

**UNIVERSIDAD PERUANA CAYETANO HEREDIA**

*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia*



**“Efecto de un producto comercial a base de extracto de orégano (*Origanum vulgare*) sobre la respuesta productiva y calidad de huevo en gallinas de postura en segunda fase de producción”**

Tesis para optar por el Título Profesional de:

**Médico Veterinario Zootecnista**

**Aldo Alberto Cedrón Alcántara**

**Bachiller en Medicina Veterinaria y Zootecnia**

**Lima – Perú**

**2021**

## ABSTRACT

The aim of the present study was to evaluate the effect of a commercial product based on oregano extract (*Origanum vulgare*) on the productive response and egg quality in laying hens at second production phase, it lasted 56 days. 2000 “H&N Brown Nick” hens of 54 weeks of age were used, distributed in two groups: Control Group, basal diet with APC (zinc bacitracin, 50 ppm) and Experimental Group, basal diet without APC, supplemented with oregano extract (250g per Ton of feed). Weight gain (g), feed consumption (g), egg production (%), egg mass (g), feed conversion rate (Kg / Kg) and mortality were evaluated as productive response parameters; and egg weight, shell weight, shell pigmentation and yolk as parameters of egg quality. The data obtained were evaluated by means of the Student's T test and Kruskal Wallis, with a significance level of 95%. The results obtained did not show significant statistical inference for the productive parameters and shell quality. However, the eggs of the Experimental Group showed a lower percentage of broken eggs ( $p < 0.05$ ). It is concluded that the addition of the commercial product based on oregano extract at a rate of 250 g per ton of feed shows similar results to the use of zinc bacitracin (50 ppm) as APC, and also reduces the percentage of broken eggs.

**Key words:** *laying hens, oregano extract, zinc bacitracin, egg production.*

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de un producto comercial a base de extracto de orégano (*Origanum vulgare*) sobre la respuesta productiva y calidad de huevo en gallinas de postura en segunda fase de producción en un periodo de 56 días. Se utilizaron 2000 gallinas “H&N Brown Nick” de 54 semanas de edad, distribuidas en dos grupos: Grupo Control, dieta basal con APC (bacitracina de zinc, 50 ppm) y Grupo Experimental, dieta basal sin APC, suplementada con extracto de orégano a razón de 250g por Ton de alimento. Se evaluó la ganancia de peso (g), consumo de alimento (g), producción de huevo (%), masa de huevo (g), índice de conversión alimenticia (Kg/Kg) y mortalidad como parámetros de respuesta productiva; y el peso del huevo, peso de cáscara, pigmentación de cáscara y yema como parámetros de calidad de huevo. Los datos obtenidos fueron evaluados por medio de la prueba de T de Student y Kruskal Wallis, con un nivel de significancia del 95%. Los resultados obtenidos no mostraron diferencia estadística significativa para los parámetros productivos y calidad de cáscara. Sin embargo, los huevos del grupo experimental mostraron un menor porcentaje de huevos rotos ( $p < 0.05$ ). Se concluye que la adición del producto comercial a base de extracto de orégano a razón de 250 g por tonelada de alimento muestra resultados similares al uso de la bacitracina de zinc (50 ppm) como APC, además reduce el porcentaje de huevos rotos.

**Palabras clave:** *gallinas de postura, extracto de orégano, bacitracina de zinc, producción de huevos.*

# INTRODUCCIÓN

La producción de huevos de gallina para consumo destaca por su constante crecimiento a lo largo de los años. En 2019, se produjo 36 250 toneladas más de huevo (452 234 vs 488 484) en comparación al 2018, lo cual representa un incremento anual del 8%. Las regiones de Ica, Lima y La Libertad fueron las principales productoras de huevo de mesa para el año 2019 con una producción de 197 407; 90 801 y 84 438 toneladas de huevo respectivamente (MINAGRI, 2020). El huevo es considerado como uno de los alimentos de origen animal más versátiles y populares debido a que es una fuente importante de nutrientes como proteínas, vitaminas, minerales y lípidos (Huopalahti et al., 2007; Carvalho et al., 2013). Este producto presenta una alta funcionalidad sirviendo como ingrediente en la elaboración de alimentos como pastas, tortas, mayonesa, entre otros, así como presentar propiedades tecnológicas: coagulantes, agentes emulsionantes y espumantes que se deben a su calidad y valor nutricional (Kiosseoglou, 2000; Campbell et al., 2003; Raikos et al., 2006; Durán, 2015).

En promedio, un lote de gallinas ponedoras inicia un ciclo o curva de producción de huevos a las 18 semanas de edad aproximadamente, posterior a ello, alcanzan el 50% de producción entre las 21 a 22 semanas y el pico de producción (95 - 96%) entre las 26 a 28 semanas de edad (Navarro, 2000; Hy Line, 2014). Una vez llegado al pico de producción, este se mantiene constante por un promedio de 10 semanas. Posterior a ello (semana 35 de edad), la producción empieza a decaer progresivamente, denominando a esta fase en la curva de producción como etapa de persistencia, el cual puede durar hasta las 90 semanas de edad con una producción promedio del 75%, lo cual representa un aproximado de 420 huevos a más por gallina alojada (Cavero, 2012). El ciclo productivo y los objetivos esperados de un lote pueden verse afectados por los siguientes factores: línea genética, manejo y sanidad del lote durante el levante (etapa de recria, de 0 a 17 semanas), las condiciones medioambientales de crianza, el manejo y presentación de enfermedades infecciosas – metabólicas durante la etapa productiva, así como la cantidad, tipo y calidad del alimento suministrado (Julca, 2018).

La gallina ponedora comercial ha sido seleccionada genéticamente para la producción de huevos, y depende mucho del manejo, sanidad y nutrición para que este potencial genético se pueda expresar, lo cual se traducirá en más huevos por gallina alojada. Sin embargo, además de buscar la máxima producción de huevos (cantidad), también es importante la calidad de los huevos producidos. Esta ha sido definida como todas aquellas características que influyen en la aceptación o rechazo del producto por parte del consumidor (Stadelman y Cotterill, 1995), refiriéndose a los estándares impuestos, los cuales hacen referencia a la calidad interna y externa que por lo general son enfocados

a la limpieza y textura del cascarón, forma del huevo, viscosidad de la albúmina, forma y firmeza de la yema (Durán, 2015).

Existe una relación directa entre la salud de las aves con la producción y calidad del huevo, es decir, cualquier proceso infeccioso o metabólico que afecte la salud de las aves tendrá un impacto directo en la producción y calidad del huevo. Bajo esta premisa, cualquier factor que afecte la salud del intestino, tendrá un efecto negativo sobre la microbiota intestinal, lo cual se traducirá en una menor producción así como huevos con cáscaras débiles, con bajo color (cáscaras blancas, en el caso de huevos marrones), cáscara con restos de excretas, así como baja pigmentación de la yema, entre otros. Es por ello, que por muchos años se vienen empleando antibióticos promotores de crecimiento (APC) o mejoradores de rendimiento para poder hacer frente a la problemática de una ruptura en el equilibrio de la microbiota intestinal (Gutierrez et al., 2013). Sin embargo, la Unión Europea en el año 2006 prohibió su uso mediante una resolución EC 1831/2003 por ser un tema de salud pública (Brufau, 2012).

Debido a esto, se vienen utilizando diferentes extractos vegetales o fitobióticos para mejorar los parámetros productivos y la calidad del huevo, entre ellos tenemos la esparteína (Navarro, 2000), lupino (Halty, 2000; Navarro, 2000), comino negro (Aydin et al., 2008), palmiste (Galarza, 2017; Cadillo et al., 2019) y orégano (Christaki et al., 2011; Yesilbag et al., 2013) considerando las propiedades antimicrobianas como antioxidantes (Durán, 2015).

El orégano (*Origanum vulgare*) es una planta herbácea que pertenece a la familia de la menta, utilizada con fines culinarios y medicinales (Bampidis *et al.*, 2019). Antiguamente era recomendado para el tratamiento de mordeduras por animales ponzoñosos (Schiller y Schiller, 2008) y en la actualidad se han observado sus propiedades antimicrobianas, antiparasitarias, y antígenotóxica (Loyaga, 2019). Estas propiedades se deben a la presencia de aceite esenciales como el limoneno, betacariofileno, gamma-cimeno, canfor, linalol, alfa-pineno, carvacrol y timol, quienes presentan una gran actividad bactericida/bacteriostática contra bacterias gramnegativas y grampositivas, al dañar los sistemas enzimáticos productores de energía y de componentes estructurales de las bacterias (Lambert et al., 2001; Arcila et al., 2004).

Los extractos de oréganos están siendo estudiados con fines de evaluar sus efectos sobre el rendimiento en gallinas ponedoras y la calidad del huevo. Florou-Paneri et al. (2005) suplementaron a gallinas ponedoras de 32 semanas con dietas a base de aceite esencial de orégano a dosis de 50 y 100 mg/kg de alimento. Dichas dosis no obtuvieron diferencias significativas en los parámetros productivos evaluados pero sí observaron reducción en la oxidación de lípidos, sugiriendo que este suplemento posee un efecto antioxidante sobre la yema de huevo mejorando su calidad.

Posteriormente, Durán (2015) evaluó la respuesta de la estabilidad de lípidos y proteínas de la yema de huevo en gallinas de 21 semanas suplementadas con micronizados de aceite esencial de una especie de orégano *Lippia origanoides*, obteniendo huevos enriquecidos con ácidos grasos poliinsaturados y con un contenido adicional de timol directamente proporcional a la dosis del suplemento, pero que van disminuyendo con el tiempo de almacenamiento. Asimismo, Ortiz et al. (2015), evaluaron el efecto de la suplementación con extracto de orégano en los parámetros productivos y estabilidad oxidativa en los huevos de gallinas de postura de 48 semanas, donde observaron efectos positivos en la estabilidad oxidativa de la yema del huevo durante el almacenamiento a 4°C durante 60 días, cuando se suplementaban con dosis de 100g por tonelada de alimento, demostrando su potencial antioxidante natural en la dieta de ponedoras.

El extracto de orégano también ha mostrado efectos benéficos sobre el funcionamiento hepático en gallinas ponedoras, Migliorini et al. (2019) analizaron los cambios bioquímicos en el metabolismo de las proteínas y lípidos en gallinas ponedoras de 59 semanas cuando se les suministró 150 y 200 mg/Kg de alimento, observando a los 28 días de alimentación un incremento en los niveles séricos de globulina, proteínas totales y triglicéridos, ejerciendo efectos beneficiosos sobre las aves sin ningún efecto secundario. De igual forma como en las gallinas ponedoras, el extracto de orégano demostró tener efectos positivos en otras especies aviares. Se comprobó que a dosis de 2g/Kg de alimento mejoran la reactividad de las células caliciformes y mantienen estable la microbiota intestinal en pollos broiler permitiendo un favorable rendimiento del crecimiento, mediante el mejoramiento de la cantidad y calidad de los glicoconjugados involucrados en acciones de defensa indirecta y reduciendo significativamente los recuentos de coliformes y *Escherichia coli* (Socco et al., 2016). Loyaga (2019) evaluó el efecto del extracto de orégano en los parámetros productivos y estabilidad oxidativa de la yema en codornices que fueron suplementados con una dosis de 200 mg/Kg hallando resultados positivos en el porcentaje de postura y conversión alimenticia, así también disminuyó la lipoperoxidación en la yema de huevo independientemente del tiempo de almacenamiento, demostrando su actividad antioxidante.

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de un producto comercial a base de extracto de orégano (*Origanum vulgare*) sobre la respuesta productiva y calidad de huevo en gallinas de postura en segunda fase de producción.

# MATERIALES Y METODOS

## 1. Lugar de ejecución del estudio

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en una granja comercial de gallinas de postura, ubicado en el distrito de Alto Laran, provincia de chincha (Ica – Perú). La etapa experimental tuvo una duración de 56 días, que corresponde al periodo de 54 a 62 semanas de edad de las aves. La evaluación de calidad de huevo se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FAVEZ) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia (UPCH).

## 2. Animales y su manejo

Se utilizaron 2000 gallinas de la línea genética “H&N Brown Nick”, procedentes del mismo lote y edad (54 semanas). Las aves fueron distribuidas en dos tratamientos con cuatro repeticiones cada uno y 250 aves por repetición. Las aves fueron alojadas en un galpón convencional con ventilación natural, equipado con jaulas de alambre galvanizado con comedero de tipo canaleta y el agua fué administrada por medio de nipples o tetinas. Se alojaron 5 aves por jaula con una dimensión de 450 cm<sup>2</sup> por ave.

## 3. Alimentación

Las aves fueron alimentadas una vez al día por la mañana (7am), y se consideró un consumo de alimento de 120 g/ave/día. La presentación del alimento fue en harina y el agua fue limpia, fresca, clorada (cloro, 3 ppm) y administrada de forma *ad libitum*.

#### 4. Tratamientos experimentales

Para el presente estudio se emplearon los siguientes tratamientos:

**Tratamiento 1 (T1):** Grupo control o testigo, la dieta basal fue el alimento de postura fase 2 para aves mayores de 50 semanas, con bacitracina de zinc a razón de 50 ppm, sin producto a base de extracto de orégano.

**Tratamiento 2 (T2):** Grupo de prueba, dieta basal empleada en el T1 con adición del producto a base de extracto de orégano a razón de 250 g por tonelada de alimento, sin adición de la bacitracina de zinc.

**Cuadro 1.** Composición porcentual de las dietas experimentales.

Ingrediente (%)	T1	T2
Maíz amarillo duro	58.850	58.875
Torta de soya alta proteína	12.500	12.500
Subproducto de trigo	6.000	6.000
Carbonato de calcio grueso	8.000	8.000
Carbonato de calcio polvo	2.000	2.000
Harina de soya integral	6.000	6.000
Aceite acidulado de soya	2.000	2.000
Pasta de Algodón	3.000	3.000
Fosfato bicálcico (18.5% P)	0.800	0.800
Sal industrial	0.300	0.300
Bicarbonato de sodio	0.100	0.100
DL – Metionina 99%	0.100	0.100
Secuestrantes de Micotoxinas	0.100	0.100
Premezcla vitamínico mineral	0.100	0.100
Cloruro de colina al 60%	0.100	0.100
Bacitracina de zinc al 10%	0.050	0.000
Extracto de Orégano	0.000	0.025

T1, dieta basal con bacitracina de zinc 50 ppm; T2, dieta basal + 250 g/TM de producto de extracto de orégano.

**Cuadro 2.** Valor nutricional estimado de las dietas experimentales.

Porcentaje	T1	T2
Proteína cruda, %	15.000	15.000
Enería metabolizable, Kcal	2800	2800
Lisina digestible, %	0.600	0.600
Metionina digestible, %	0.320	0.320
Treonina digestible, %	0.580	0.580
Fósforo no fítico, %	0.350	0.350
Calcio total, %	4.000	4.000
Sodio, %	0.180	0.180
Ácido linoleico, %	1.200	1.200

T1, dieta basal con bacitracina de zinc 50 ppm; T2, dieta basal + 250 g/TM de producto de extracto de orégano.

## 5. Tamaño de muestras

Para realizar la evaluación de la calidad de huevo se recolectó una muestra representativa de 20 huevos por cada repetición (80 huevos por tratamiento), para el cálculo del tamaño de muestra se empleó el criterio de diferencia de medias, utilizando como referencia los valores obtenidos en la guía de manejo de la línea genética (peso de huevo de 65.1g y una desviación estándar de 4.3 g), con un nivel de confianza de 95% y una potencia de 80%. Cabe resaltar que se emplearon los huevos frescos del mismo día.

Para estimar el peso corporal de las aves se pesó una muestra de 15 gallinas por repetición, este número de aves se obtuvo bajo el criterio para muestrear una media, con un nivel de confianza del 95%, una desviación estándar de 28.5% y un error del 16.4g que representa el 10% de la media, tomando como base el estándar de la línea genética.

## 6. Parámetros a evaluar: Los parámetros evaluados fueron los siguientes

### 6.1. Evaluación de la respuesta productiva

**6.1.a Ganancia de peso total (g):** Primero se seleccionó una muestra de 15 aves por repetición (las cinco aves de tres jaulas), dichas aves fueron seleccionadas e identificadas al azar al inicio del estudio. Las aves fueron pesadas al inicio y al término del experimento, para ello se empleó una balanza digital con capacidad de 50 kg y 0.01 decimales. Las gallinas fueron pesadas de forma individual a las 5 am.

Finalmente, se realizó la siguiente fórmula matemática para hallar la ganancia de peso total.

$$\text{Ganancia de peso total (g)} = \text{Peso final (g)} - \text{Peso inicial (g)}$$

**6.1.b Consumo de alimento total (g):** Una vez seleccionadas las jaulas ( $n = 5$ ) que conformarán una repetición ( $n=250$  aves), se delimitó el área de la canaleta donde se repartió el alimento, esta delimitación se realizó por medio de separadores a base de cartón plastificado reforzado, los cuales estuvieron ubicados en los extremos de la canaleta de las jaulas que conformaron la repetición, así se evitó que aves de jaulas vecinas puedan consumir el alimento a evaluar.

Luego de que el área del comedero estuvo delimitada y totalmente limpia, se procedió a repartir el alimento asignado (tratamiento), previo a ello se realizó el pesaje del alimento a ofrecer por una semana y se pesó el alimento no consumido o sobrante al final de la semana.

Para el cálculo del consumo de alimento total se realizó el siguiente cálculo matemático:

$$\text{Consumo de alimento total (g)} = \text{Alimento ofrecido (g)} - \text{Alimento sobrante (g)}$$

**6.1.c Producción de huevo (%):** Diariamente se recolectaron los huevos por cada repetición, para ello, antes de iniciar la prueba se tuvo que delimitar el área del piso de las jaulas correspondiente a cada repetición, por medio de separadores a base de cartón plastificado reforzado. La cantidad de huevo recolectado se expresó en porcentaje.

$$\text{Producción de huevo (\%)} = (\text{Total de huevos recolectados} / \text{Número de gallinas}) \times 100$$

**6.1.d Masa de huevo (g):** Una vez recolectado el total de huevos y obtenido el peso promedio de dichos huevos (peso promedio de 20 huevos), se calculó la masa de huevo expresados en gramos mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Masa de huevo (g)} = \text{Número de huevos recogidos al día} \times \text{Peso promedio de huevos.}$$

**6.1.e Índice de conversión de alimento (I.C.A):** Con los datos obtenidos de consumo de alimento total (g) y masa de huevo (g), se realizó el cálculo de conversión de alimento bajo la siguiente fórmula.

$$\text{I.C.A (kg/kg)} = \text{Consumo de alimento total (kg)} / \text{Masa de huevo (kg)}$$

**6.1.f Mortalidad acumulada (%):** Diariamente se recolectarán las aves muertas y se analizó la causa de muerte por necropsia. La mortalidad acumulada se expresó en porcentaje y se calculó bajo la siguiente fórmula.

$$\text{Mortalidad acumulada (\%)} = (\text{Total de aves muertas durante el estudio} / \text{Total de aves al empezar el estudio}) \times 100$$

## **6.2. Evaluación de la calidad de huevo**

**6.2.a Peso de huevo (g):** Para determinar el peso de huevo (g), se recolectó una muestra al azar de 20 huevos diarios, luego se pesó y se dividió entre 20.

$$\text{Peso de huevos (g)} = \text{Peso total de huevos recolectado} / 20$$

**6.2.b Pigmentación de yema:** Para estimar este parámetro se utilizó el abanico colorimétrico de la empresa DSM®, el cual tiene una escala del 1 al 15 con una variedad de tonalidades de colores desde blanco hasta naranja. Para ello, se colocó el abanico junto a la yema y se determinó el color que fue igual a esta.

**6.2.c Pigmentación de Cáscara:** Para estimar este parámetro se utilizó el abanico colorimétrico de la marca ZINPRO® para color de cáscara con rangos del 1 al 9, con una variedad de tonalidades de color desde blanco hasta marrón. Para ello, se colocó el abanico junto a la cáscara y se determinó el color que fue igual a esta.

**6.2.d Peso de Cáscara (g):** Se seleccionó al azar y se pesó 20 huevos por repetición. Para ello se empleó una balanza gramera digital con una capacidad de medida de 500g con 0.01 de precisión.

## **7. Análisis Estadístico**

Los datos obtenidos de las variables cuantitativas como ganancia de peso total, consumo de alimento, producción de huevo, masa de huevo, I.C.A, mortalidad acumulada, peso de huevo y peso de cáscara, se resumieron por medio de la media mas la desviación estándar y para la comparación de medias se utilizó la prueba de T de Student independiente con un valor de p del 95%. Por otro lado, las variables cualitativas como la pigmentación de yema y cáscara de huevo se resumieron por medio de la mediana y se utilizó la prueba de Kruskal Wallis.

## RESULTADOS

Los efectos de la inclusión del extracto de orégano (250 g/TM) sobre el comportamiento productivo y calidad de huevo se detallan en los cuadros 3, 4 y 5. No se observa diferencia estadística entre ambos tratamientos con relación a las variables estudiadas. Sin embargo, el extracto de orégano tuvo un efecto positivo reduciendo el porcentaje de huevos rotos ( $p < 0.05$ ) como se detalla en el Cuadro 4.

**Cuadro 3.** Parámetros productivos de gallinas de postura en segunda fase de producción con adición en el alimento de bacitracina de zinc 50 ppm y extracto de orégano, 250 g/TM de alimento.

ITEM	TRATAMIENTO 1		TRATAMIENTO 2	
	Media	DE <sup>1</sup>	Media	DE
Producción total de huevos, % <sup>2</sup>	83.25	3.18	88.43	3.24
Consumo de alimento ave/día, g	118.03	0.95	118.73	0.54
Masa de Huevo, g	54.56	1.88	57.53	2.09
Conversión de alimento, Kg/Kg	2.16	0.08	2.07	0.08
Ganancia de peso, g <sup>3</sup>	-0.04	0.13	0.00	0.04
Mortalidad, %	0.32	0.26	0.35	0.20

T1, dieta basal con bacitracina de zinc a razón de 50 ppm, sin extracto de orégano; T2, dieta basal con extracto de orégano a razón de 250 g por tonelada de alimento, sin bacitracina de zinc.

<sup>1</sup>DS = Desviación estándar.

<sup>2</sup> Los valores son promedios de 4 repeticiones de 250 aves cada una (1000 aves por tratamiento).

<sup>3</sup> Los valores son promedios de 4 repeticiones de 15 aves cada una (60 aves por tratamiento).

**Cuadro 4.** Porcentaje de huevos comerciables (vendibles), blancos, sucios y rotos de gallinas de postura en segunda fase de producción con adición en el alimento de bacitracina de zinc 50 ppm y extracto de orégano, 250 g/TM de alimento.

ITEM	TRATAMIENTO 1		TRATAMIENTO 2	
	Media	DE <sup>1</sup>	Media	DE
Huevos comerciables, % <sup>2</sup>	92.63	2.01	93.52	1.40
Huevos blancos, %	6.17	1.77	5.67	1.16
Huevos sucios, %	0.78	0.46	0.44	0.11
Huevos rotos, %	0.24 <sup>a</sup>	0.06	0.11 <sup>b</sup>	0.06

T1, dieta basal con bacitracina de zinc a razón de 50 ppm, sin extracto de orégano; T2, dieta basal con extracto de orégano a razón de 250 g por tonelada de alimento, sin bacitracina de zinc.

<sup>1</sup>DS = Desviación estándar.

<sup>2</sup> Los valores son promedios de 4 repeticiones de 250 aves cada una (1000 aves por tratamiento).

<sup>a,b</sup> Letras diferentes simbolizan diferencia significativa ( $p < 0.05$ ).

**Cuadro 5.** Calidad de huevo de gallinas de postura en segunda fase de producción con adición en el alimento de bacitracina de zinc 50 ppm y extracto de orégano, 250 g/TM de alimento.

ITEM	TRATAMIENTO 1			TRATAMIENTO 2		
	Media	Mediana	DE <sup>1</sup>	Media	Mediana	DE
Peso de huevo, g <sup>2</sup>	65.21		0.94	64.27		1.25
Peso de cáscara, g	8.14		0.26	8.03		0.34
Color de cáscara		6.7			6.8	
Color de yema		6.55			5.85	

T1, dieta basal con bacitracina de zinc a razón de 50 ppm, sin extracto de orégano; T2, dieta basal con extracto de orégano a razón de 250 g por tonelada de alimento, sin bacitracina de zinc.

<sup>1</sup>DE = Desviación estándar.

<sup>2</sup> Los valores son promedios de 4 repeticiones de 20 huevos cada una (80 huevos por tratamiento).

## DISCUSIÓN

En el presente estudio, dosis empleada fue de 250 mg/Kg de alimento, lo que representa una cantidad neta de 15 mg/Kg de aceites esenciales, dosis segura y eficaz para gallinas ponedoras (dosis máxima de 33 mg/Kg) (Bampidis *et al.*, 2019). El aceite esencial de orégano presenta propiedades antioxidantes y antibacterianas que mejoran la digestión y absorción de nutrientes manteniendo la estabilidad intestinal (Shahryar *et al.*, 2011)

Los datos obtenidos a la evaluación de la performance productiva en gallinas ponedoras alimentadas con 250 mg/Kg de extracto de orégano son estadísticamente similares a los obtenidos en las gallinas alimentadas con 50 ppm de bacitacina de zinc como APC. Los resultados del presente estudio guardan relación a los reportado por Florou-Planeri *et al.* (2005), quienes no hallaron diferencias estadísticas al evaluar el desempeño productivo en gallinas de postura (32 semanas de edad) alimentadas con 50 y 100 mg de aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare subsp. hirtum*) por Kg de alimento, en un periodo de 60 días. Por otro lado, en una investigación realizada Ortiz *et al.* (2015) en gallinas suplementadas con 100 mg de aceite esencial de orégano (*Lippia origanoides* Kunth) por Kg de alimento en un periodo de ocho semanas, los autores encontraron una menor producción de huevos ( $p < 0.05$ ) en las gallinas que consumieron el alimento adicionadas con el aceite esencial, sin embargo, las otras variables productivas como consumo de alimento, peso de huevo o conversión de alimento fueron estadísticamente iguales.

Si bien el uso de aceites esenciales de orégano no mejoró la performance productiva, sobre todo en términos de producción de huevos y porcentaje de huevos comerciales o vendibles, estos si redujeron significativamente el porcentaje de huevos rotos ( $p < 0.05$ ).

Respecto al efecto de la suplementación de extracto de orégano en la calidad de huevo, se observó que el peso del huevo no mostró diferencia estadística entre ambos tratamientos. Diferentes estudios han evaluado este parámetro coincidiendo con los resultados de la presente investigación, a pesar de utilizar dosis de aceite esencial de orégano entre 50 a 200 mg/Kg de alimento (Botsoglou *et al.*, 2005; He *et al.*, 2017; Migliorini *et al.*, 2019). De igual forma, la variable peso de cáscara tampoco mostró diferencia entre ambos tratamientos evaluados, similar a lo reportado por Cabuk *et al.* (2014). Este parámetro guarda relación con el contenido de calcio en la cáscara y con la absorción de este mineral a nivel intestinal (Botsoglou *et al.*, 2005). Otros estudios analizaron una variable similar denominada porcentaje de cáscara, donde no encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos con o sin extracto de orégano (Abdel-Wareth *et al.*, 2013; He *et al.*, 2017).

El color de la cáscara no se vio afectada por la suplementación con aceite esencial de orégano. Esta variable depende de la genética así como del manejo y el estatus sanitario de la parvada durante la

producción. Cabe señalar que el uso de antibióticos como sulfamidas, intoxicaciones por micotoxinas en el alimento, enfermedades virales (bronquitis infecciosa o síndrome de baja postura), disbacteriosis intestinal (clostridiosis), endoparasitosis afectan el color del cascarón (Charlton *et al.*, 2000; Roberts, 2004).

A la evaluación de la pigmentación o color de la yema no se observó diferencia significativa entre los dos tratamientos evaluados. Estos hallazgos son similares a los reportados por diferentes autores que evaluaron el efecto del aceite esencial de orégano sobre este parámetro (Florou-Paneri *et al.*, 2005; Cabuk *et al.*, 2014; Migliorini *et al.*, 2019). Del mismo modo, Botsoglou *et al.* (2005) no hallaron diferencia estadística con la suplementación con orégano sobre la pigmentación de la yema; sin embargo observaron que gallinas suplementadas con azafrán presentaban diferencia significativa, lo cual fue atribuida a los componentes del aceite esencial de azafrán (crocinas, licopenos y carotenos). Para el caso del presente estudio, el aceite esencial de orégano posee timol y carvacrol, sustancias que son incoloro y con función aromática, lo que sugiere que no influye directamente en los resultados.

Un factor a considerar en los resultados obtenidos es el uso de bacitracina de zinc como APC en el grupo control (T1). Diferentes estudios han establecido la eficacia de la bacitracina de zinc a dosis de 50 ppm sobre la integridad intestinal, evitando la colonización de bacterias gram positivas como *Clostridium spp* y mejorando de esta manera los parámetros productivos y calidad de cáscaron (Hampson *et al.*, 2002; Jamshidi y Hampson, 2002).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación muestran el efecto favorable de un producto comercial a base de extracto de orégano (*Origanum vulgare*) sobre los parámetros productivos y de calidad del huevo de gallinas de postura, de manera que se puede utilizar de forma segura en el alimento durante la segunda fase de producción como reemplazo de la bacitracina de zinc (50 ppm) como APC.

## CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en la que se realizó el presente estudio, se concluye lo siguiente:

- Las gallinas suplementadas con el producto comercial a base de extracto de orégano (*Origanum vulgare*) a razón de 250g/TM de alimento, presentaron similar respuesta productiva que las gallinas que consumieron el alimento con 50 ppm de bacitracina de zinc como APC.
- El producto comercial a base de extracto de orégano (*Origanum vulgare*) a una dosis de 250g/TM de alimento mostró una disminución en el porcentaje de huevos rotos.

## LITERATURA CITADA

1. Abdel-Wareth, A, Ismail Z, Sudekum K. 2013. Effects of Thyme and Oregano on performance and egg quality characteristics of laying hens. *World's Poult. Sci. J.* 69: 1-6.
2. Arcila C, Loarca G, Lecona S, Gonzales E. 2004. El Oregano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54(1), 100-108.
3. Aydin R, Karaman M, Cicek T, Yardibi H. 2008. Black cumin (*Nigella sativa* L.) supplementation into the diet of the laying hen positively influences egg yield parameter, shell quality and decreases egg cholesterol. *Poultry Science* 87: 2590-2595.
4. Bampidis V, Azimonti G, Bastos M, Cristensen H, Kouba M, Durjava M, López-Alonso M, López Puente S, Marcon F, Mayo B. 2019. Safety and efficacy of an essential oil from *Origanum vulgare* ssp. *hirtum* (Link) Ietsw. for all animal species. *EFSA J.* 17: e05909.
5. Boorman K, Gunaratne S. 2001. Dietary phosphorus supply, egg-shell deposition and plasma inorganic phosphorus in laying hens. *Br Poult Sci* 42: 89-91.
6. Botsoglou N, Florou-Paneri P, Botsoglou E, Dots V, Giannenas I, Koidis A, Mitrakos P. 2005. The effect of feeding rosemary, oregano, saffron and  $\alpha$ -tocopheryl acetate on hen performance and oxidative stability of eggs. *S Afr J Anim Sci* 35 (3): 143-151.
7. Brufau J. 2012. Prohibición del uso de antibióticos promotores de crecimiento, valoración de productos alternativos y nueva visión de la aplicación de aditivos en el marco de la Unión Europea. Conferencia presentada en Jornadas Profesionales de Avicultura. Sevilla. [Internet]. [Acceso 25 enero 2020] Disponible en: <https://avicultura.com/prohibicion-del-uso-de-antibioticos-promotores-del-crecimiento-valoracion-de-productos-alternativos-y-nueva-vision-de-la-aplicacion-de-aditivos-en-el-marco-de-la-union-europea/>
8. Cabuk M, Bozkurt M, Alcicek A, Akbap Y, Kucukyllmaz K. 2006. Effect of a herbal essential oil mixture on growth and internal organ weight of broilers from young and old breeder flocks. *S Afr J Anim Sci* 36: 135-141.
9. Cabuk M, Eratak S, Alcicek A, Bozkurt M. 2014. Effects of Herbal Essential Oil Mixture as a Dietary Supplement on Egg Production in Quail. *The Scientific World Journal*. p: 1-4.

10. Cadillo J, Cumpa M, Galarza J. 2019. Rendimiento productivo y calidad de huevo en gallinas ponedoras alimentadas con torta de palmiste (*Elaeis guineensis*) y enzimas  $\beta$ -glucanasa y xilanasa. *Rev Inv Vet Perú* 30(2): 682-690.
11. Campbell L, Raikos V, Euston S. 2003. Modification of functional properties of egg white proteins. A review. *Nahrung/Food* 47: 369-376.
12. Carvalho D, Pires M, Santos B, Oliveira E, Moreira J, Castro K, Stringhini J. 2013. Calidad interna y del cascarón de huevos de ponedoras bovans White en el período prepico de postura [Internet]. [Acceso 25 enero 2020] Disponible en: [http://media.admininhouse.com/uploads/www.aves.com.sv/estructura\\_2942/Stringhini%20%20ALA2013\\_25.pdf](http://media.admininhouse.com/uploads/www.aves.com.sv/estructura_2942/Stringhini%20%20ALA2013_25.pdf).
13. Cavero D. 2012. La vida productiva de la gallina hoy y en el futuro. Selecciones Avícolas. [Internet]. [Acceso 25 enero 2020]. Disponible en: <https://seleccionesavicolas.com/pdf-files/2012/7/6804-la-vida-productiva-de-la-gallina-hoy-y-en-el-futuro.pdf>.
14. Charlton B, Bermudez A, Boulianne M, Halvorson D, Jeffrey J, Newman L, Sander J, Wakenell P. 2000. Avian Disease Manual. 5th edition, American Association of Avian Pathologists, Pennsylvania. U.S.A.
15. Christaki E, Bonos E, Florou-Paneri P. 2011. Comparative evaluation of dietary Oregano, Anise and Olive leaves in laying japanese quails. *Brazilian Journal of Poultry Science - Revista Brasileira de Ciencia Avícola*, 13(2): 97-101.
16. Durán E. 2015. Evaluación del efecto antioxidante del aceite esencial de orégano *Lippia origanoides* kunth sobre la estabilidad de lípidos y proteínas de la yema de huevo. Tesis de Maestría en Ciencias Químicas. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. 154p.
17. Espina L, Pagan R, Lopez D, Garcia-Gonzalo D. 2015. Individual Constituents from Essential Oils Inhibit Biofilm Mass Production by Multi-Drug Resistant *Staphylococcus aureus*. *Molecules* 20: 11357-11372.
18. Florou-Paneri P, Nikolakakis I, Giannenas I, Koidis A, Botsoglou E, Dotas V, Mitsopoulos I. 2005. Hen Performance and Egg Quality as Affected by Dietary Oregano Essential Oil and  $\alpha$ -tocopheryl Acetate Supplementation. *Int J Poul Sci* 4 (7): 449-454.
19. Galarza J. 2017. Rendimiento productivo en gallinas ponedoras alimentadas con torta de palmiste (*Elaeis guineensis*) y enzimas  $\beta$ -glucanasa y xilanasa. Tesis de Magister Scientiae en Producción Animal. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina. 69p.

20. García D, Colas M, López W, Perez E, Sánchez A, Lamazares M, Grandia R. 2016. El peso corporal y su efecto sobre indicadores bioproductivos en gallinas White Leghorn L33. *Rev Med Vet Zoot.* 63(3): 188-200.
21. García M, Sánchez A, López A. 2002. Efecto de la uniformidad del lote en el comportamiento productivo de la ponedora White Leghorn [CD-ROM]. La Habana (CU): Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Agraria de La Habana. 1CD.
22. Gerzilov V, Nikolov A, Petrov P, Bozakova N, Penchev G, Bochukov A. 2015. Efecto de un suplemento de mezcla de hierbas dietéticas en el rendimiento de crecimiento, producción de huevos y estado de salud en pollos. *J Cent Eur Agr* 16(2): 10-27.
23. Gutierrez L, Montoya O, Velez J. 2013. Probióticos: una alternativa de producción limpia y de reemplazo a los antibióticos promotores de crecimiento en la alimentación animal. *Rev Prod Lim* 8(1): 135-146.
24. Haiam S, Abd E, Faten A, Attia A, Hanafy M, Khalil H. 2007. Effects of Probiotic (Biogen) and Zinc Bacitracin Supplementation on Laying Hen Performance, Some Blood Parameters and Egg Quality. *J Agric Res* 7(3): 11-19.
25. Halty J. 2000. Estudio de los efectos de un tratamiento con alcaloides totales de lupino en ponedoras Isabrown y Shaver Cross. Tesis de Grado en Medicina Veterinaria. Valdivia: Universidad Austral de Chile. 75p.
26. Hampson D, Phillips N, Pluske J. 2002. La enzima dietética y la bacitracina de zinc reducen la colonización de gallinas de capa por el spirochaete intestinal *Brachyspira intermedia*. *Vet Microbiol* 86(4): 351-360.
27. He X, Hao D, Liu C, Zhang X, Xu D, Xu X, Wang J, Wu R. 2017. Effect of supplemental oregano essential oils in diets on production performance and relatively intestinal parameters of laying hens. *Am J Mol Biol* 7: 73-85.
28. Huopalahti R, López-Fandiño R, Anton M, Schade R. 2007. Bioactive Egg Compounds. Berlin Heidelberg: Springer – Verlag. [Internet]. [Acceso 25 enero 2020]. Disponible en: <https://www.springer.com/gp/book/9783540378839>.
29. Hy Line B. 2014. Guía de Manejo Ponedoras Comerciales. [Internet]. [Acceso 25 enero 2020]. Disponible en: [http://www.avicol.co/descargas2/BRN\\_COM\\_SPN.pdf](http://www.avicol.co/descargas2/BRN_COM_SPN.pdf)
30. Jamshidi A, Hampso D. 2002. Zinc bacitracin enhances colonization by the intestinal spirochaete *Brachyspira pilosicoli* in experimentally infected layer hens. *Avian Pathol* 31: 293-298.

31. Julca A. 2018. Evaluación del comportamiento productivo de la gallina (*Gallus gallus*) Hy line Brown de 60 a 70 semanas trasladadas del sistema de crianza de piso a jaula en la región Tacna. Tesis de grado de Médico Veterinario Zootecnista. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. 87p.
32. Khattak F, Ronchi A, Castelli P, Sparks N. 2014. Effects of natural blend of essential oil on growth performance, blood biochemistry, cecal morphology, and carcass quality of broiler chickens. *Poult Sci* 93: 132-137.
33. Kiosseoglou V. 2000. Egg yolk protein gels and emulsions. *Curr Option Colloid Interface Science* 8: 365-370.
34. Kirunda D, McKee S. 2000. Relating quality characteristics of aged eggs and fresh eggs to vitelline membrane strength as determined by a texture analyzer. *Poult Sci* 79: 1189-1193
35. Lambert R, Skandamis P, Nychas G. 2001. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of Oregano essential oil, Thymol and Carvacrol. *Journal of Applied Microbiology*, 91(3), 453-462.
36. Lavelin I, Meiri N, Pines M. 2000. New Insight in Eggshell Formation. *Poult Sci* 79: 1014–1017.
37. Loyaga B. 2019. Parámetros productivos y estabilidad oxidativa de yema de huevo en *Coturnix japonica* “Codorniz” a la adición de *Origanum vulgare* “Orégano” en la dieta. Tesis de Grado de Ingeniero Zootecnista. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. 75p.
38. Mantilla I, Mejía J. 2014. Efecto del suministro de dos presentaciones de alimento en gallinas ponedoras Lohmann Brown durante la etapa de producción. Tesis de Maestría en Producción Animal. Sangolquí: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. 160p.
39. Migliorini M, Boiago M, Roza L, Barreta M, Arno A, Robazza W, Galvao A, Galli G, Machado G, Baldissera M, Wagner R, Stefani L, Silva A. 2019. Oregano essential oil (*Origanum vulgare*) to feed laying hens and its effects on animal health. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 91: e20170901
40. Migliorini M, Boiago M, Stefani L, Zampar A, Roza L, Barreta M, Arno A, Robazza W, Giuriatti J, Galvao A, Boscatto C, Paiano D, Da Silva A, Tavernari F. 2019. Oregano essential oil in the diet of laying hens in winter reduces lipid peroxidation in yolks and increases shelf life in eggs. *J Thermal Biol* 85: 102409.

41. [MINAGRI]. Ministerio de Agricultura y Riego. 2016. Evolución de producción y precios del huevo. Lima: MINAGRI. Boletín Informativo. 6p.
42. [MINAGRI]. Ministerio de Agricultura y Riego. 2019. Boletín estadístico mensual de la producción y comercialización de productos avícolas. Lima: MINAGRI. Informe Técnico. 24p.
43. [MINAGRI]. Ministerio de Agricultura y Riego. 2020. Boletín estadístico mensual de la producción y comercialización de productos avícolas. Lima: MINAGRI. Informe Técnico. 23p.
44. Mooyottu S, Kollanoor-Johny A, Flock G, Bouillaut L, Upadhyay A, Sonenshein A, Venkitanarayanan K. 2014. Carvacrol and Trans-Cinnamaldehyde Reduce Clostridium Difficile Toxin Production and Cytotoxicity in Vitro. *Int J Mol Sci* 15: 4415-4430.
45. Natsir N, Wicaksono M. 2020. The Effect of White Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*) Flour Addition in Feed to the Performances of Laying Hens. *Earth Environ. Sci.* 478: 012085
46. Navarro M. 2000. Estudio de factores de calidad de huevos en ponedoras Isa Brown y Shaver Cross sometidas a diferentes dosis de Esparteína y alcaloides totales del lupino. Tesis de Grado de Medicina Veterinaria. Valdivia: Universidad Austral de Chile. 68p.
47. Ortiz R, Afanador G, Vasquez D, Ariza-Nieto C. 2015. Efecto del aceite esencial de orégano sobre el desempeño productivo de ponedoras y la estabilidad oxidativa de huevos enriquecidos con ácidos grasos poliinsaturados. *Rev Med Vet Zoot* 64(1): 61-70.
48. Osorio L, Contreras S. 2018. Boletín estadístico mensual de la producción y comercialización de productos avícolas. Lima.
49. Ouwehand A, Tiihonen K, Kettunen H, Peuranen S, Schulze H, Rautonen N. 2010. In Vitro Effects of Essential Oilss on Potential Pathogens and Beneficial Members of the Normal Microbiota. *Vet Med* 55: 71-78.
50. Ozek K, Wellmann K, Ertekin B, Tarim B. 2011. Effects of dietary herbal essential oil mixture and organic acid preparation on laying traits, gastrointestinal tract characteristics, blood parameters and immune response of laying hens in a hot summer season. *J Anim Feed Sci* 20: 575–586.
51. Park K, Rhee A, Um J, Paik I. 2009. Effect of dietary available phosphorus and organic acids on the performance and egg quality of laying hens. *JAPR: Res Report (456-756)*: 598-604.

52. Raikos V, Hensen R, Campbell L, Euston S. 2006. Separation and identification of hen egg protein isoforms using SDS-PAGE and 2D gel electrophoresis with MALDI-TOF mass spectrometry. *Food Chemistry*, Volumen 99.
53. Roberts J. 2004. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hen. *J Poult Sci* 41: 161-177.
54. Schiller C, Schiller D. 2008. *The Aromatherapy Encyclopedia*. Basic Health Publications, INC., Laguna Beach.
55. Scocco P, Forte C, Franciosini M, Mercati F, Casagrande-Proietti P, Dall'Aglio C, Acuti G, Tardella F, Trabalza-Marinucci M. 2016. Gut complex carbohydrates and intestinal microflora in broiler chickens fed with oregano (*Origanum vulgare* L.) aqueous extract and vitamin E. *J Anim Physiol Anim Nutr* 101:676–684.
56. Shahryar HA, Gholipour V, Ebrahimnezhad Y, Monirifar H. 2011. Comparison of the Effects of Thyme and Oregano on Egg Quality in Laying Japanese Quail. *J. Basic Appl Sci Res* 1(11):2063-2068.
57. Stadelman W, Cotterill O. 1995. *Egg Science and Technology*. s.l.:Haworth Press Inc.
58. Yesilbag D, Gezen S, Biricik H, Meral Y. 2013. Effects of dietary rosemary and oregano volatile oil mixture on quail performance, egg traits and egg oxidative stability. *British Poultry Science* 54: 231-237.
59. Zotti M, Colaianna M, Morgese M, Tucci P, Schiavone S, Avato P, Trabace L. 2013. Carvacrol: From Ancient Flavoring to Neuromodulatory Agent. *Molecules* 18: 6161-6172.

## ANEXO

**Anexo 1.** Parámetros productivos semanales obtenidos del experimento con relación a la edad de gallinas de postura en los diferentes tratamientos.

Tratamientos	Producción total de huevos							
	Edad de las aves							
	55 sem	56 sem	57 sem	58 sem	59 sem	60 sem	61 sem	62 sem
T1	76.58	83.66	84	83.77	85.22	84.47	83.92	84.39
T2	81.24	89.82	89.27	89.54	90.76	90.13	88.45	88.25
	Huevos comerciales							
T1	92.36	91.32	92.62	93.48	92.42	92.98	93.08	92.82
T2	93.13	92.98	94.15	92.35	93.56	93.18	94.34	94.49
	Huevos blancos							
T1	6.08	7.27	6.11	5.52	6.52	5.99	5.83	6.02
T2	6.09	6.34	5.13	5.67	5.86	6.23	5.06	4.99
	Huevos sucios							
T1	0.98	0.71	0.71	0.68	0.79	0.74	0.85	0.84
T2	0.51	0.38	0.44	0.49	0.48	0.44	0.39	0.37
	Huevos rotos							
T1	0.3	0.41	0.26	0.26	0.12	0.22	0.14	0.21
T2	0.25	0.11	0.13	0.17	0.05	0.03	0.1	0.1
	Masa de Huevo							
T1	49.67	54.02	55.18	55.16	56.09	55.49	54.93	55.97
T2	52.31	56.98	58.31	58.27	59.3	58.93	57.98	58.14
	Peso de huevo							
T1	64.88	64.6	65.7	65.85	65.81	65.69	65.45	66.32
T2	64.4	63.43	65.32	65.08	65.35	65.38	65.54	65.89
	Consumo de alimento							
T1	118.07	118.1	118.3	118.09	117.24	118.39	118.02	118.05
T2	118.78	118.86	118.7	118.51	118.3	118.66	118.67	119.32
	Conversión de alimento							
T1	2.38	2.19	2.15	2.14	2.1	2.14	2.15	2.11
T2	2.27	2.09	2.04	2.04	2	2.02	2.05	2.05
	Mortalidad %							
T1	0.10%	0.30%	0.10%	0.40%	0.20%	0.40%	0.40%	0.40%
T2	0.20%	0.60%	0.30%	0.40%	0.30%	0.20%	0.20%	0.30%

T1, dieta basal con bacitracina de zinc 50 ppm; T2, dieta basal + 250 g/TM de producto de extracto de orégano.

**Anexo 2.** Pesos al inicio y final del experimento en las diferentes repeticiones por cada tratamiento.

Repetición*	Peso Inicial	
	T1	T2
R1	1.863	1.815
R2	2.037	1.963
R3	1.913	1.941
R4	2.080	1.939
	Peso Final	
R1	1.895	1.833
R2	2.104	1.992
R3	1.870	1.891
R4	1.846	1.979

\*Cada repetición estuvo conformada por 250 gallinas.

**Anexo 3.** Análisis estadístico usando el software Minitab ® 17 para los parámetros productivos obtenidos del experimento.

Variable	Normalidad		Homogeneidad		T - Student	
	<i>P-value</i>	AD	<i>P-value</i>	Valor F	<i>P-value</i>	Diferencias
<i>Paramétrica</i>						
Producción Total de huevos	0.743	0.224	0.975	0.96	0.072	No diferencia significativa
Consumo de alimento	0.413	0.333	0.375	3.12	0.276	No diferencia significativa
Masa de huevo	0.664	0.243	0.86	0.81	0.089	No diferencia significativa
Conversión de alimento	0.336	0.367	0.998	1	0.089	No diferencia significativa
Ganancia de peso	0.233	0.425	0.077	11.31	0.497	No diferencia significativa
Mortalidad	0.246	0.417	0.71	1.6	0.887	No diferencia significativa
Huevos Comerciales	0.276	0.398	0.567	2.06	0.501	No diferencia significativa
Huevos Blancos	0.597	0.261	0.506	2.33	0.656	No diferencia significativa
Huevos Sucios	0.191	0.457	0.046	16.45	0.245	No diferencia significativa
Huevos Rotos	0.245	0.654	0.84	1.29	0.04	Diferencia significativa

Normalidad Anderson - Darling

**Anexo 4.** Análisis estadístico usando el software Minitab ® 17 para los parámetros de calidad de huevo obtenidos del experimento.

Variable	Normalidad		Homogeneidad		T - Student		
	<i>P-value</i>	AD	<i>P-value</i>	Valor F	<i>P-value</i>	Diferencias	
<i>Paramétrica</i>							
Peso de huevo	0.301	0.498	0.657	0.57	0.279	No diferencia significativa	
Peso de cáscara	0.352	0.369	0.675	0.59	0.612	No diferencia significativa	
					Kruskal-Wallis		
					<i>P-value</i>	Diferencias	
<i>No paramétrica</i>							
Color de cáscara						0.372	No diferencia significativa
Color de Yema						0.108	No diferencia significativa

Normalidad Anderson - Darling