

Inclusión de fitobiótico de harina de orégano (*Origanum vulgare* L.) en dietas balanceadas sobre la calidad del huevo de gallinas Hy-Line Brown

Inclusion of phytobiotics from oregano flour (*Origanum vulgare* L.) in balanced diets on the egg quality of hy-Line Brown hens

María Mercedes Mendoza-Peñarrieta^{1*}, Piedad Francisca Yépez-Macias², Ángel Virgilio Cedeño-Moreira³, Ana Ruth Álvarez-Sánchez², Kerly Estefanía Alvarado-Vásquez⁴

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de posgrado, Maestría en Biotecnología Agropecuaria. Ecuador.

²Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador.

³Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias y biológicas, Laboratorio de Biología y Microbiología. Ecuador.

⁴Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria, ICAI-CONICET. Mendoza, Argentina.

*Autor para correspondencia: maria.mendoza2015@uteq.edu.ec

RESUMEN

La relación entre alimentación y salud es un campo dinámico de investigación con implicaciones para la salud humana y animal, centrado en la mejora de la calidad de los alimentos y la promoción de estilos de vida saludables. Este estudio, realizado en la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas de la UTEQ, Campus La María, tuvo como objetivo evaluar el efecto de la inclusión de un fitobiótico a base de harina de orégano (*Origanum vulgare* L.) sobre la calidad del huevo de gallinas Hy-Line Brown. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con cuatro tratamientos, ocho repeticiones y cinco unidades experimentales por tratamiento, involucrando un total de 160 gallinas de 22 semanas de edad. Los tratamientos consistieron en dietas con diferentes niveles de inclusión nutracéutica: T0 (0%), T1 (0,5%), T2 (1%) y T3 (1,5%). En las premezclas de alimento balanceado se analizó la composición bromatológica (humedad, proteína, grasa y fibra), mientras que en las aves se evaluó la producción semanal y el peso del huevo. Además, se determinó la calidad microbiológica externa de los huevos y se realizaron pruebas de susceptibilidad antimicrobiana con medicamentos comerciales. Los resultados indicaron que el tratamiento T2 (1%) presentó el mayor peso promedio de huevo (62,63 g) en la quinta semana, así como un mayor porcentaje de producción. En cuanto a la calidad microbiológica, se identificaron coliformes, bacterias mesófilas, mohos y levaduras, sin diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). Se recomiendan más estudios para explorar niveles más altos de inclusión nutracéutica y su impacto en la calidad del huevo y la salud de las aves.

Palabras clave: Calidad; huevos; inclusión; microorganismos

ABSTRACT

The relationship between food and health is a dynamic field of research with implications for human and animal health, focused on improving food quality and promoting healthy lifestyles. This study, carried out at the Faculty of Livestock and Biological Sciences of the UTEQ, La María Campus, aimed to evaluate the effect of the inclusion of a nutraceutical based on oregano meal (*Origanum vulgare* L.) on the egg quality of Hy-Line Brown hens. A completely randomized design (DCA) was employed with four treatments, eight replications, and five experimental units per treatment, involving a total of 160 22-week-old hens. The treatments consisted of diets with different levels of nutraceutical inclusion: T0 (0%), T1 (0.5%), T2 (1%) and T3 (1.5%). In the balanced feed premixes, the bromatological composition (moisture, protein, fat and fiber) was analyzed, while in the birds the weekly production and egg weight were evaluated. In addition, the external microbiological quality of the eggs was determined and antimicrobial susceptibility tests were performed with commercial drugs. The results indicated that the T2 treatment (1%) showed the highest average egg weight (62.63 g) in the fifth week, as well as a higher percentage of production. Regarding microbiological quality, coliform, mesophilic bacteria, molds and yeasts were identified, with no statistically significant differences between treatments according to Tukey's test ($P \leq 0.05$). Further studies are recommended to explore higher levels of nutraceutical inclusion and its impact on egg quality and avian health.

Key words: Quality; eggs; inclusion; microorganisms

INTRODUCCIÓN

A nivel global, China lidera la producción de huevos, seguido por Estados Unidos, India y México, países que cuentan con grandes granjas avícolas dedicadas a esta actividad [1]. En estos países, la industria avícola ha experimentado un crecimiento en la producción de huevos, impulsado por su alto valor nutricional y bajo costo. La industria avícola ecuatoriana ha experimentado un notable crecimiento en la producción de huevos, alcanzando 3.812 millones en 2022, con un consumo per cápita de 212 huevos anuales, según [2]. Provincias como Tungurahua, Cotopaxi, Manabí y Pichincha lideran esta producción, abasteciendo tanto al mercado nacional como a mercados internacionales [3]. Este auge responde al aumento poblacional, mayor conciencia nutricional y avances tecnológicos en la industria. Presenta oportunidades de empleo, diversificación económica y seguridad alimentaria, pero también desafíos como sostenibilidad ambiental, bienestar animal y competencia en el mercado. La industria debe optimizar procesos para mantener su crecimiento y contribuir al desarrollo sostenible del país [4].

El huevo es un alimento altamente nutritivo a nivel mundial, adecuado para personas de todas las edades, incluyendo niños y adultos mayores. Su contenido de compuestos bioactivos puede desempeñar un papel importante en la prevención y tratamiento de enfermedades [5]. El huevo de gallina (*Gallus gallus domesticus*) es rico en proteínas, vitaminas, minerales y lípidos, los cuales pueden variar debido a factores como la edad, la dieta y la genética de las aves [6]. Se ha incrementado el interés en las hierbas naturales como una alternativa a los agentes promotores del crecimiento que contienen antibióticos en la dieta de las gallinas ponedoras con el propósito de mejorar la producción de huevos. El empleo de antibióticos puede tener consecuencias adversas en la salud de las aves y humana, ya que puede llevar a la resistencia a múltiples infecciones bacterianas en los seres humanos. A pesar de ello, esta práctica sigue siendo ampliamente utilizada en diversos países con el objetivo de mejorar la producción, la salud y la calidad de los huevos y la carne [7].

Los fitoquímicos abarcan los glucosinolatos, los compuestos que contienen azufre derivados de la familia *Alliaceae*, los terpenoides, así como varias clases de polifenoles. Estas diversas sustancias no pueden clasificarse como “alimentos” en el sentido convencional, por lo que se ha acuñado un nuevo término denominado “fitobiótico” [8, 9]. Los fitobióticos son sustancias orgánicas que incorporan ingredientes botánicos específicos que se utilizan como mejoras dietéticas y se consideran comestibles [10].

La industria avícola se enfrenta actualmente a varios desafíos que incluyen la accesibilidad de los alimentos, la prohibición de los antibióticos como agentes que estimulan el crecimiento y la presencia de factores de estrés ambiental. Para abordar eficazmente estos obstáculos, es de suma importancia integrar los fitobióticos en la dieta de las aves de corral [11].

La suplementación de orégano en la dieta de las gallinas ponedoras presenta resultados favorables tanto en rendimiento como la calidad de los huevos. En un estudio realizado por [12], descubrió que la incorporación del aceite esencial de orégano (AEO) mejoró la tasa de conversión alimenticia, la producción y la calidad de los huevos en las gallinas ponedoras.

En base a todos estos antecedentes y en la búsqueda de producir mayor cantidad de huevos y de alta calidad nutricional, se desarrolló esta investigación con el objetivo de evaluar el efecto de la inclusión de un fitobiótico a base de harina de orégano (*Origanum vulgare* L.) sobre la calidad del huevo de gallinas de la línea Hy-Line Brown.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del experimento

La presente investigación se llevó a cabo en el Programa Didáctico de Avicultura de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas en el Campus La María de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, la misma que está ubicado en el km. 7,5 de la vía Quevedo–El Empalme, provincia de Los Ríos; cuya ubicación geográfica es de 01°06' de latitud Sur y 79°29' de latitud Oeste asentado a una altura de 73 metros sobre el nivel del mar.

Condiciones ambientales

Las condiciones meteorológicas durante la investigación en el sitio experimental fueron registradas por la estación Agrometeorológica del INAMHI, ubicada en la Estación Experimental Tropical Pichilingue, [13] se detalla a continuación en la TABLA I.

TABLA I
Datos meteorológicos de la zona

| Parámetros | Promedios |
|--------------------------------------|-----------|
| Temperatura Máxima | 29,5°C |
| Temperatura Mínima | 22,5°C |
| Humedad Relativa | 84 % |
| Heliofanía horas, luz, año | 758,2 |
| Precipitación promedio Junio–Octubre | 13,38 mm |

Fuente: (INAMHI, 2010)

Manejo del experimento

Elaboración de fitobióticos de hojas de plantas medicinales *Origanum vulgare* L. (FIG. 1)

Selección de planta medicina

Origanum Vulgare L. (*Orégano común o europeo*), se realizó la recolección en la Facultad de Ciencias Pecuarias Campus La María.

Selección de las hojas

Se considero hojas sanas sin ningún tipo de lesiones inducidas mecánicamente ni presencia de patógenos.

Conservación

Para obtener una mejor conservación e higiene las hojas recolectadas y seleccionadas se trasladaron al Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

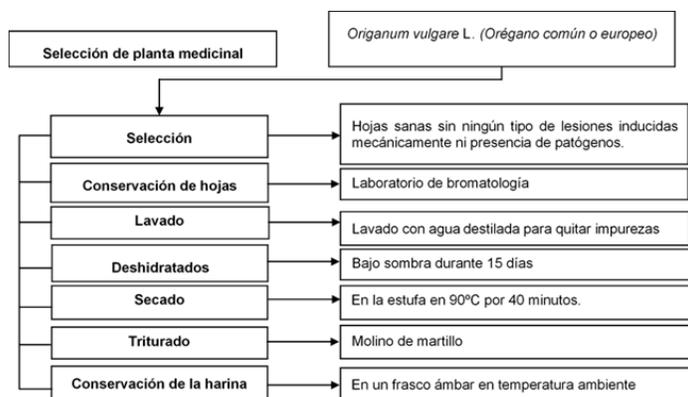


FIGURA 1. Flujograma experimental elaboración de harina de plantas medicinales *Origanum vulgare* L. (Orégano común o europeo)

Lavado

Se realizó un lavado con agua destilada con el objetivo de eliminar la mayor cantidad de impureza.

Deshidratado

Durante 15 días (d) bajo sombras y sobre una lámina de papel aluminio removiéndolas dos veces por día.

Secado

Se empleó una estufa de laboratorio (Binder FD115, GmbH, Alemania). Este equipo está diseñado con un sistema de convención forzada que permite una recirculación de aire eficiente, que asegura un control preciso y estable de temperatura. Las hojas de orégano se colocaron en la estufa durante un periodo de 40 min a una temperatura constante de 90°C, lo que permitió un secado eficiente de las muestras.

Triturado

Para el triturado de las muestras, se empleó un molino de martillo de cuchillas paralelas (Retsch SM 300, Alemania). Este equipo permite obtener un tamaño de partículas uniformes de 1 mm ideal para asegurar homogeneidad de las muestras trituradas.

Conservación de la harina

Se utilizó frascos ámbar a temperatura ambiente como protector de la luz y evitar la descomposición de las sustancias activas de la muestra.

Formulación de las dietas

La harina de orégano se incorporó directamente en las premezclas, respetando los requerimientos nutricionales establecidos y manteniendo la composición de la dieta base que las gallinas habían consumido antes del experimento (TABLA II). La única variable modificada fue el porcentaje de inclusión de harina de orégano en cada tratamiento. Para garantizar la precisión, se ajustaron las cantidades de alimento suministrado a cada

repetición según el tratamiento asignado, utilizando una balanza digital (OHAUS Navigator NV22, China) para su medición [4].

Utilización del fitobiótico

Se utilizó diferentes porcentajes de concentraciones y sus respectivos pesos en gramos. T0 corresponde a la muestra control, sin adición de materia (0,0%, 0 g). los tratamientos T1, T2 y T3 contienen concentraciones 0,5%, 1,0% y 1,5%, respectivamente, con pesos de 505 g, 1.010 g y 1.515 g (TABLA II).

TABLA II
Dieta experimental con la inclusión del fitobióticos de orégano para la alimentación de las gallinas ponedoras por quintal

| Materias primas | T0 (0%) control | T1(0,5%) | T2 (1%) | T3 (1,5%) |
|-----------------------------|-----------------|----------|---------|-----------|
| Maíz nacional | 56,93 | 70,70 | 60,75 | 54,66 |
| Polvillo de arroz | 5,05 | 5,05 | 5,05 | 5,05 |
| Torta soja 44 | 31,17 | 12,14 | 23,23 | 31,17 |
| Harina de orégano | 0 | 0,505 | 1,01 | 1,515 |
| Ac. Palma | 1,01 | 0,302 | 1,01 | 1,01 |
| Carbonato cálcico | 4,456 | 9,782 | 4,091 | 5,212 |
| Fosfato monocalcico | 1,566 | 1,705 | 5,05 | 1,564 |
| Cloruro sódico | 0,505 | 0,505 | 0,505 | 0,505 |
| Núcleo (vitamínico mineral) | 0,303 | 0,303 | 0,303 | 0,303 |
| Total | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Para la pre mezcla se utilizó un conjunto de materias primas, utilizado en las fórmulas diseñada para cubrir los requerimientos nutricionales de las ponedoras, incluyendo vitaminas esenciales como A, D3, E y del complejo B, minerales como calcio, fósforo, zinc, hierro y selenio, además de antioxidantes que aseguran una buena salud, calidad de la cáscara y óptima producción de huevos.

Variables y métodos de evaluación

Composición bromatológica de la harina de orégano

El análisis bromatológico del fitobiótico se llevó a cabo mediante la determinación de varias variables clave con el fin de evaluar su composición nutricional. Este análisis es un proceso detallado que se utiliza para determinar la composición química, proporcionando información esencial sobre sus valores nutricionales. Es una herramienta fundamental en estudios que buscan optimizar las dietas para animales o humanos, asegurando un adecuado equilibrio nutricional.

Entre las variables analizadas se encuentran la humedad, la materia seca, las cenizas, la proteína, la grasa y la fibra brutas. Cada uno de ellos fue evaluado con procedimientos específicos y utilizando equipos técnicamente avanzados:

Humedad (%)

Para determinar el contenido de humedad se tomaron muestras representativas de los fitobióticos, las cuales fueron sometidas a un proceso de deshidratación mediante el uso de horno (Memmert, modelo UNB 500, Alemania) mantenido a una temperatura

constante de 65°C durante 48 horas (h). Este procedimiento permitió la extracción completa de la humedad presente en las muestras.

Materia seca (%)

El porcentaje de materia seca se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Materia seca} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso seco}}{\text{Peso inicial}}$$

Donde el peso inicial es el peso inicial de la muestra y peso seco es el peso de la muestra después del proceso de deshidratación.

Ceniza (%)

Para la determinación del contenido de ceniza, se utilizó un horno mufla (modelo L9/11/SKM, Nabertherm GmbH, Alemania). Todas las muestras fueron sometidas a una temperatura de 600°C durante 3 h. El porcentaje de ceniza se calculó mediante la fórmula correspondiente, lo que permitió obtener resultados precisos sobre el contenido cenicero de las muestras analizadas. El porcentaje de ceniza se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Ceniza (\%)} = \frac{\text{Peso ceniza}}{\text{Peso muestras}} \times 100$$

Donde peso ceniza es el peso de la ceniza obtenida y peso muestra es el peso inicial de la muestra.

Proteína (%)

La cantidad de proteína se determinó utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Proteína (\%)} = \frac{1.401 \times \text{NH}_4\text{Cl} \times (\text{VHCl} - \text{Vb})}{\text{Peso muestra}} \times 100$$

Características físicas del huevo

En la evaluación de los parámetros físicos, se consideraron diversas variables con el fin de caracterizar y cuantificar aspectos relevantes. A continuación, se detallan los métodos y herramientas utilizados para cada variable: peso con una balanza digital (OHAUS Navigator NV22, China), la pigmentación de la yema se evaluó utilizando un colorímetro de la escala de Roche, un dispositivo específico para medir el color de la yema del huevo, especialmente en términos de su intensidad y tonalidad. La escala de Roche, que va del 1 al 15, es utilizada en la industria avícola para determinar la calidad y el nivel de pigmentación, la cual está relacionada con la cantidad de xantofilas presentes, compuestos responsables del color amarillo de la yema.

Calidad microbiológica

Análisis de bacterias coliformes

Muestreo: se tomó al azar muestras representativas de dos huevos por cada repetición y tratamiento.

Medio utilizado: Agar Mac Conkey.

Incubación microbiana: para la incubación microbiana se utilizaron cajas de Petri que se colocaron en una cámara de incubación (Memmert INB 500, Alemania). Este equipo se fijó a una temperatura de 32°C y se mantuvo durante un período de 24 h. Pasado este tiempo se contaron las respectivas colonias en las cajas de Petri.

Análisis de bacterias mesófilas

Muestreo: se tomó al azar muestras representativas de dos huevos por cada repetición y tratamiento.

Medio utilizado: Nutrient Agar.

Análisis de mohos y levaduras

Muestreo: se tomó al azar muestras representativas de dos huevos por cada repetición y tratamiento.

Medio utilizado: Potato Dextrose Agar (PDA).

Actividad antimicrobiana

Se empleó un antibiograma de discos distribuidos de forma organizada en los 5 cuadrantes de las cajas Petri, la técnica consiste en el empleo de diferentes antibióticos (Cloranfenicol, Amoxicilina, Penicilina, Ampicilina), con la finalidad de observar el halo formado por la zona de inhibición del crecimiento de bacterias alrededor del disco en medio de cultivo sólido, para la ejecución de la técnica se empleó, Ampicilina, Penicilina, Cloranfenicol y Amoxicilina, en las dosis de 500 mg·L⁻¹ con un periodo de incubación de 96 h a 28°C. Los halos fueron observados llevando un registro fotográfico de cada tratamiento [13].

Diseño experimental y análisis estadístico

Para el análisis estadístico de la investigación se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) 4 tratamientos, 8 repeticiones, con 5 unidades experimentales, total 160 gallinas, de los cuales se tomó 4 huevos por repetición, 32 por tratamiento para un total de 320 huevos. El trabajo tuvo una duración de 45 días. Para establecer la diferencia entre medias de tratamientos se aplicó la prueba de rango múltiple Tukey ($P \leq 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis bromatológico del fitobiótico de la harina de orégano

En la TABLA III, el análisis de la composición nutricional revela que la harina de orégano tiene un contenido de humedad del 8,03 %, ceniza 21,33 %, proteína 10,80 %, fibra 23,77 % y el contenido de grasa del 2,19 %. Estos valores indican que la harina de orégano tiene un balance relativamente bajo de humedad y grasa en comparación con otros productos. Esto podría significar que la harina de orégano es una opción relativamente baja en grasas y que contiene una cantidad moderada de humedad. Este tipo de análisis es importante para comprender las características nutricionales y culinarias de un producto como la harina de orégano. La harina de orégano contiene una cantidad significativa de compuestos de origen biológico, como proteínas, carbohidratos, grasas y otros nutrientes esenciales.

TABLA III
Características bromatológicas (% en base seca) de la harina de orégano

| Análisis | Porcentaje |
|----------|------------|
| Humedad | 8,03 |
| Ceniza | 21,33 |
| Proteína | 10,80 |
| Fibra | 23,77 |
| Grasa | 2,19 |

La harina de orégano, con un 10,80 % de proteínas apoya la formación de tejidos y la producción de huevos, 23,77 % de fibra contribuye a la salud digestiva y mejora la eficiencia alimentaria y un 2,19 % de grasa este bajo contenido de grasa ayuda a mantener un equilibrio energético y evita problemas de obesidad, haciendo del orégano un suplemento nutritivo que puede mejorar la calidad de la dieta avícola, esto lo respalda investigaciones de Cedeño [14] donde obtuvo valores similares de macronutriente el mayor contenido de proteína se obtuvo en las hojas con 18,61 % y 19,58 %, carbohidratos totales, en el orégano.

Los resultados del estudio sugieren que la harina de orégano incrementa significativamente los valores de proteína y grasa en huevo como se muestra en el T3 (1,5 % del nutraceútico). En estudios previo Fukalova, y cols. [15] dichos autores hallaron valores similares de proteína y grasa en huevos orgánicos de la misma manera Quitral y cols. [16] encontraron un incremento en el contenido nutricional de los huevos.

Análisis bromatológico de la dieta

En la TABLA IV, del análisis bromatológico con diferentes porcentajes de harina de orégano, presento el mayor porcentaje de humedad en el T3 con (11,87) en proteína en base húmeda (21,50 %), correspondiente, en grasa base húmeda (8,39 %), en ceniza con valores de (8,58 %) en base húmeda, y fibra cruda con (37,14 %). El T0 tiene los valores de humedad (10,92 %), de proteína (20,30 %), respectivamente grasa con (2,77 %), también ceniza con (13,40 %) y fibra cruda con los valores de (36,14). Respectivamente el T1 con (11,01 %) de humedad, la proteína (20,35 %), en grasa con (2,16 %), ceniza con el valor de (14,20 %) y la fibra cruda (36,16 %). y como último el T2 tiene los valores de humedad (10,30 %), la proteína tiene (20,35 %), en grasa (2,52 %) y también la fibra cruda (38,00 %)

TABLA IV
Bromatología de las dietas (% en base seca) de la harina de orégano

| Tratamientos | T0 (0%) | T1 (0,5%) | T2 (1,0%) | T3 (1,5%) |
|--------------|---------|-----------|-----------|-----------|
| Humedad | 10,92 | 11,01 | 10,30 | 11,87 |
| Proteína | 20,30 | 20,35 | 20,00 | 21,50 |
| Grasa | 2,77 | 2,16 | 2,52 | 8,39 |
| Ceniza | 13,40 | 14,20 | 15,00 | 8,58 |
| Fibra Cruda | 36,14 | 36,16 | 38,00 | 37,14 |

Análisis bromatológico de los huevos (%)

En la TABLA V, se observa que el tratamiento T0 presenta el mayor porcentaje de humedad (75,34 %), proteínas en base seca (55,00 %), grasa en base seca (32,36 %) y cenizas (4,00 %). Le sigue el tratamiento T1, con una humedad de (74,95 %), proteínas en base seca (60,00 %), grasa en base seca (27,45 %), cenizas (5,55 %). El tratamiento T3 presenta una humedad de (74,30 %), proteínas en base seca (60,00 %), grasa en base seca (34,77 %), cenizas en base seca (4,00 %). Finalmente, el tratamiento T2 muestra una humedad de (73,72 %), proteínas en base seca (58,59 %), grasa en base seca (31,77 %), cenizas en base seca (5,00 %).

TABLA V
Análisis bromatológicos de los huevos (% en base seca) de la harina de orégano

| Tratamientos | T0 (0%) | T1 (0,5%) | T2 (1,0%) | T3 (1,5%) |
|--------------|---------|-----------|-----------|-----------|
| Humedad | 75,3460 | 74,9536 | 73,7214 | 74,3023 |
| Proteína | 55,00 | 60,00 | 58,59 | 60,00 |
| Grasa | 32,36 | 27,45 | 31,77 | 34,77 |
| Ceniza | 4,00 | 5,55 | 5,00 | 4,00 |

Producción de huevos

En la TABLA VI, del estudio realizado, se identificaron diferencias significativas en el porcentaje de la producción de huevos en relación con los distintos porcentajes de harina de orégano incluidos en la dieta de las gallinas. Estas variaciones reflejan claramente el impacto que estos elementos alimenticios tienen en la producción avícola. A lo largo de las seis semanas del estudio, La desviación estándar muestra la dispersión de los datos alrededor de la media; un valor más alto indica mayor variabilidad. En la Semana 1, el tratamiento T2 (1,0 %) tiene un valor medio de 29 y una desviación estándar de 4,87, lo que sugiere una mayor variabilidad en comparación con T3 (1,5 %), que tiene una desviación estándar de 2,20. Al comparar tratamientos, tanto los valores medios como las desviaciones estándar permiten evaluar la efectividad y consistencia. En la Semana 5, T2 (1,0 %) muestra un rendimiento relativamente alto y consistente con un valor medio de $24 \pm 3,45$, lo que podría indicar un desempeño superior respecto a otros tratamientos.

Los resultados de producción reflejaron diferencias significativas entre tratamientos y semanas, en especial el T3, que tuvo el mayor índice de producción a diferencia al resto, resultados similares a

TABLA VI
Producción de huevos semanales (% en base seca) de la harina de orégano

| Tratamientos | Semanas | | | | | |
|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| T0 (control) | 30 \pm 2,33 | 19 \pm 3,37 | 15 \pm 4,70 | 10 \pm 5,13 | 9 \pm 3,60 | 17 \pm 6,16 |
| T1 (0.5%) | 28 \pm 3,20 | 22 \pm 3,93 | 10 \pm 2,53 | 14 \pm 3,69 | 16 \pm 2,59 | 12 \pm 2,26 |
| T2 (1.0%) | 29 \pm 4,87 | 27 \pm 2,60 | 14 \pm 3,38 | 15 \pm 3,37 | 24 \pm 3,45 | 14 \pm 2,60 |
| T3 (1.5%) | 32 \pm 2,20 | 18 \pm 3,59 | 16 \pm 2,20 | 12 \pm 4,19 | 9 \pm 2,92 | 24 \pm 4,90 |

los expresados por [17] donde la suplementación con Aceite de orégano dio un incremento en la producción y peso del huevo en comparación al tratamiento control esto lo confirma [18] quienes obtuvieron un incremento de la producción al suplementar la dieta de gallinas con harina de orégano mientras que [19] donde al suplementar con orégano aumento el peso corporal de los pollos de engorde y la producción de huevos de las gallinas en aproximadamente un 7 % y un 10 %, respectivamente, así como mejorar la calidad de la carne y los huevos.

Pesos de huevos

La TABLA VII, presenta los resultados de un estudio que evaluó cuatro tratamientos (T0, T1, T2 y T3) a lo largo de seis semanas, mostrando tanto los valores medios como las desviaciones estándar. El grupo de control (T0) presenta un valor medio de 56,48 en la semana 1, con una alta desviación estándar de 20,78, lo que indica gran variabilidad. El tratamiento T1 (0,5 %) comienza con un valor medio de 57,55, pero muestra una notable disminución a 48,1 en la semana 6, con desviaciones estándar que oscilan entre 4,27 y 28,45, lo que sugiere variabilidad en la respuesta. El tratamiento T2 (1,0 %) se destaca por sus valores medios consistentes, alcanzando 62,63 en la semana 5 con una baja desviación estándar de 4,28, lo que indica un buen rendimiento y estabilidad. Por otro lado, el tratamiento T3 (1,5 %) presenta un valor medio bajo de 32,73 en la semana 2, con alta variabilidad, aunque recupera valores más consistentes en las semanas siguientes. En general, T2 parece ser el tratamiento más efectivo y consistente, mientras que T1 y T3 muestran variabilidad en sus resultados.

Color de la yema del huevo de gallina

En el análisis del color de la yema de huevos de gallinas, como se puede observar que el (T3 1,5 %) (10) tiene un mayor porcentaje de color en la yema, en la escala de Roche, mientras que, en los T1(0,5 %), T2(1,0 %) y T3(1,5 %), presentaron menor intensidad

de color en la yema de huevo de valor 9, en escala de Roche, como se puede ver en la TABLA VIII.

La escala de Roche dio como resultado que a mayor inclusión de orégano se obtiene una mayor pigmentación en la yema de huevo esto coincide con lo reportado por otros autores [20, 21], quienes indican que al suplementar diferentes niveles de extracto de achiote (*Bixa orellana*) obtuvieron una mayor pigmentación en huevos de codorniz en el tratamiento con mayor inclusión a diferencia del resto de los tratamientos.

Análisis microbiológico

Cuantificación de bacterias coliformes

En la FIG. 2, el crecimiento de colonias de coliformes en el (día 0), el tratamiento T2 exhibió una concentración inferior de coliformes en comparación con los tratamientos T3, T0 y T1. A los 15 d, el tratamiento T3 registró una disminución significativa en el número de unidades formadoras de colonias (UFC) de coliformes, estableciéndose por debajo de las concentraciones observadas en los tratamientos T2, T1 y T0. Para el d 30, se constató una notable reducción en la presencia de colonias de coliformes asociada al tratamiento 3, sugiriendo una eficacia elevada en la inhibición del crecimiento bacteriano. Al alcanzar el d 45, los tratamientos T3 y T1 demostraron los niveles más bajos de contaminación por coliformes indicando una potencial efectividad superior en la mitigación de esta bacteria.

Cuantificación de mesófilos aerobios

En la FIG. 3, se destaca que el tratamiento T1 mostró la menor concentración de mesófilos en el d 0, lo que indica una respuesta inicial favorable. A los 15 d, el tratamiento T2 fue el más eficaz, logrando una reducción significativa en las unidades formadoras de colonias (UFC) de mesófilos. En el d 30, el tratamiento T3,

TABLA VII
Peso del huevo (% en base seca) de la harina de orégano

| Tratamientos | Semanas | | | | | |
|--------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| T0 (control) | 56,48 ± 20,78 | 39,38 ± 26,34 | 56,48 ± 7,44 | 56,73 ± 7,37 | 58,95 ± 4,67 | 59,03 ± 4,96 |
| T1 (0,5 %) | 57,55 ± 18,28 | 56,28 ± 4,27 | 57,55 ± 5,67 | 59,80 ± 5,32 | 58,5 ± 10,97 | 48,10 ± 28,45 |
| T2 (1,0 %) | 59,15 ± 15,20 | 58,23 ± 4,78 | 59,15 ± 5,02 | 60,65 ± 4,75 | 62,63 ± 4,28 | 59,03 ± 17,86 |
| T3 (1,5 %) | 57,50 ± 27,13 | 32,73 ± 28,60 | 57,50 ± 5,66 | 58,10 ± 5,71 | 58,98 ± 4,09 | 57,55 ± 4,48 |

TABLA VIII
Color de yema de huevo de gallinas con la escala de Roche (% en base seca) de la harina de orégano

| Tratamientos | Pigmentación | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| T0 (0 %) | | | | | | | | x | | | | | |
| T1 (0,5 %) | | | | | | | | | x | | | | |
| T2 (1,0 %) | | | | | | | | | x | | | | |
| T3 (1,5 %) | | | | | | | | | | x | | | |

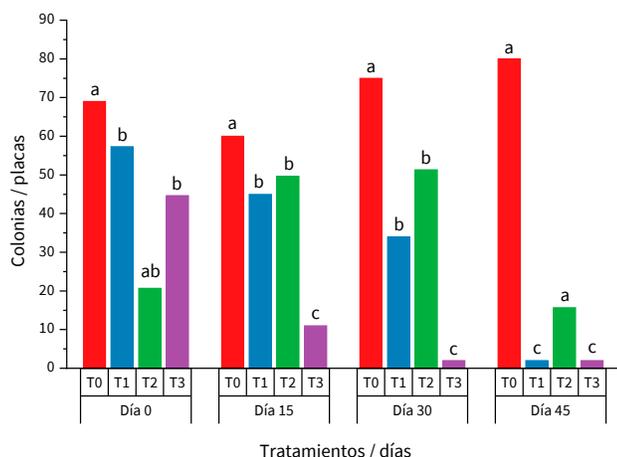


FIGURA 2. Efecto de tratamientos sobre el crecimiento bacteriano de coliformes. Crecimiento bacteriano de coliformes sometidos a cuatro tratamientos con porcentajes diferentes de harina de orégano T0(0 %), T1(0,5 %), T2(1,0 %) y T3(1,5%). Diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios

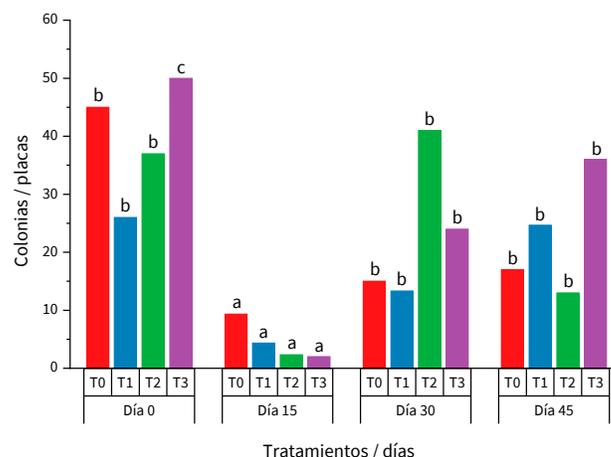


FIGURA 4. Efecto de tratamientos sobre el crecimiento de mohos y levaduras. Crecimiento bacteriano de mesófilos sometidos a cuatro tratamientos con porcentajes diferentes de harina de orégano T0(0 %), T1(0,5 %), T2(1,0 %) y T3(1,5%). Diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios

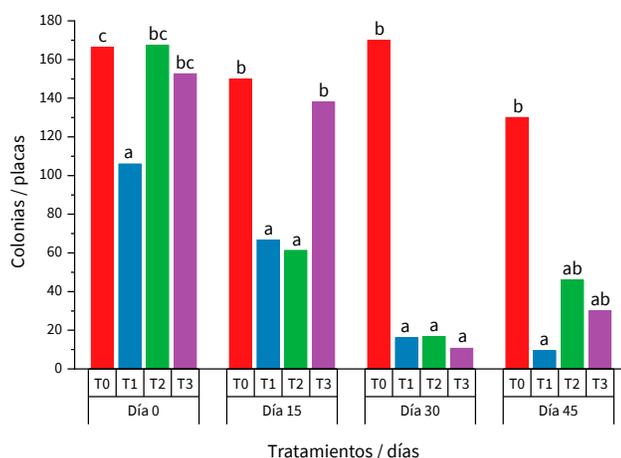


FIGURA 3. Efecto de tratamientos sobre el crecimiento bacteriano de Mesófilos. Crecimiento bacteriano de mesófilos sometidos a cuatro tratamientos con porcentajes diferentes de harina de orégano T0(0 %), T1(0,5 %), T2(1,0 %) y T3(1,5%). Diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios

evidenció una notable disminución en la presencia de colonias, lo que resalta la efectividad de T1, T2 y T3. Finalmente, al d 45, tanto los tratamientos T1 como T3 lograron los niveles más bajos de contaminación por mesófilos, demostrando su capacidad superior para controlar el crecimiento bacteriano en comparación con los otros tratamientos.

Cuantificación de la presencia de mohos y levaduras

En la FIG. 4, se muestra la evolución de la concentración (UFC·g⁻¹) en los diferentes tratamientos en los diferentes periodos de tiempo. El tratamiento T0, que sirve como control, presenta una concentración elevada de UFC·g⁻¹ desde el d 0 hasta el d 45 manteniéndose constante en el periodo de estudio. En contraste, el tratamiento T1 muestra una reducción en la concentración

de mohos y levaduras en los d 15 y 30, pero experimenta un incremento notable en el d 45. El tratamiento T2 destaca por una disminución continua en la concentración de UFC·g⁻¹ en los d 15, 30 y 45, indicando una reducción efectiva en la población bacteriana a lo largo del tiempo. Por su parte, el tratamiento T3 muestra una disminución en el d 15, seguida de un aumento en el día 30, y finalmente una reducción significativa en el d 45.

Actividad antimicrobiana

En el TABLA XII los ensayos de inhibición revelaron una notable susceptibilidad de los antibióticos de amplio espectro comerciales (Cloranfenicol, Amoxicilina, Penicilina y Ampicilina) frente a la cepa bacteriana evaluada. Estos hallazgos exhibieron una tendencia creciente a partir del día 15 del experimento, culminando en los resultados más prometedores observados para el Cloranfenicol a los 45 d posteriores al inicio del tratamiento.

El antibiograma reflejo resistencia de diferentes tipos de antibióticos comerciales, en cuanto a la cepa bacteriana de coliformes obtenidas en los análisis microbiológicos de la parte externa del huevo, según los estudio realizados previamente [22, 23], el análisis de resistencia antimicrobiana de 23 aislamientos de *Escherichia coli*, presentaron mayor resistencia a la penicilina

TABLA XII
Resultados de antibiograma bacteriológico realizado a las cepas de microorganismos aislados

| Antibiótico | Inhibición | | | |
|---------------|------------|---------|---------|---------|
| | 0 días | 15 días | 30 días | 45 días |
| cloranfenicol | + | + | + | + |
| amoxicilina | + | + | + | + |
| penicilina | + | + | + | + |
| ampicilina | - | + | - | + |

con el 100 % y la ampicilina con el 95,7 %, ambos del grupo correspondientes a los betalactámicos esto también lo confirma [24] al obtener resistencia a antibióticos al hacer una asociación de antibióticos sobre *Salmonella* spp. y *E. coli* obtenidas en huevo.

CONCLUSIONES

El análisis bromatológico del fitobiótico a base de harina de orégano demuestra su potencial como un ingrediente valioso en la nutrición animal. Su aporte en nutrientes esenciales y compuestos bioactivos lo posiciona como una opción prometedora para mejorar la alimentación, el bienestar animal y la calidad del huevo.

En cuanto a las propiedades físicas y la calidad interna de los huevos, no se observaron cambios significativos entre los tratamientos evaluados, lo que confirma que el uso del fitobiótico no compromete los estándares de calidad del producto final.

Los análisis microbiológicos revelaron una reducción progresiva en las poblaciones de microorganismos como coliformes, mohos, levaduras y mesófilos a lo largo del estudio, evidenciando un efecto antimicrobiano notable del fitobiótico.

El fitobiótico podría ser una alternativa eficaz en el control de *Escherichia coli* en huevos de gallinas Hy-Line Brown, destacando frente a la limitada respuesta de la penicilina en este contexto. Estos hallazgos subrayan la importancia de explorar soluciones naturales para mejorar la seguridad alimentaria y promover prácticas sostenibles en la producción avícola.

Conflicto de Interés

Los autores certifican la no existencia de intereses en el presente artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Murillo NDC, Juárez DJM. Análisis de zona libre para Avícola Río Amarillo. [tesis de grado en Internet]. Tegucigalpa (Honduras): Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC; 2023 [consultado 10 Nov. 2024]. 73 p. Disponible en: <https://goo.su/6MAyJ>
- [2] Soler FD, Fonseca CJ. Producción sostenible de pollo de engorde y gallina ponedora campesina: revisión bibliográfica y propuesta de un modelo para pequeños productores. Rev. Investig. Agrar. Ambiental [Internet]. 2011; 2(1):29-43. doi: <https://doi.org/pbq3>
- [3] Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE). Estadísticas Publicas: Información Sector Avícola. [Internet]. 2019 [Consultado 16 Nov. 2024]. Disponible en: <https://goo.su/n7wX00>
- [4] Palma-Avellán AM, Sabando-Mendoza ER. Producción y consumo avícola en Manabí. Una comparación interna entre demanda y consumo. 593 Digital Publisher CEIT [Internet]. 2023;8(3):777-793. doi: <https://doi.org/pbq4>
- [5] Morales-Rey DM. Formulación del alimento balanceado para gallinas ponedoras White Leghorn L₃₃ con minimización del uso de soja en la ración. REDVET [Internet]. 2012 [consultado 22 Oct. 2024]; 13(7):1-11. Disponible en: <https://goo.su/QWPM5>
- [6] Réhault-Godbert S, Guyot N, Nys Y. The golden egg: nutritional value, bioactivities, and emerging benefits for human health. Nutrients [Internet]. 2019; 11(3):684. doi: <https://doi.org/gf98zq>
- [7] Pinteá A, Dulf F, Bunea A, Matea C, Andrei S. Comparative analysis of lipophilic compounds in eggs of organically raised ISA Brown and Araucana hens. Curr. Chem. Pap. [Internet]. 2012; 66(10):955-963. doi: <https://doi.org/pbq5>
- [8] Abdel-Wareth AAA, Lohakare J. *Moringa oleifera* leaves as eco-friendly feed additive in diets of Hy-Line Brown hens during the late laying period. Animals [Internet]. 2021; 11(4):1116. doi: <https://doi.org/gmdv49>
- [9] Chen L, Remondetto GE, Subirade M. Food protein-based materials as nutraceutical delivery systems. Trends Food Sci. Technol. [Internet]. 2006; 17(5):272-283. doi: <https://doi.org/cqs69k>
- [10] Gul K, Singh AK, Jabeen R. Nutraceuticals and functional foods: the foods for the future world. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. [Internet]. 2016; 56(16):2617-2627. doi: <https://doi.org/gkrmrc>
- [11] Nwosu OK, Ubaoji KI. Nutraceuticals: history, classification and market demand. En: Egbuna C, Dable Tupas G, editors. Functional foods and nutraceuticals: bioactive components, formulations and innovations [Internet]. Cham (Switzerland): Springer International Publishing; 2020 [consultado 8 Nov. 2023]. p. 13-22. doi: <https://doi.org/pbq6>
- [12] El-Sabrouh K, Khalifah A, Mishra B. Application of botanical products as nutraceutical feed additives for improving poultry health and production. Vet. World [Internet]. 2023; 16(2):369-379. doi: <https://doi.org/pbq7>
- [13] Ramírez SY, Peñuela-Sierra LM, Ospina MA. Effects of oregano (*Lippia origanoides*) essential oil supplementation on the performance, egg quality, and intestinal morphometry of Isa Brown laying hens. Vet. World [Internet]. 2021; 14(3):595-602. doi: <https://doi.org/pbq8>
- [14] Cedeño Moreira AV, Canchignia Martínez HF. Empleo de bacterias como alternativa de biorremediación en suelos contaminados con mercurio (Hg), Zinc (Zn), aluminio (Al) y cobre (Cu) con empleo de bacterias. [tesis de grado en Internet]. Quevedo (Perú): Universidad Técnica Estatal de Quevedo; 2022 [consultado 22 Sep. 2024]. 79 p. Disponible en: <https://goo.su/nxtzs1Y>
- [15] Fukalova T, Brito G, Novoa C, Sagñay T, Samaniego E, Tacán P, Tapia C. Análisis comparativo de las propiedades fisicoquímicas y capacidad antioxidante de un morfotipo de orégano (*Origanum vulgare* L.) cultivado en dos localidades de la sierra ecuatoriana. Siembra [Internet]. 2021; 8(1):1-10. doi: <https://doi.org/pbrc>

- [16] Quitral V, Donoso ML, Acevedo N. Comparación físico-química y sensorial de huevos de campo, orgánicos y comerciales. RESPYN [Internet]. 2009 [consultado 19 Sep. 2024]; 10(2):1-11. Disponible en: <https://goo.su/Bt7gy3>
- [17] Rojas V, Callacná M. Fuente y nivel de suplementación con selenio en gallina de postura comercial. Agroind. Sci. [Internet]. 2019; 9(2):155-162. doi: <https://doi.org/pbrn>
- [18] Reyes-Jacinto AS. Efecto de microminerales orgánicos en la producción y calidad de huevo de gallina de postura comercial de 80-90 semanas. [tesis de grado en Internet]. Trujillo (Perú): Universidad Privada Antenor Orrego; 2021 [consultado 22 Sep. 2024]. 68 p. Disponible en: <https://goo.su/UJarXQy>
- [19] Pujada Abad H, Vega-Vilca J, Velásquez Vergara C, Palacios-Rodríguez B. Niveles de orégano (*Origanum vulgare*) en la dieta y su influencia en el rendimiento productivo del pollo de engorde. Rev. Investig. Vet. Perú. [Internet]. 2019; 30(3):1077-1082. doi: <https://doi.org/pbr>
- [20] Salazar-Bell I, Martínez-Aguilar Y, Rodríguez-Bertot R, Olmo-González C, Aroche-Ginarte R, Pupo-Torres G, Nava OR, Más-Toro D. Efecto de la suplementación dietética con polvo mixto de plantas medicinales en la productividad y calidad del huevo de gallinas ponedoras. Rev. Prod. Anim. [Internet]. 2017; [consultado 12 Sep. 2024]; 29(3):1-5. Disponible en: <https://goo.su/X4lApp>
- [21] Guevara-Orellana RG. Pigmentación de huevos de codorniz japónica (*Coturnix coturnix japónica*) con diferentes niveles de extracto de achiote (*Bixa Orellana* L). [tesis de grado en Internet]. Manta (Ecuador): Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. 2023 [consultado 22 Oct. 2024]. 46 p. Disponible en: <https://goo.su/1yLZg>
- [22] Guier-Serrano M, Davidovich-Young G, Wong-González E, Cubero-Castillo E. Calidad microbiológica y fisicoquímica y sabor de huevos de gallina de producción convencional o pastoreo. Agron. Mesoam. [Internet]. 2022 [consultado 23 Sep. 2024]; 33(1):1-18. Disponible en: <https://goo.su/uMZfS2>
- [23] Osuna-Chávez RF, Molina-Barrios RM, Munguía-Xóchihua JA, Hernández-Chávez JF, López-León JB, Acuña-Yanes M, Fernández-Martínez VA, Robles-Mascareño J, Icedo-Escalante JGA. Resistencia antimicrobiana de *Gallibacterium anatis* aisladas de gallinas de postura comercial en Sonora, México. Rev. Mex. Cienc. Pecu. [Internet]. 2017; 8(3):305-312. doi: <https://doi.org/pbr2>
- [24] Juez-García M, Alvarez-Sánchez J, Sotodosos-Carpintero M, Ugarte-Ruiz M. Asociación entre resistencia a antibióticos y serotipos en Salmonella de transmisión alimentaria. REMASP 2020; 4(5):1-8.