de los AE se refiere, se ha encontrado que el tipo de grupo álcali influencia la actividad (alquenilo>alquilo); por ejemplo, el limoneno (1-metil-4-(1-metiletenilo)-ciclohexano) es más activo que el *p*-cimeno.

Los componentes de los AE también parecen actuar sobre las proteínas celulares incrustándose en la membrana citoplasmática. Se sabe que enzimas, tales como las ATPasas, se localizan en la membrana citoplasmática y son rodeadas por moléculas lipídicas. Se han sugerido dos mecanismos posibles mediante los que los hidrocarburos cíclicos podrían actuar sobre estas. Las moléculas hidrocarbonadas lipofílicas se acumularían en la bicapa lipídica y distorsionan la interacción lípido-proteína; alternativamente, es posible la interacción directa de los compuestos lipofílicos con partes hidrofóbicas de la proteína. Se ha encontrado que algunos AE estimulan el crecimiento de pseudo micelios (una serie de células adheridas de extremo a extremo como resultado de la separación incompleta de células recién formadas) en ciertas levaduras. Esto podría ser una indicación de que los AE actúan sobre los enzimas involucrándose en la regulación de la energía o en la síntesis de componentes estructurales. Se ha mostrado que el aceite de canela y sus componentes inhiben las descarboxilasas de aminoácidos en *Enterobacter aerogenes*. Se pensó que el mecanismo de acción era la unión de proteínas. También se han obtenido indicaciones de estudios en los que se usó leche que contenía diferentes niveles de proteína que los componentes de los AE pueden actuar sobre proteínas.

Los principios de acción de los AE también han sido tratados por otros autores, entre los que se encuentran Bakkali *et al.* (2008).

Las hierbas que contienen a los AE y que están siendo investigadas con intensidad en la alimentación de los animales domésticos de interés zootécnico se les conoce con la denominación de fitobióticos o fitogénicos y también se les conoce como Alimentos Funcionales” (Hasler, 2002), porque no sólo poseen acción antibacteriana, sino que también han demostrado otro tipo de acciones (antioxidante, antiinflamatoria, inmunomoduladora, digestivas, entre otras) y que mejorarían el rendimiento de los animales (Sugiharto, 2016; Suresh *et al.*, 2017). Entre estas se encuentran el orégano, el tomillo, el romero, la canela, la cúrcuma, etc.

Con respecto al orégano, Fonseca *et al.* (2017) han indicado que es “un producto herbal aromático que debido a su naturaleza química altamente potente se le está utilizando como promotor de crecimiento natural en los piensos de aves”. Sus principales componentes son carvacrol, timol, γ -terpineno y p -cimenol; así mismo, se ha indicado que combinando carvacrol y timol en las proporciones adecuadas se puede ejercer inhibición microbiana total, debido a las acciones antes mencionadas (Abdel-Wareth, 2011; Ben Arfa *et al.*, 2006; Karimi *et al.*, 2010; Lambert, 2001; Mohiti-Asli y Ghanaatparast-Rashti, 2008).

Miladi *et al.* (2016) evaluaron el potencial antibacteriano e inhibidor de la bomba de flujo de la célula de una gama de patógenos clínicos y determinaron que el timol mostró mayor actividad inhibitoria microbiana que el carvacrol.

El orégano y demás fitobióticos también se han considerado como portadores de antioxidantes naturales (AON) que son de importancia para la producción de animales zootécnicos de rápido crecimiento, como las aves. Al respecto, Del Carpio y Del Carpio (2016) plantearon la siguiente interrogante ¿por qué razón hay necesidad de incluir fuentes naturales de antioxidantes en los alimentos de animales de interés zootécnico?, e indican que las condiciones de producción de los animales de interés zootécnico son

propicias para que se produzcan situaciones de producción de radicales libres, sobre todo en animales que están obligados a consumir alimentos en cantidad y calidad elevadas. Esta situación ha sido reconocida para humanos y puede ser peor para animales de interés zootécnico, obligados a producir intensamente bajo condiciones muy diferentes a su estado natural.

Se ha documentado que los principios dominantes del orégano (timol y carvacrol) se conocen como inhibidores de la per-oxidación lipídica y que están combinados con flavonoides altamente metoxilados, también antioxidantes (Yanishlieva y Heinonen, 2001).

Se asumió, por los antecedentes citados, que el orégano, poseedor de timol y carvacrol, podría jugar un rol importante como alternativa a los APC y se empleó en el presente ensayo.

Con relación a la acción de los enzimas suplementales, también denominadas exo enzimas, se dispone de información que indica su conveniencia de empleo, sobre todo los productos modernos que son más eficientes y económicos. Sin embargo, la consideración para su empleo en este ensayo se debió a que podría complementar la acción del fitobiótico en la reducción de la viscosidad de la digesta y mejorar la conversión alimenticia.

Para Nian *et al.* (2011) los enzimas exógenas son importantes en la alimentación de aves, ya que sus dietas están compuestas principalmente de maíz y soya que contienen polisacáridos no amiláceos (PNA), los que impiden la digestión normal y los procesos de absorción en el tracto digestivo; en tanto que Slominski (2011) afirma que las enzimas β -glucanasas y xilanasas reducen la viscosidad de excretas y el efecto de encapsulación de nutrientes de las paredes celulares que a su vez, podrían dar como resultado un aumento en la utilización de nutrientes.

En pollos de carne, Al-Kassie *et al.* (2009), Ertas *et al.* (2005), Langhout (2000), Hernández *et al.* (2004) reportaron mejoras en la conversión alimenticia al emplear extractos de orégano, clavo y anís, las que fueron atribuidas a más eficientes actividades enzimáticas.

Alcicek *et al.* (2003) realizaron un trabajo de investigación en Turquía evaluando cinco tratamientos (control negativo, APC y tres niveles de una combinación de aceites esenciales, CAE – 24, 46 y 72 mg/ kg). Lograron consumo de alimento, a los 21 días, de 979, 998, 964, 949 y 932 g/ pollo, respectivamente; en el mismo orden de tratamientos, cifras de consumo a los 42 días de 3756, 3792, 3683, 3771 y 3675 g. Hubo diferencias significativas ($P<0.01$) entre tratamientos solo en el inicio, con APC se logró el mayor y con 72 mg de la CAE el más bajo. Conversión alimenticia de 1.87, 1.94, 1.75, 1.67 y 1.65 a los 21 días, y de 2.27, 2.19, 2.23, 1.99 y 2.06 a los 42 días; en ambos momentos la suplementación de CAE mejoró la conversión alimenticia. Pesos corporales de 521, 513, 551, 565 y 566 g a los 21 días y de 1656, 1730, 1655, 1884 y 1785 a los 42 días; la CAE mejoró el peso vivo. Los rendimientos de carcasa de 71.94, 73.08, 72.08, 75.21 y 73.81%; con 48 mg de CAE se logró los mejores ($P<0.01$) rendimientos.

Abdel-Wareth *et al.* (2012) evaluaron seis tratamientos (0, 10, 15, 20, 25 y 30 g de orégano/ kg de alimento) y encontraron, respectivamente, 41.8, 46.5, 46.6, 47.7, 43.4 y 38.4 g/día de ganancia de peso vivo; 68.5, 73.0, 72.9, 74.8, 69.1 y 66.1 g/ día de alimento ingerido; 1.666, 1.575, 1.570, 1.576, 1.600 y 1.749 kg/ kg de conversión alimenticia. El comportamiento cuadrático significativo les indicó que los mejores resultados se obtuvieron entre 15 y 20 g de orégano/ kg de alimento. El efecto cuadrático sobre el consumo, habiendo logrado el óptimo técnico en 20 g/ kg de alimento les indicó que, posiblemente, un exceso de carvacrol, caracterizado por su olor y sabor dominante, podría reducir el consumo.

Con relación a las características de calidad de la carne de pollo, Gómez-Sánchez *et al.* (2016) consignaron lo siguiente:

...se ha establecido que los aceites esenciales en la dieta afectan positivamente el crecimiento de los pollos (...), lo que podría reflejarse en una mejor apariencia, además del mejor rendimiento en canal. En cuanto a la permanencia del aceite esencial en la carne, Botsoglou y col. (2002) demostraron que los aceites esenciales pueden ser depositados en una manera dependiente de la dosis. Sin embargo, el aceite depositado en el tejido muscular del pollo puede ser consumido sin riesgo alguno por los seres humanos.

En relación con su impacto en la calidad sensorial, este se ha considerado menor (...). Sin embargo, dado que el ser humano es capaz de discernir estímulos químicos o físicos que percibe a través de los sentidos (...), y que cada ser humano posee un umbral diferente de percepción, el consumo de aceites esenciales con la carne de pollo podría evocar efectos sensoriales negativos que necesitan ser evaluados.

En su estudio, concluyeron indicando que se “reveló que el aceite esencial de orégano en la dieta, utilizado en niveles de 200, 600 y 800 mg/ kg de alimento, no afecta la calidad sensorial de la carne cocida de pechuga de pollo. Por otro lado, la carne cruda de pechuga de pollo, correspondiente a los niveles más altos de inclusión de aceite esencial de orégano (600 y 800 mg/ kg de alimento), tuvo un mejor grado de aceptabilidad, evaluada por consumidores, en cuanto a apariencia externa, color y olor.

Abudabos *et al.* (2018) estudiaron el efecto de fitogénicos sobre indicadores del crecimiento, perfil bioquímico sanguíneo e histología intestinal en pollos de carne expuestos al desafío de *Clostridium perfringens*; consideraron siete tratamientos: Control (dieta basal); T1, infectados con *C. perfringens*; T2, infectados + avilamicina (0.2 g/ kg); T3, infectados + aceite esencial de tomillo; T4, infectados + sanguinarina; T5, infectados + fitobiótico anti salmonela; T6, infectados + aceites esenciales de tomillo, anís y otros (orégano, carvacrol, extracto de yuca y cinamaldehído). Encontraron que el peso corporal

y la conversión alimenticia fueron similares en los grupos control y tratados. Además, los aceites esenciales y los fitobióticos permitieron rendimiento similar al grupo control mostrando efectividad, toda vez que las aves en los tratamientos estuvieron infectadas. Consideraron que el rendimiento, fisiología intestinal y perfil bioquímico sanguíneo mejorados pueden deberse al mecanismo de acción de los aceites esenciales suplementados; el que fue responsable de la mayor ingestión de alimento, mejorada digestión de nutrientes, incrementada secreción de enzimas digestivos y mayor absorción intestinal. Los autores mencionan que son pocos los estudios conducidos sobre el efecto de los fitobióticos en aves infectadas; el rendimiento mejorado se atribuyó al mecanismo de acción mediante el que ejercen su acción aceites y fitobióticos. Así, indican que una considerable cantidad de estudios han documentado que hierbas, especias y varios extractos de plantas estimulan la digestión y son antimicrobiales, promueven la secreción de enzimas digestivos, mejoran la utilización y los procesos de absorción de nutrientes en el intestino. Concluyeron que los fitobióticos podrían utilizarse exitosamente, en comparación con antibióticos, en el mantenimiento del crecimiento y perfil bioquímico sanguíneo de pollos desafiados sanitariamente con *C. perfringens*.

Peng *et al.* (2016) condujeron un estudio para determinar los efectos de dietas que contenían aceite esencial de orégano (AEO) sobre el rendimiento en vivo, características de la carcasa y morfología intestinal de pollos de carne durante un período productivo de 42 días. Consideraron los siguientes tratamientos: (1) Dieta basal maíz-soja (Control, CON), (2) CON + 8 mg/ kg de avilamicina (AVI), (3) CON + 300 mg/ kg de AEO (AEO 300), y (4) CON + 600 mg/ kg de AEO (AEO 600). Los resultados mostraron que tanto AEO 300 como AEO 600 incrementaron ($P < 0.007$) el peso corporal final en comparación con el grupo CON. En el día 21, AEO 600 incrementó la ganancia diaria promedio (GDP) y mejoró la conversión alimenticia (ambos $P < 0.05$) en comparación al CON. En el día

42, ambos grupos (AEO 300 y AEO 600) incrementaron ($P<0.05$) la GDP y la ingestión de alimento diaria promedio (IADP), en comparación al CON. Además, AEO 600 incrementó ($P<0.05$) la GDP y la IADP en comparación con AVI. Los parámetros de la carcasa fueron similares entre los tratamientos AVI y AEO. La suplementación de AVI y AEO mejoró ($P<0.05$) el rendimiento de carcasa y la tasa de eviscerado en comparación al CON. Los investigadores concluyeron indicando que la suplementación de AEO mostró un efecto positivo significativo sobre los indicadores del crecimiento, aspectos de la carcasa y salud intestinal de los pollos de carne, indicando que el AEO puede ser una alternativa prometedora a los antibióticos promotores del crecimiento.

Silva *et al.* (2015) evaluaron la inclusión de dos calidades de aceite de orégano mexicano (AOM) en la dieta de pollos de carne sobre el peso, ingestión de alimento, eficiencia alimenticia, ganancia diaria de peso, ingestión de alimento, eficiencia alimenticia, ganancia diaria de peso e ingestión de agua. Las calidades fueron AOM₁ (4% de timol, 60% de carvacrol) y AOM₂ (40% de timol, 20% de carvacrol). Se prepararon nueve tratamientos con las combinaciones de AOM₁ + AOM₂ (0, 400 y 800 mg/ kg; adicionados por kilo de alimento) respectivamente: 0+0, 0+400, 0+800, 400+0, 400+400, 400+800, 800+0, 800+400, y 800+800. De 0 a 39 días, respectivamente para los nueve tratamientos en el orden mencionado, se obtuvo: 1945.56, 2160.56, 2161.11, 2215.71, 2044.44, 2136.67, 2245, 2249.44 y 2071.88 g de peso corporal; 3335.38, 3377.63, 3360.02, 3504.25, 3352.28, 3410.81, 3549.55, 3570.88 y 3235.44 g de alimento consumido; 7278.19, 7957.97, 7853.47, 7881.21, 7825.24, 8114.20, 8749.07, 8331.64 y 7782.59 ml de agua consumidos; 0.59, 0.64, 0.64, 0.63, 0.61, 0.62, 0.63, 0.63 y 0.63 de eficiencia alimenticia; 48.98, 54.49, 54.50, 55.90, 51.51, 53.88, 56.65, 56.77 y 52.22 g de peso ganado por día. Concluyeron que el AOM puede ser usado como un suplemento en la dieta para mejorar la producción del pollo de carne.

Tzora *et al.* (2017) realizaron un estudio con la finalidad de investigar los efectos del orégano, attapulgita, ácido benzoico y su combinación sobre el rendimiento de pollos de carne, composición de la microflora del yeyuno y ciego, arquitectura intestinal y composición de la carne de la pechuga y el muslo. Con relación al efecto del aceite esencial de orégano [0.5 g/ kg de un polvo que contenía 5% de aceite esencial] sobre el rendimiento, el peso corporal a los 42 días fue de 2506.3 g, la ganancia total de peso de 2463 g, la ingestión de alimento de 3924.7 g y la conversión alimenticia de 1.594; con la dieta control se obtuvo, para las mismas variables, 2342.8, 2299.6, 4144.3 y 1.804; hubo diferencias significativas ($P < 0.001$) en ingestión de alimento y conversión alimenticia.

2.2. Base teórica

Los resultados de las investigaciones con fitobióticos han indicado que reducen la viscosidad de la digesta, acción que podría complementarse con el empleo de un complejo enzimático junto con orégano en el alimento. Se partió de la suposición que podría reemplazarse al antibiótico promotor del crecimiento obteniendo, por lo menos, similar resultado debido a las múltiples acciones que se le han atribuido al orégano (Abudabos *et al.*, 2018; Fonseca *et al.*, 2017; Nian *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2015).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Consumo de alimento

Los resultados del consumo de alimento se presentan en la Tabla 3, para pollos de carne que recibieron orégano y exoenzimas en la dieta.

Tabla 3. Consumo de alimento, por lote y por pollo, en Inicio (hasta 21 días) y en Crecimiento (22 a 42 días)

Tratamiento	Inicio	Crecimiento	Acumulado
Total por lote, Kg:			
Tratamiento 1	43.062	130.689	173.751
Tratamiento 2	44.178	130.554	174.732
Tratamiento 3	44.446	130.972	175.418
Total por pollo, Kg:			
Tratamiento 1	1.077	3.630	4.707
Tratamiento 2	1.105	3.627	4.732
Tratamiento 3	1.111	3.638	4.749
Diario por pollo, g:			
Tratamiento 1	51.29	172.86	112.07
Tratamiento 2	52.62	172.71	112.67
Tratamiento 3	52.91	173.24	113.07

Las cifras de consumo son muy parecidas entre los tratamientos; sin embargo, en el Inicio (primeros 21 días de edad) se apreció un consistente incremento en el consumo aunque no más de 3.2%. En la Figura 1 se muestra el comparativo porcentual entre tratamientos para el consumo de alimento, mostrándose lo mencionado. Pero, lo sucedido entre tratamientos en el Crecimiento y en el Acumulado indicó, prácticamente, el mismo consumo entre los tratamientos.

Lo ocurrido durante el Crecimiento (período en el que los pollos consumen, como es natural por su mayor tamaño) neutralizó la tendencia encontrada para el consumo en el período de Inicio. Parecería razonable indicar que se favoreció el consumo sólo durante los primeros 21 días de edad, esto es importante si se tiene en consideración que es el momento en que se debe asegurar la viabilidad del pollo; un mayor consume debe producir un pollo de mayor tamaño y, consecuentemente, más viable. Pero, el productor que normalmente ve el consumo acumulado permanece ciego a este comportamiento.

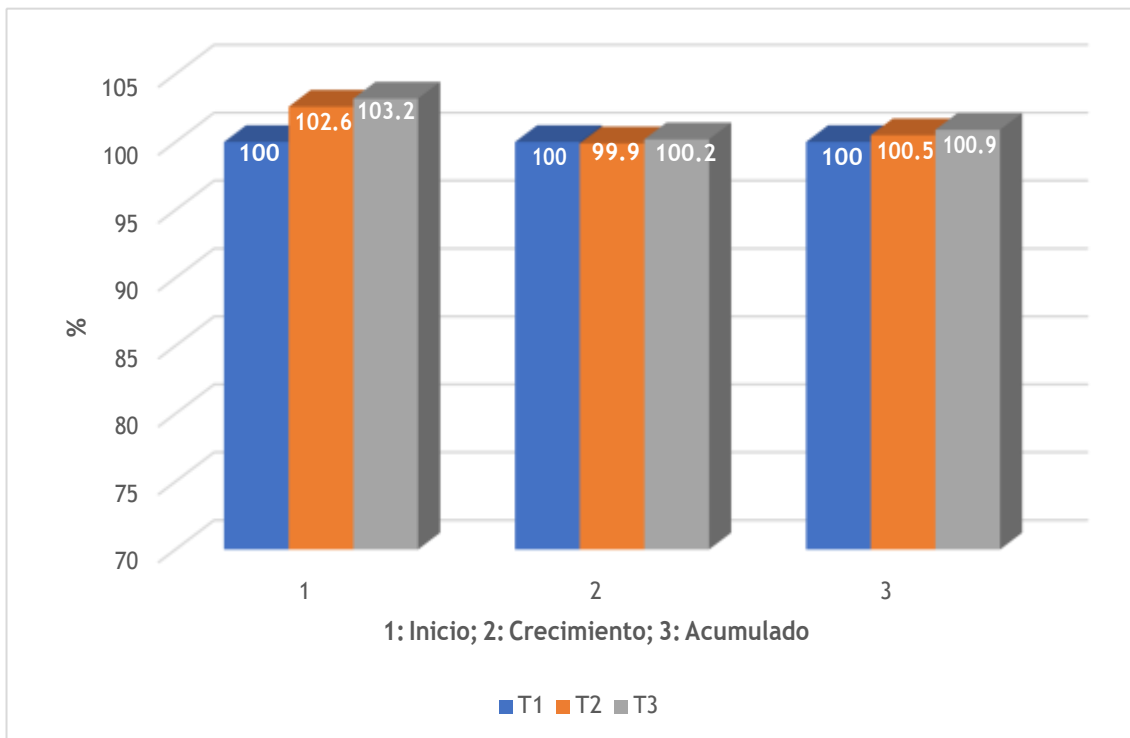


Figura 1. Comparativo porcentual entre tratamientos para consumo de alimento

No obstante, sería conveniente determinar si un incremento en el consumo de 1%, como ocurrió con el consumo acumulado en el tratamiento 3 influiría significativamente sobre el rendimiento del pollo de carne o si el rendimiento responde más a la conversión a la aimenticia que a pequeñas diferencias en el consumo. En cualquier caso, en este ensayo se asumió que no hubo efecto de los tratamientos sobre el consumo acumulado pero si sobre el consumo en los primeros 21 días de edad.

El comportamiento del consumo de alimento en diferentes ensayos ha sido contradictorio; es decir, en algunos no hubo efecto de la presencia de orégano o aceites esenciales (AE), en tanto que en otros se reportan incrementos o disminuciones. Así, Alcicek *et al.* (2003) indicaron que hubo una disminución en el consumo en los primeros 21 días de edad al incrementar la suplementación de una combinación de AE; sin embargo, el efecto sobre el consumo a los 42 días desapareció.

Una tendencia cuadrática positiva fue reportada por Abdel-Wareth *et al.* (2012), el comportamiento indicó incrementos en el consumo conforme se incrementó la cantidad

de hojas de orégano, pero hasta cierta cantidad se llegó a un punto de inflexión y el consumo disminuyó; los autores asumieron que la caída en la cantidad consumida de alimento se podía deber al olor y sabor típicos del carvacrol.

Silva *et al.* (2015), evaluando dos calidades (en función de las concentraciones de timol y carvacrol) de aceite de orégano de México encontraron efecto sobre el consumo de alimento; sin embargo, las cifras de consumo obtenidas por estos investigadores fueron inferiores a las registradas en el presente ensayo.

Por otro lado, con una combinación de productos, entre los que se encontraba el orégano, Tzora *et al.* (2017) encontraron que el tratamiento control logró mayor ($P<0.001$) consumo.

Se asume que, dado que las diferencias no son de gran magnitud, el verdadero efecto se debe ver en la eficiencia de utilización del alimento para incrementar peso.

3.2. Peso e incremento de peso

Los resultados referidos a los pesos e incrementos de peso se presentan en la Tabla 4, para pollos de carne que recibieron orégano y un complejo enzimático en la dieta.

Tabla 4. Peso e incremento de peso de pollos de carne, en Inicio (hasta 21 días) y en Crecimiento (22 a 42 días)

Tratamiento	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Pesos, g:			
Inicial	45.225	43.925	43.025
21 días	806.3 ^b	811.9 ^{ab}	815.2 ^a
42 días	2847.0 ^a	2884.0 ^a	2951.0 ^a
Incremento de peso, g:			
Inicio	761.1 ^a	768.0 ^a	772.2 ^a
Crecimiento	2064.2 ^a	2131.0 ^a	2105.2 ^a
Acumulado	2827.4 ^a	2899.4 ^a	2885.6 ^a

^aLetras iguales sobre los promedios indican diferencias no significativas ($P>0.05$), entre tratamientos dentro de períodos.

El análisis estadístico, presentado en los anexos, indicó que tanto los pesos como los incrementos se ajustaron a la normalidad y a la homocedasticidad; las corroboraciones justificaron la utilización de pruebas paramétricas.

Sólo se encontró diferencias significativas ($P < 0.005$) entre los pesos corporales en el período de Inicio; parecería que este comportamiento en este período estuvo más vinculado con el consumo de alimento, ya que en el Inicio se observó una consistente, aunque relativamente pequeña, tendencia a incrementar el consumo conforme se incrementó la proporción de orégano en la dieta. El resto de comparaciones entre tratamientos, tanto para pesos como incrementos, no alcanzaron significación estadística ($P > 0.05$).

Al realizar el comparativo porcentual (Figura 2) entre tratamientos para los incrementos de peso se notó el consistente efecto benéfico de la presencia de orégano y complejo enzimático, aunque la magnitud estuviera alrededor de un poco más de 2%.

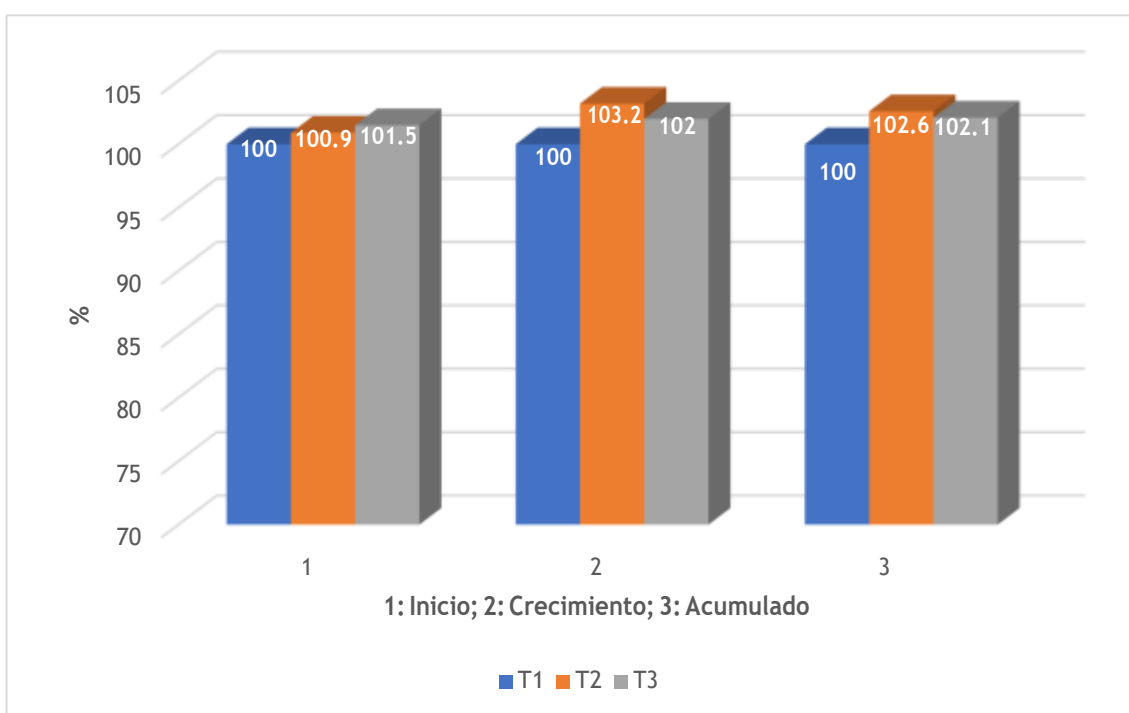


Figura 2. Comparativo porcentual entre tratamientos para incremento de peso

El empleo de productos de acción fitobiótica, como el orégano, se han centrado en su acción antioxidante y antibacteriana, principalmente, y, a pesar de la serie de compuestos interesantes que posee, la mayor importancia se ha dado a sus contenidos de carvacrol y timol. El empleo conjunto del complejo enzimático, aunque en la misma proporción en los tratamientos 2 y 3, fue complementar la acción reportada para el

fitobiótico de que incrementa la secreción de jugos digestivos (enzimas) y de esa manera potenciar las acciones antioxidante y antibacteriana en beneficio de mejorar la absorción de nutrientes y, consecuentemente, del rendimiento (Abudabos *et al.*, 2018; Al-Kassie *et al.*, 2009; Ertas *et al.*, 2005; Hernández *et al.*, 2004; Langhout, 2000; Nian *et al.*, 2011; Slominski, 2011).

Alcicek *et al.* (2003) obtuvieron mejores pesos corporales al emplear una combinación de aceites esenciales sobre el tratamiento control negativo y el tratamiento control positivo (APC); sin embargo, fueron pesos inferiores a los logrados en el presente ensayo. En función de las cifras de consumo reportadas por estos autores resultó evidente que los pesos estuvieron en función del consumo de alimento.

Abdel-Wareth *et al.* (2012), Silva *et al.* (2015), y Tzora *et al.* (2017), reportaron incrementos de peso y pesos corporales inferiores a los encontrados en el presente ensayo; sin embargo, Tzora *et al.* (2017) mencionan pesos más próximos a los obtenidos en esta investigación.

Los resultados obtenidos en el presente ensayo, respaldados por los encontrados en otros trabajos de investigación, ponen de manifiesto que en función de los incrementos de peso se puede sustituir a los APC empleando la combinación de orégano y exo enzimas.

3.3. Conversión alimenticia

Los resultados obtenidos con la conversión alimenticia se presentan en la Tabla 5, para pollos de carne que recibieron orégano y un complejo enzimático en la dieta.

Como se aprecia en la Tabla 5, en el período de Inicio (primeros 21 días), la conversión alimenticia obtenida con el tratamiento testigo (APC) fue 1.6 y 2.5% más eficientes que la obtenida con los tratamientos 2 y 3, respectivamente. En tanto que en la fase de Crecimiento (entre los 22 y 42 días) el tratamiento 2 fue 3.2% y el tratamiento 3

fue 1.8% más eficiente que el testigo. Así, los tratamientos 2 y 3 resultaron con conversiones acumuladas más eficientes en 2 y 1%, respectivamente, en comparación con el testigo (Figura 3).

Tabla 5. Conversión alimenticia de pollos de carne, en Inicio (hasta 21 días) y en Crecimiento (22 a 42 días)

Tratamiento	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Pollos por tratamiento	40	40	40
APC en el alimento	Sí	No	No
Orégano en el alimento, %	00	0.05	0.10
Complejo enzimático, %	00	0.005	0.005
Conversión alimenticia, kg/ kg:			
Inicial	1.529	1.554	1.567
21 días	1.759	1.702	1.728
42 días	1.665	1.632	1.646

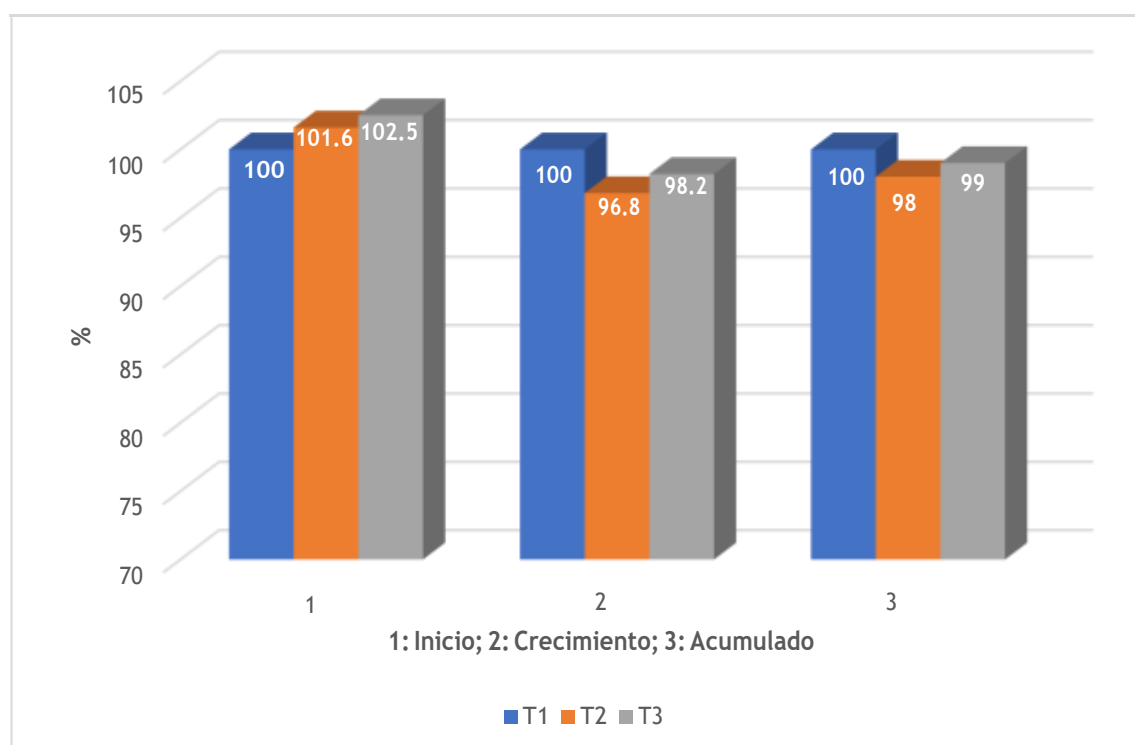


Figura 3. Comparativo porcentual entre tratamientos para conversión alimenticia

El solo hecho de haber obtenido resultados similares al del tratamiento testigo (APC) ya es una situación de mejora para este ensayo, puesto que en los tratamientos 2 y 3 no se empleó antibiótico y el objetivo planteado asumió poder reemplazar al fármaco y, además, lograr una ventaja consistente del orden de 2% en la conversión alimenticia acumulada permite inferir que bajo condiciones de no desafío sanitario (cuando los pollos

han sido contaminados a nivel de enfermedad por alguna bacteria patógena) existe alternativas al empleo de los fármacos.

Una pregunta pertinente está referida al comportamiento entre los períodos, ¿por qué en el Crecimiento se superó al tratamiento testigo y en el Crecimiento ocurrió lo contrario?

Una propuesta para explicar tal comportamiento se centra en las condiciones ambientales desfavorables que enfrentan los pollos conforme se incrementa la edad. Si bien se cuida las condiciones de la cama, la limpieza de equipos, se evita el ingreso de personas ajenas, etc., lo que no se puede evitar es la elevada interacción entre los pollos, ya que son criados bajo condiciones de alta densidad (entre 6 y 7 pollos por metro cuadrado) sin disponer de medios para la disipación del calor y humedad relativa (salvo que sean galpones altamente tecnificados provistos con aire acondicionado y tunel de viento); en tales circunstancias se manifiestan condiciones de estrés y la concomitante producción de radicales libres que, en su afán de búsqueda de estructuras en las que emparejarse, dañan tejidos y así, los nutrientes que deberían destinarse a funciones de síntesis son utilizados para funciones de reparación (Del Carpio y Del Carpio, 2016). La acción antioxidante de las sustancias contenidas en el orégano (carvacrol, timol, etc.) han sido mencionadas Sugiharto (2016), Suresh *et al.* (2017), Yanishlieva y Heinonen (2001), entre otros.

La mejora por el empleo de fitobióticos, entre ellos el orégano, ha sido reportada por Al-Kassie *et al.* (2009), Ertas *et al.* (2005), Langhout (2000), Hernández *et al.* (2004), indicando que se debería a una promoción de la actividad enzimática endógena. Se asume que con mayores consumos en el período de Crecimiento, que promovieron mayor ingestión de los suplementos, se haya incentivado la acción enzimática y mejorado la conversión alimenticia.

Valores de conversión alimenticia similares a las encontradas en el presente ensayo fueron reportadas por Abdel-Wareth *et al.* (2012), evaluando diferentes cantidades de hojas de orégano en la dieta; por Silva *et al.* (2015), cuando evaluaron dos calidades de aceite de orégano de México; y parecidas a las reportadas por Tzora *et al.* (2017), quienes evaluaron diferentes suplementos entre los que se incluyó aceite esencial de orégano.

Por otro lado, Alcicek *et al.* (2003) enocntraron valores de conversión alimenticia inferiores a los del presente ensayo, con combinaciones de aceites esenciales.

3.4. Mérito económico

Los resultados del mérito económico se presentan en la Tabla 6, para pollos de carne que recibieron orégano y un complejo enzimático en el alimento.

Tabla 6. Mérito económico de pollos de carne, en Inicio (hasta 21 días) y en Crecimiento (22 a 42 días)

Tratamiento	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Pollos por tratamiento	40	40	40
APC en el alimento	Sí	No	No
Orégano en el alimento, %	00	0.05	0.10
Complejo enzimático, %	00	0.005	0.005
Soles gastados en alimento/ pollo	7.520	7.392	7.359
Peso incrementado por pollo, kg.	2.827	2.899	2.886
Mérito económico, acumulado, s/.	2.66	2.55	2.55

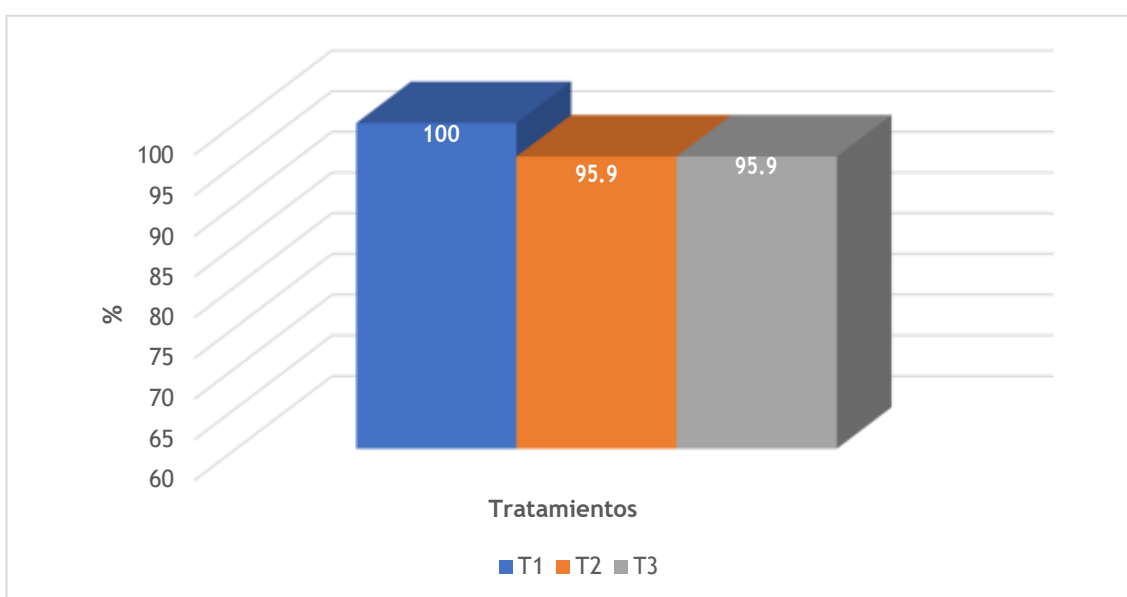


Figura 4. Comparativo porcentual entre tratamientos para el mérito económico

Como se aprecia en las cifras de la Tabla 6 sólo hubo una diferencia, entre los tratamientos 2 y 3 con el tratamiento testigo, de 11 céntimos por kilo de peso vivo incrementado; lo que representó una diferencia porcentual de 4.1% a favor de los tratamientos 2 y 3 (Figura 4). Como se indicó, una diferencia de 11 céntimos puede representar una pequeña diferencia de gran importancia económica, ya que por pollo representaría una diferencia de casi 32 céntimos, equivalente a 3200 soles en un galpón de diez mil pollos, esta diferencia podría emplearse para pagar sobradamente, la mensualidad más bonificaciones, a un galponero.

Por este motivo, una diferencia de 4% a favor en el mérito económico es una proporción que los productores están dispuestos a considerar.

Sin embargo, hay algo mucho más importante que el mejor mérito económico, es el hecho de que se pueda dejar de emplear antibióticos promotores de crecimiento en unidades productivas no desafiadas sanitariamente y sin mermar los indicadores productivos. El problema vinculado con la salud de las personas (resistencia a los fármacos) es muy serio (Bengtsson y Greko, 2014; Topp *et al.*, 2017), al punto que la determinación de alternativas a los APC no puede ser cuantificada económicamente.

3.5. Grado de aceptación de la carne

En la Tabla 7 se presentan los resultados de la prueba de degustación para determinar el grado de aceptación de la carne de pollos que recibieron orégano y un complejo enzimático en la dieta.

Tabla 7. Grado de aceptación de la carne de pollos broiler que recibieron orégano y un complejo enzimático en el alimento

Tratamiento	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
Degustadores	10	10	10
APC en el alimento	Sí	No	No
Orégano en el alimento, %	00	0.05	0.10
Complejo enzimático, %	00	0.005	0.005
Calificativo de aceptación	8.46 ^a	7.52 ^a	7.78 ^a
Desviación estándar	1.61	1.07	1.39

^a Letras iguales sobre los promedios indican diferencias no significativas entre tratamientos ($P>0.05$)

En la Figura 5 se presenta el comparativo porcentual entre tratamientos para el calificativo del grado de aceptación de la carne. Aún cuando no hubo diferencia significativa ($P>0.05$) entre los tratamientos (análisis de varianza en el anexo) se apreció que los tratamientos que recibieron el orégano estuvieron por debajo del testigo en 11.1 y 8% respectivamente para los tratamientos 2 y 3.

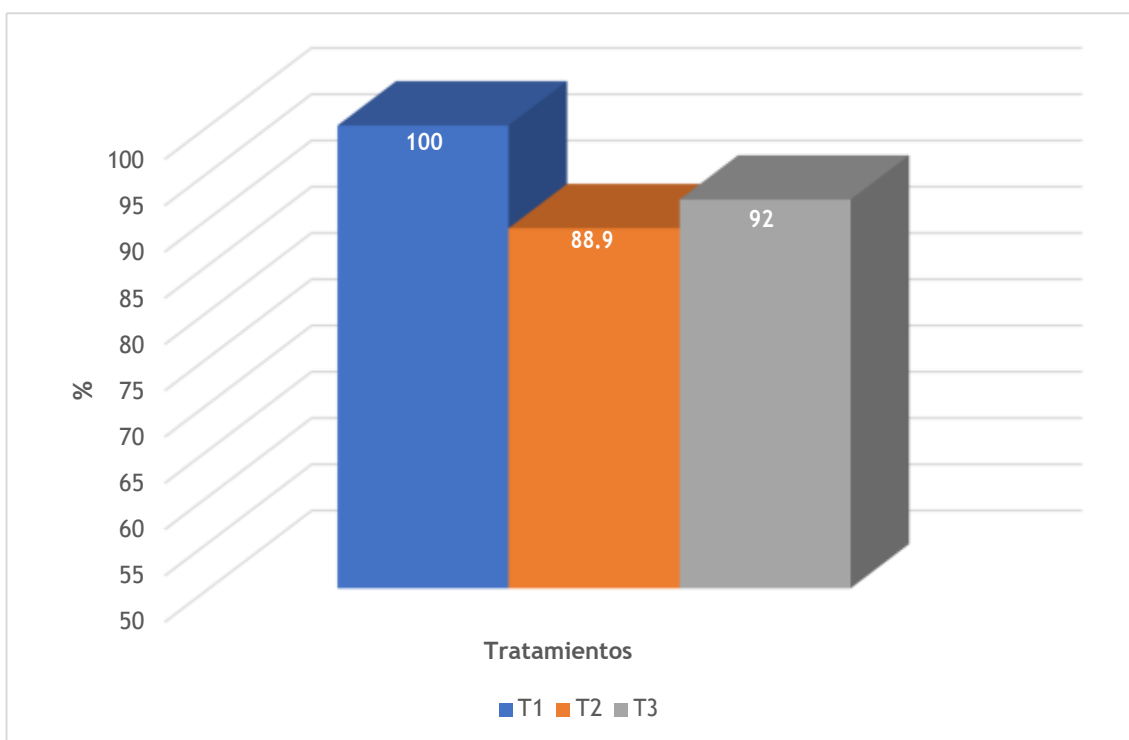


Figura 5. Comparativo porcentual entre tratamientos para grado de aceptación de la carne

El menor grado de aceptación no significa, necesariamente, que la carne proveniente de los tratamientos con orégano haya sido rechazada. De acuerdo a la Pauta Estructurada (Char *et al.*, 2016; Yoplac *et al.*, 2017) empleada, la valoración de 7.5 representó una media aceptable. Todas las medias de los tratamientos estuvieron por encima de este valor. Sin embargo, tratándose de degustadores semi-entrenados es posible que un cambio en la consistencia, olor o sabor haya sido considerado de forma negativa simplemente por no concordar con lo que estaban acostumbrados.

Como indicaron Gómez-Sánchez *et al.* (2016), “dado que el ser humano es capaz de discernir estímulos químicos o físicos que percibe a través de los sentidos (...), y que

cada ser humano posee un umbral diferente de percepción, el consumo de aceites esenciales con la carne de pollo podría evocar efectos sensoriales negativos que necesitan ser evaluados”; por otro lado, Botsoglou y col. (2002), citados por Gómez-Sánchez *et al.* (2016), han indicado que la acumulación de aceites esenciales del orégano en la carne no es un problema para el ser humano.

Por los resultados estadísticos obtenidos, se puede manifestar que la presencia del orégano no tuvo efecto negativo sobre el grado de aceptación de la carne.

CONCLUSIONES

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

1. El consumo acumulado de alimento no fue afectado por la presencia del orégano y complejo enzimático en el alimento; sin embargo, en los primeros 21 días se notó una tendencia a incrementar el consumo con la proporción de orégano.
2. Con el orégano y complejo enzimático se logró ventajas en el incremento acumulado de peso superiores al 2%, en comparación con el tratamiento testigo, pero las diferencias no alcanzaron significación estadística.
3. La conversión alimenticia fue más eficiente en el período de Crecimiento, hasta en 3.2%, con la presencia de orégano y el complejo enzimático; la conversión alimenticia acumulada fue ligeramente más eficiente con los tratamientos suplementados.
4. El mérito económico acumulado con los dos tratamientos en los que se utilizó orégano y complejo enzimático fue más eficiente en 4.1%.
5. El grado de aceptación de la carne no difirió significativamente ($P>0.05$) entre los tres tratamientos implementados; sin embargo, la carne procedente de los tratamientos con orégano y complejo enzimático fue menos aceptada hasta en 11%.

RECOMENDACIONES

1. Emplear 0.1% de orégano y 0.005% de complejo enzimático porque permite reemplazar al antibiótico promotor del crecimiento sin mermar los indicadores del rendimiento de los pollos de carne.
2. Investigar aspectos de calidad de la carcasa en cuanto a mermas por oreo, rendimiento de cortes, cantidad de grasa acumulada, etc.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Abdel-Wareth, A. A. A., Kehraus, S., Hippenstiel, F., & Südekum, K. -H. (2012). Effects of thyme and oregano on growth performance of broilers from 4 to 42 days of age and on microbial contents in crop, small intestine and caecum of 42-day-old broiler. *Animal Feed Science and Technology*, 178: 198-202.
- Abudabos, A. M., Alyemni, A. H., Dafalla, Y. M., & Khan, R. U. (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.
- Alcicek, A., Bozkurt, M., & Cabuk, M. (2003). The effect of an essential combination derived from selected herbs growing wild in Turkey on broiler performance. *South African Journal of Animal Science*, 33(2): 89-94.
- Anjum, M. S., & Chaudhry, A. S. (2010). Using enzymes and organic acids in broiler diets. *Journal of Poultry Science*, 47(2): 97-105.
- Al-Kassie, G. A. M. (2009). Influence of two plant extracts derived from thyme and cinnamon on broiler performance. *Pakistan Vet. J.*, 29: 167-173.
- Aviagen. (2010). Manual de manejo, pollo de engorde Ross. [Disponible en: http://es.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Spanish_TechDocs/RossBroilerHandbook2014-ES.pdf]
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Isaomar, M. (2008). Biological effects of essential oils - A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46: 446-475.
- Basmacioğlu Malayoğlu, H., Baysal, Ş., Misirlioğlu, Z., Polat, M., Yilmaz, H., & Turan, N. (2010). Effects of oregano essential oil with or without feed enzymes on growth performance, digestive enzyme, nutrient digestibility, lipid metabolism and immune response of broilers fed on wheat–soybean meal diets. *British Poultry Science*, 51(1), 67-80.
- Ben Arfa, A., Combes, S., Preziosi-Belloy, L., Gontard, N., & Chalier, P. (2006). Antimicrobial activity of carvacrol related to its chemical structure. *Lett Appl Microbiol.*, 43:149–154.
- Bengtsson, B., & Greko, C. (2014). Antibiotic resistance — consequences for animal health, welfare, and food production food production. *Upsala Journal of Medical Sciences*, 119(2), 96–102.
- Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International journal of food microbiology*, 94(3), 223-253.
- Char, C., Yoplac, I., & Escalona, V. H. (2016). Microbiological and functional quality of ready-to-eat Arugula as treated by combinations of UV-C and nonconventional modified atmospheres. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(3).
- Dasgupta, A. & Klein, K. (2014). *Antioxidants in Food, Vitamins and Supplements: Prevention and Treatment of Disease*. Elsevier. San Diego, CA, USA.
- Del Carpio, S. R. B. (2007). Sustitución de fármacos por nutracéuticos en la alimentación de pollos de carne. Tesis Ingeniero Zootecnista. Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.
- Del Carpio, P. A. & Del Carpio, S. R. B. (2016). Fuentes de antioxidantes naturales en la alimentación de animales de interés zootécnico y su efecto sobre el rendimiento. Conferencia. XXXIX Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal (APPA). Facultad de Ingeniería Zootecnia, Universidad Nacional “Pedro Ruiz Gallo”. Lambayeque, Perú.

- Ertas, O. N., Güler, T., Ciftci, M., Dakilic, B., & Simsek, Ü. G. (2005). The effect of an essential oil mix derived from oregano, clove and anise on broiler performance. *Int. J. Poultry Science*, 4: 879-884.
- Fonseca-García, I., Escalera-Valente, F., Martínez-González, S., Carmona-Gasca, C. A., Gutiérrez-Arenas, D. A., & Ávila-Ramos, F. (2017). Effect of oregano oil dietary supplementation on production parameters, height of intestinal villi and the antioxidant capacity in the breast of broiler. *Austral Journal of Veterinary Sciences*, 49(2): 83-89.
- Gómez-Sánchez, M. S., Salinas-Hernández, R. M., Ávila-Ramos, F., García-Rodríguez, M. M., Ulín-Montejo, F., Osorio-Osorio, R., & Gonzáles-Ríos, J. (2016). La suplementación con aceite de orégano no afecta la calidad sensorial de la carne de pollo. *Nacameh*, 10(1): 1-16.
- Hasler, C. M. (2002). Functional foods: Benefits, concerns and challenges – A position paper from the American Council on Science and Health. *Journal of Nutrition*, 132: 3772-3781.
- 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.
- Karimi, A., Yan, F., Coto, C., Park, J. H., Min, Y., Lu, C., ... & Waldroup, P. W. (2010). Effects of level and source of oregano leaf in starter diets for broiler chicks. *Journal of Applied Poultry Research*, 19(2): 137-145.
- Lambert, R. J. W., Skandamis, P. N., Coote, P. J., & Nychas, G. J. E. (2001). A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. *J. Appl. Microbiol.* 91: 453 – 462.
- Langhout, P. (2000). New additives for broiler chickens. *World Poultry-Elsevier*, 16(03): 22-27.
- Maletta, H. (2015). *Hacer Ciencia: Teoría y práctica de la producción científica*. Universidad del Pacífico. Lima, Perú. 699 p.
- Mohiti-Asli, M. & Ghanaatparast-Rashti, M. (2018). Comparing the effects of a combined phytogetic feed additive with an individual essential oil of oregano on intestinal morphology and microflora in broilers. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1): 184-189.
- Nian, F., Guo, Y. M., Ru, Y. J., Li, mF. D., & Péron, A. (2011). Effect of exogenous xylanase supplementation on the performance, net energy and gut microflora of broiler chickens fed wheat-based diets. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(3): 400-406.
- Ordoñez, E. (2018). Influencia de suplementación alimenticia con orégano (*Origanum vulgare*) y complejo enzimático en los índices productivos y salud intestinal de pollos de engorde. Tesis Maestro en Producción Animal. Escuela de Posgrado, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Chachapoyas, Perú.
- Ostle, B. (1979). *Estadística Aplicada*. Limusa. México. 629 pp.
- Peng, Q. Y., Li, J. D., Li, Z., Duan, Z. Y., & Wu, Y. P. (2016). Effects of dietary supplementation with oregano essential oil on growth performance, carcass traits and jejunal morphology in broiler chickens. *Animal Feed Science and Technology*, 214: 148-153.
- Scheffler, E. (1982). Bioestadística. Fondo Educativo Interamericano. EE. UU. de N. A.
- Silva, R., Durán, L., Santellano, E., Rodríguez, C., Villalobos, G., Méndez, G., & Hume, M. (2015). Performance of broiler chickens supplemented with Mexican oregano oil (*Lippia berlandieri* Schauer). *R. Bras. Zootec.*, 44(8): 283-289.

- Slominski, B. A. (2011). Recent advances in research on enzymes for poultry diets. *Poultry Science*, 90(9): 2013-2023.
- Sugiharto, S. 2016. Role of nutraceuticals in gut health and growth performance of poultry. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 15(2): 99-111.
- Suresh, G., Das, R. K., Kaur Brar, S., Rouissi, T., Avalos Ramírez, A., Chorfi, Y., & Godbout, S. (2017). Alternatives to antibiotics in poultry feed: Molecular perspectives. *Critical Reviews in Microbiology*, 44(3): 318-335.
- Topp, E., Larsson, D. J., Miller, D. N., Van den Eede, C., & Virta, M. P. (2017). Antimicrobial resistance and the environment: Assessment of advances, gaps and recommendations for agriculture, aquaculture and pharmaceutical manufacturing. *FEMS Microbiology Ecology*, 94(3).
- Tzora, A., Giannenas, I., Karamoutsios, A., Papaioannou, N., Papanastasiou, D., Bonos, E., Skoufos, S., Bartzanas, T., & Skoufos, I. (2017). Effects of oregano, attapulgate, benzoic acid and their blend on chicken performance, intestinal microbiology and intestinal morphology. *Japan Poultry Science*, 54: 218-227.
- World Health Organization (WHO). 2008. Resistencia a los antimicrobianos transferida por animales productores de alimentos. Recuperado de http://www.who.int/foodsafety/fs_management/No_02_Antimicrobial_Mar08_E_S.pdf
- Yanishlieva, N. and I. M. Heinonen. 2001. Sources of natural antioxidants: vegetables, fruits, herbs, spices and teas. In: *Antioxidants in Food – Practical applications*. (J. Pokorny, N. Yanishlieva, and M. Gordon, Eds.) CRC Press. Boca Raton, FL, USA.
- Yoplac, I., J. Yalta, H. V. Vásquez, y J. L. Maicelo. 2017. Efecto de la alimentación con pulpa de café (*Coffea arabica*) en los índices productivos de cuyes (*Cavia porcellus*) raza Perú. *Rev. Inv. Vet. Perú*, 28(3): 549-561.

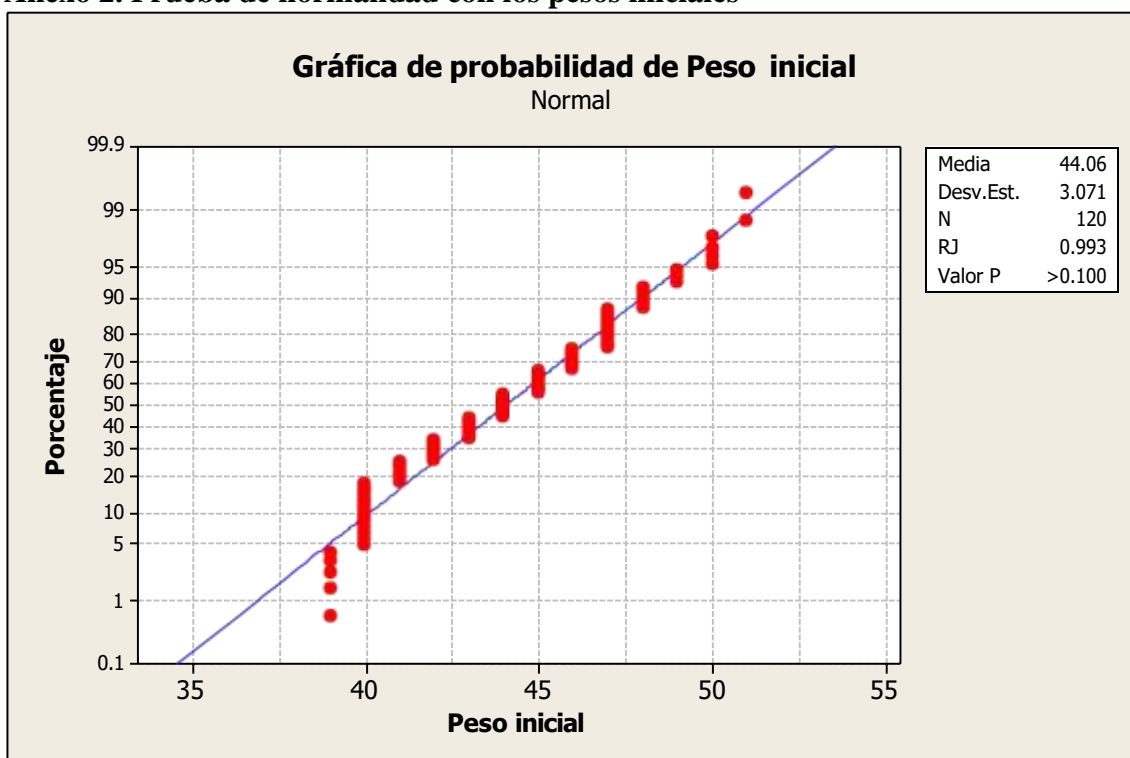
ANEXOS

Anexo 1. Composición química de las raciones utilizadas en los distintos períodos

Componente	I1	I2	C	E	A
Proteína (Nx6.25)	22.96	20.34	20.22	21.41	17.04
Fibra cruda	1.74	1.76	1.41	1.29	1.83
Cenizas	4.88	4.40	4.24	4.12	2.76
Extracto etéreo	2.61	3.66	4.88	5.05	4.84
Humedad	11.28	10.98	11.96	11.08	10.79
Nifex	56.53	58.86	57.29	57.05	62.74
Calcio	0.78	0.80	0.72	0.75	0.35
Fósforo	0.65	0.56	0.50	0.49	0.37
Energía bruta	4.50	4.54	4.63	4.68	4.81

* El análisis proximal se realizó en el laboratorio de análisis fisicoquímico de la firma Montana S. A., ubicado en la ciudad de Lima. La determinación de energía bruta se hizo por calorimetría en el laboratorio de nutrición de la UNTRM ubicado en la ciudad de Chachapoyas.

Anexo 2. Prueba de normalidad con los pesos iniciales



Anexo 3. Prueba de igualdad de varianzas con los pesos iniciales

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

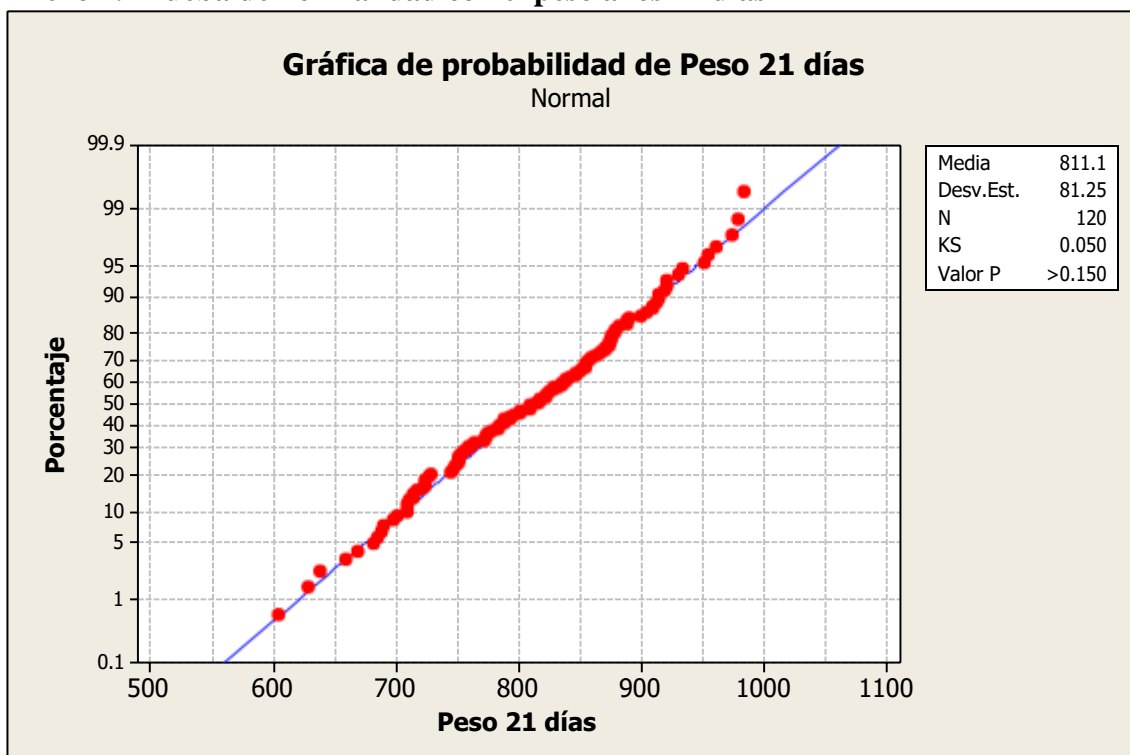
Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	40	2.52421	3.21445	4.37727
2	40	2.31442	2.94729	4.01347
3	40	2.11524	2.69365	3.66808

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 1.20, valor p = 0.549

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)
 Estadística de prueba = 0.81, valor p = 0.449

Anexo 4. Prueba de normalidad con el peso a los 21 días



Anexo 5. Prueba de igualdad de la varianzas con el peso a los 21 días

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	40	61.6825	78.5494	106.964
2	40	65.2618	83.1075	113.171
3	40	65.8162	83.8135	114.133

Prueba de Bartlett (distribución normal)
 Estadística de prueba = 0.19, valor p = 0.910

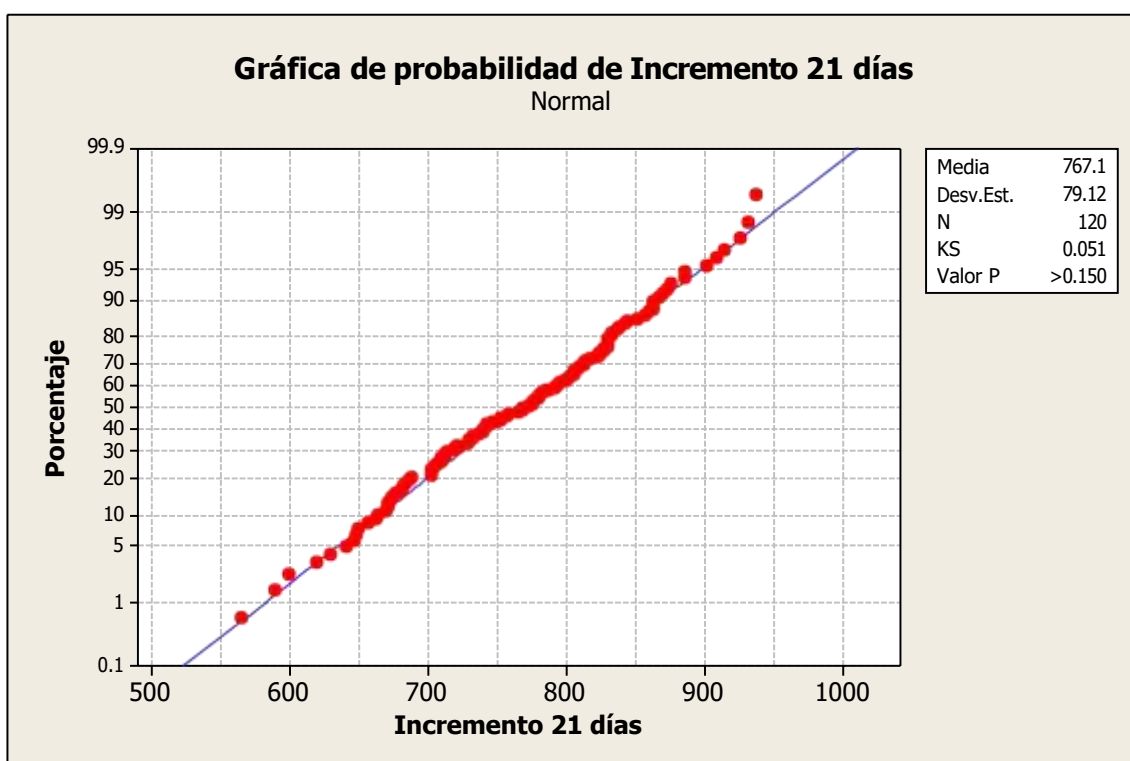
Prueba de Levene (cualquier distribución continua)
 Estadística de prueba = 0.11, valor p = 0.896

Anexo 6. Análisis de la varianza con el peso a los 21 días

Fuente	GL	SC	MC	F	P	Significación
Tratamiento	2	97.87	48.93	5.59	0.005	**
Error	117	1024.73	8.76			
Total	119	1122.59				

S = 2.959 R-cuad. = 8.72% R-cuad.(ajustado) = 7.16%

Amexo 7. Prueba de normalidad con el incremento de peso a los 21 días



Anexo 8. Prueba de igualdad de varianzas con el incremento de peso a los 21 días

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	40	59.6610	75.9752	103.459
2	40	63.8200	81.2715	110.671
3	40	64.0806	81.6033	111.123

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 0.24, valor p = 0.885

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.09, valor p = 0.913

Anexo 9. Análisis de la varianza con el incremento de peso a los 21 días

Fuente	GL	SC	MC	F	P	Significación
Tratamiento	2	2533	1267	0.20	0.819	NS
Error	117	742419	6345			
Total	119	744952				

S = 79.66 R-cuad. = 0.34% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

Anexo 10. Prueba de normalidad con el peso a los 42 días



Anexo 11. Prueba de igualdad de varianzas con el peso a los 42 días

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	36	197.227	254.170	353.003
2	36	238.724	307.648	427.277
3	36	199.278	256.813	356.674

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 1.65, valor p = 0.438

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

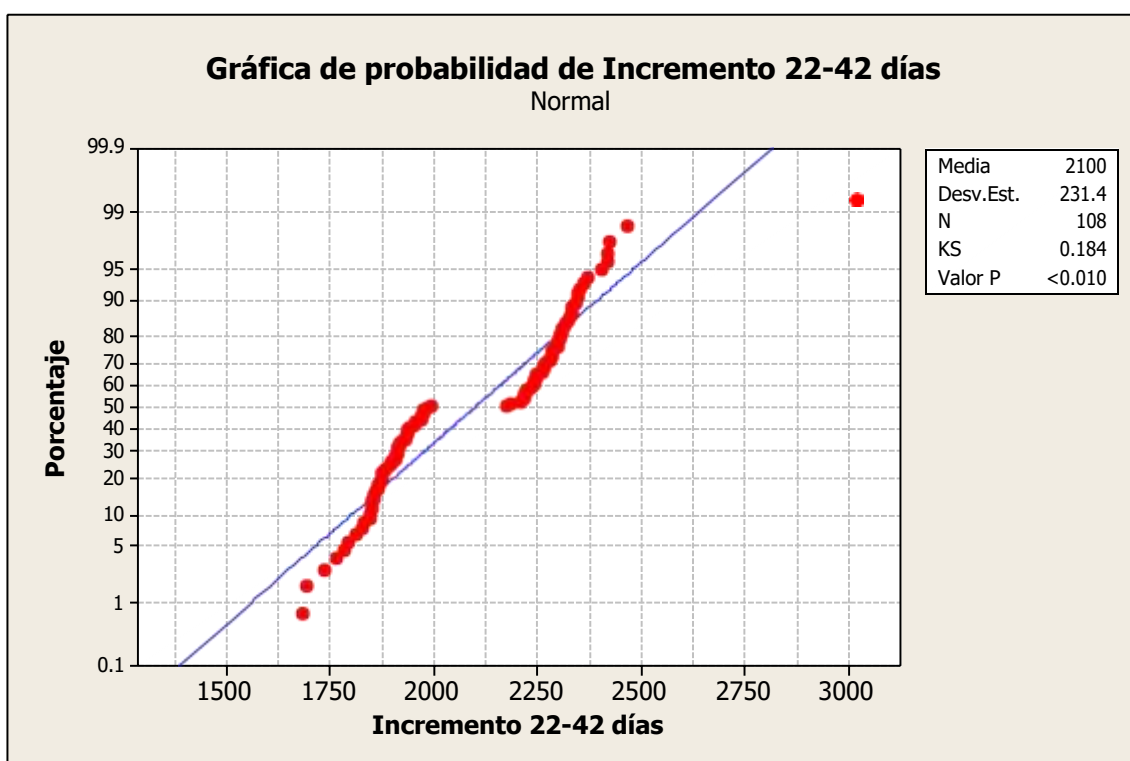
Estadística de prueba = 0.49, valor p = 0.614

Anexo 12. Análisis de varianza con el peso a los 42 días

Fuente	GL	SC	MC	F	P	Significación
Tratamiento	2	100930	50465	0.67	0.513	NS
Error	105	7882092	75068			
Total	107	7983022				

S = 274.0 R-cuad. = 1.26% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

Anexo 13. Prueba de normalidad con el incremento de peso de 22-42 días



Anexo 14. Prueba de igualdad de varianzas con el incremento de peso 22-42 días

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	36	186.940	240.914	334.592
2	36	187.028	241.027	334.750
3	36	165.079	212.740	295.463

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 0.69, valor p = 0.707

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

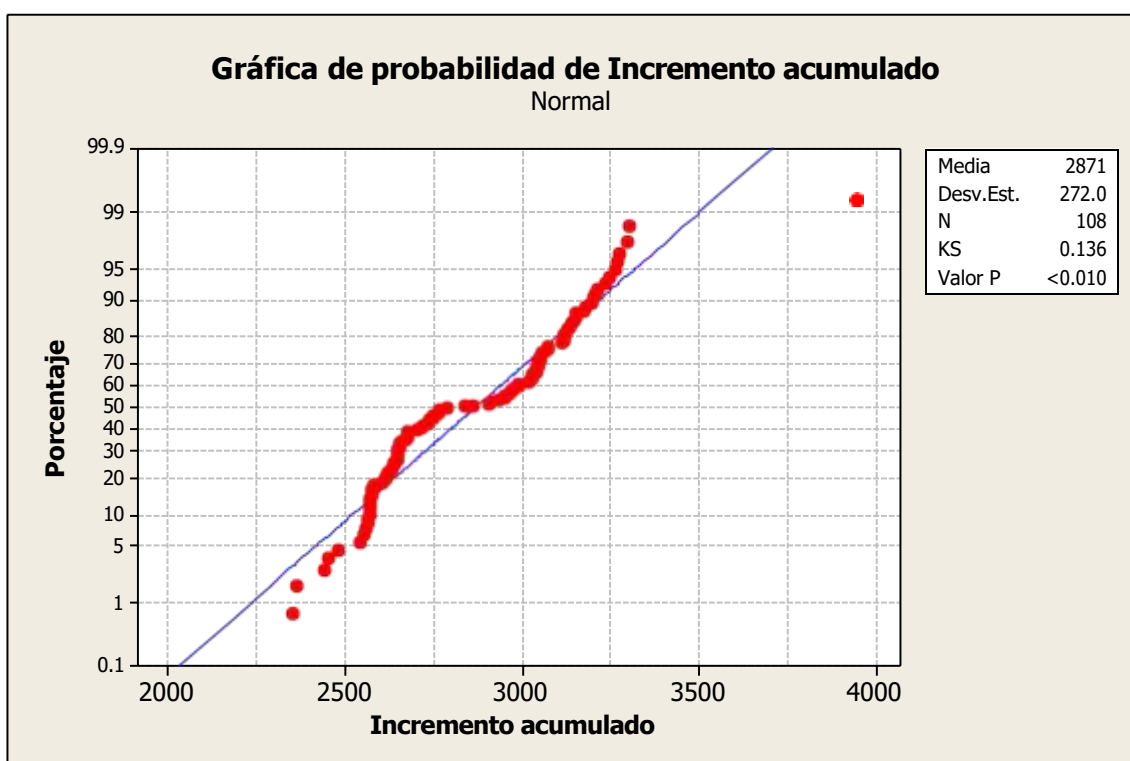
Estadística de prueba = 1.33, valor p = 0.269

Anexo 15. Análisis de varianza con el incremento de peso 22-42 días

Fuente	GL	SC	MC	F	P	Significación
Tratamiento	2	81719	40859	0.76	0.470	NS
Error	105	5648711	53797			
Total	107	5730430				

S = 231.9 R-cuad. = 1.43% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

Anexo 16. Prueba de normalidad con el incremento de peso acumulado



Anexo 17. Prueba de igualdad de varianzas con el incremento de peso acumulado

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamiento	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	36	196.752	253.558	352.153
2	36	237.700	306.329	425.444
3	36	197.915	255.057	354.235

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 1.66, valor p = 0.437

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

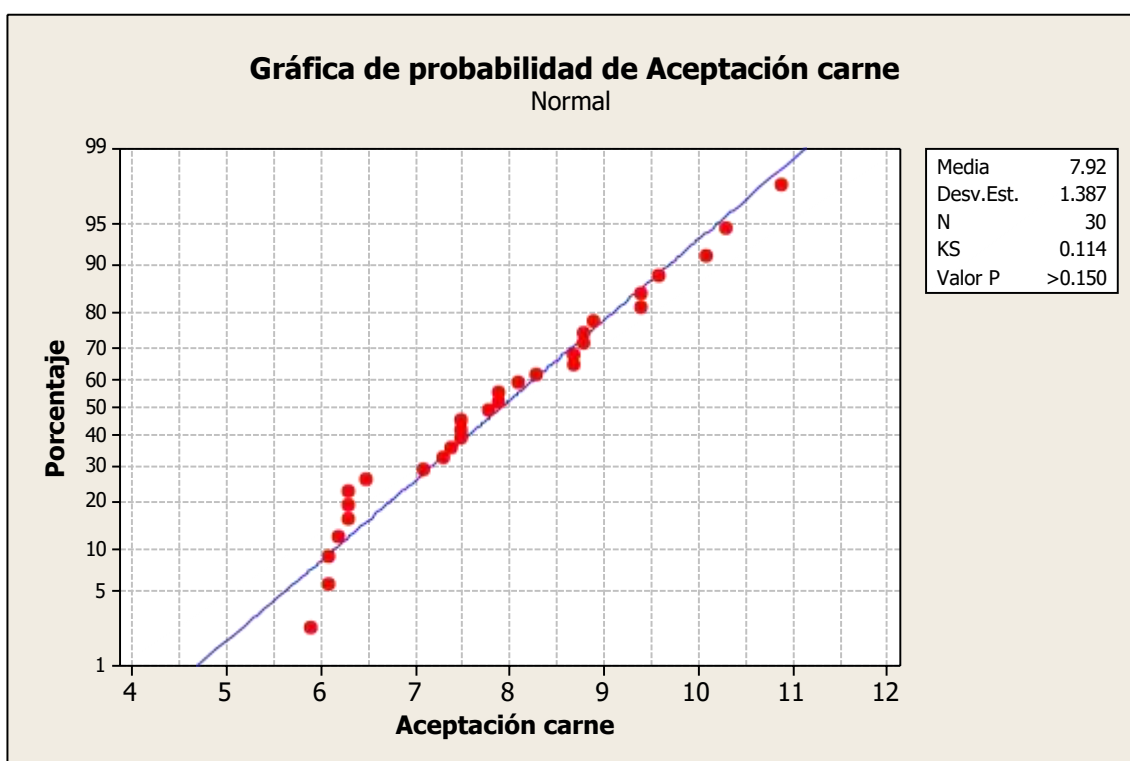
Estadística de prueba = 0.50, valor p = 0.610

Anexo 18. Análisis de varianza con el incremento de peso acumulado

Fuente	GL	SC	MC	F	P	Significación
Tratamiento	2	104904	52452	0.71	0.496	NS
Error	105	7811412	74394			
Total	107	7916316				

S = 272.8 R-cuad. = 1.33% R-cuad.(ajustado) = 0.00%

Anexo 19. Prueba de normalidad con el grado de aceptación de la carne



Anexo 20. Prueba de igualdad de varianzas con el grado de aceptación de la carne

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándares

Tratamientos	N	Inferior	Desv.Est.	Superior
1	10	1.02728	1.61259	3.43172
2	10	0.68004	1.06750	2.27173
3	10	0.88719	1.39268	2.96373

Prueba de Bartlett (distribución normal)

Estadística de prueba = 1.42, valor p = 0.491

Prueba de Levene (cualquier distribución continua)

Estadística de prueba = 0.75, valor p = 0.483

Anexo 21. Análisis de varianza con el grado de aceptación de la carne

Fuente	GL	SC	MC	F	P	Significación
Tratamiento	2	4.71	2.36	1.24	0.304	NS
Error	27	51.12	1.89			
Total	29	55.83				

S = 1.376 R-cuad. = 8.44% R-cuad.(ajustado) = 1.66%