

UNIVERSIDAD
CIENTÍFICA
DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y VETERINARIAS
CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

“EFECTO DE UN DIFUSOR DEL ANÁLOGO DE LA SECRECIÓN DE LA
GLÁNDULA UROPIGEAL DE LA GALLINA MADRE SOBRE LOS
ÍNDICES PRODUCTIVOS Y RETRIBUCIÓN ECONÓMICA EN POLLOS
DE ENGORDE”

Tesis para optar por el título profesional de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Presentado por:

CLAUDIA ESTEFANÍA NUÑEZ SHIGETOMI

Asesor:

Connie Gallardo Vela

Lima-Perú

2019

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 17:00 horas del 04 de octubre de 2019, en las instalaciones del aula K-104 (Villa 2) de la Universidad Científica del Sur, los miembros del Jurado de Tesis nombrado por **Resolución Directoral Académica de Carrera N° 092-DACMVZ-DAFCVB-U. CIENTÍFICA-2019**, integrado por:

1. **DR. MANUEL EFRAÍN ROSEMBERG BARRÓN** : **Presidente**
2. **M.G. CARLOS ALBERTO CABALLERO MONTAÑEZ** : **Miembro**
3. **EC. JORGE JUAN SARRIA BARDALES** : **Miembro**
4. **DRA. CONNIE GALLARDO VELA** : **Miembro (Asesora)**

Se reunieron para dar lugar a la sustentación de la tesis titulada **“EFECTO DE UN DIFUSOR ANÁLOGO DE LA SECRECIÓN DE LA GLÁNDULA UROPIGEAL DE LA GALLINA MADRE SOBRE LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS Y RENTABILIDAD ECONÓMICA EN POLLOS DE ENGORDE”**, que presenta la Bachiller en MVZ, **NUÑEZ SHIGETOMI, CLAUDIA ESTEFANÍA**, cumpliendo con los requisitos exigidos para la obtención del Título Profesional de Médico Veterinario Zootecnista.

Terminada la sustentación, el Jurado luego de deliberar, acuerda:

APROBAR **X**

DESAPROBAR

La tesis, con el calificativo de ... *Diecisiete* ... (17) y eleva la presente Acta al Director Académico de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, dando conformidad del acto público de sustentación.



MANUEL EFRAÍN ROSEMBERG BARRÓN
Presidente



CARLOS ALBERTO CABALLERO MONTAÑEZ
Miembro



JORGE JUAN SARRIA BARDALES
Miembro



CONNIE GALLARDO VELA
Asesora

DEDICATORIA

A mis padres.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa CHEMIE S.A. por confiar en mí para realizar esta investigación.

Al Dr. Pablo Reyna (Q.E.P.D.), por ser mi director de tesis apoyarme al inicio de este proyecto de investigación.

A la Dra. Connie Gallardo, por haber sido mi directora de tesis, por apoyarme y guiarme para terminar la tesis.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto difusor del análogo de la secreción de la glándula uropigial de la gallina madre (MHUSA) sobre los índices productivos y retribución económica en pollos de engorde. Para el estudio se realizaron dos experimentos, los cuales fueron ejecutados en diferentes etapas. Experimento 1 – pollos machos fue realizado en el mes de junio del 2018 y el Experimento 2 – hembras en agosto del 2018. Se utilizaron 8 galpones, en cada galpón se acondicionó un corral de 49m² cercado con malla metálica. En cada experimento, los pollos fueron distribuidos bajo un diseño completamente al azar, considerando dos tratamientos experimentales por experimento. Experimento 1- pollos machos: Tratamiento 1 (control): sin presencia de difusor MHUSA y Tratamiento 2: con difusor MHUSA. Experimento 2-pollos hembras: Tratamiento 1 (control): sin presencia de difusor MHUSA y Tratamiento 2: con presencia de difusor MHUSA. Cada tratamiento tuvo 4 repeticiones con 343 aves por repetición. La ganancia de peso, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia y mortalidad fueron evaluadas semanalmente, la retribución económica se evaluó a los 42 días de edad. Los datos obtenidos fueron analizados utilizando procedimiento GLM del software SAS 9.2, el análisis de normalidad fue evaluado mediante Shapiro Wilk y para comparar los dos tratamientos en cada Experimento se realizó la prueba de T-Student. Se fijó un nivel de significancia de alfa = 0.05. En el Experimento 1, pollos machos la presencia del difusor MHUSA tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad, en comparación con las aves del tratamiento control. En el Experimento 2, en el grupo de pollos hembras, no encontró diferencias significativas ($p > 0.05$) en el consumo de alimento y la conversión alimenticia. En machos y hembras criadas con MHUSA se observó mayor retribución económica comparada con las aves control. El uso de un difusor del análogo de la glándula uropigial en machos mejora los índices productivos. En las hembras el MHUSA mejora la ganancia de peso y disminuye la mortalidad. El uso del MHUSA permite obtener mayor retribución económica al mejorar los índices productivos en pollos de engorde.

Palabras claves: costos, desempeño, feromonas, glándula uropigial, pollos de engorde

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the effect of the mother hen uropigial secretion analogue (MHUSA) on the productive parameters in broiler chickens. Experiment 1 - male chickens was carried out in the month of June 2018 and Experiment 2 - females in August 2018. 8 sheds were used, in each shed a 49m² yard surrounded by metal mesh was fitted. In each experiment, the chickens were distributed under a completely randomized design, considering two experimental treatments per experiment. Experiment 1 - male, Treatment 1 (control): without MHUSA diffuser and Treatment 2: with diffuser MHUSA. Experiment 2 - female, Treatment 1 (control): without the presence of MHUSA diffuser and Treatment 2: with MHUSA diffuser. Each treatment had 4 replications with 343 birds per replication. Weight gain, feed consumption, feed rate conversion and mortality were evaluated weekly. The data obtained were analyzed using the GLM procedure of SAS 9.2 software, the normality analysis was evaluated by Shapiro Wilk and to compare the two treatments in each trial, the T-Student test was performed. The weight gain, feed consumption, feed conversion rate and mortality were evaluated weekly. The economic remuneration was evaluated at the end of the productive campaign. The data obtained were analyzed using the GLM procedure of SAS 9.2 software, the normality analysis was evaluated by Shapiro Wilk and to compare the two treatments in each trial, the T-Student test was used. A significance level of $\alpha = 0.05$ was set. In experiment 1, male chickens the presence of the MHUSA diffuser had a significant effect ($p < 0.05$) on weight gain, feed intake, feed conversion and mortality, compared to the birds in the control treatment. In Experiment 2, in the group of female chickens, no significant differences ($p > 0.05$) were found in feed consumption and feed conversion. In males and females raised with MHUSA, greater economic compensation was observed compared to control birds. The use of a diffuser of the analog of the uropigial gland in males improves the productive indexes. In females, MHUSA improves weight gain and decreases mortality. The use of the MHUSA allows to obtain greater economic remuneration to improve the productive indices in broiler chickens.

Key words: cost, performance, pheromones, uropigial gland, broiler chickens.

**EFFECTO DE UN DIFUSOR DEL ANÁLOGO DE LA SECRECIÓN DE LA GLÁNDULA
UROPIGEAL DE LA GALLINA MADRE SOBRE LOS ÍNDICES PRODUCTIVOS Y
RETRIBUCIÓN ECONÓMICA EN POLLOS DE ENGORDE**

**EFFECTS OF A DIFFUSER OF MOTHER HEN UROPIGIAL SECRETION ANALOGUE ON
PRODUCTIVE EFFICIENT AND ECONOMIC REMUNERATION IN BROILER
CHICKENS**

Análogo de la glándula uropigial en pollos de engorde

Claudia Estefanía Nuñez S.¹, Connie Gallardo V.^{1,2}

¹*Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Científica del Sur. Carretera Panamericana Sur km. 19, Lima 12, Lima, Perú.*

²*Autor correspondiente: Connie Gallardo Vela. Dirección: Carretera Panamericana Sur km. 19, Lima 12. (+511) 6106400 (Anexo 1233). cgallardov@cientifica.edu.pe. <https://www.cientifica.edu.pe>. El artículo científico es derivado de un trabajo de tesis perteneciente a Claudia Estefanía Núñez Shigetomi.*

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto difusor del análogo de la secreción de la glándula uropigial de la gallina madre (MHUSA) sobre los índices productivos y retribución económica en pollos de engorde. Para el estudio se realizaron dos experimentos, los cuales fueron ejecutados en diferentes etapas. Experimento 1 – pollos machos fue realizado en el mes de junio del 2018 y el Experimento 2 – hembras en agosto del 2018. Se utilizaron 8 galpones, en cada galpón se acondicionó un corral de 49m² cercado con malla metálica. En cada experimento, los pollos fueron distribuidos bajo un diseño completamente al azar, considerando dos tratamientos experimentales por experimento. Experimento 1- pollos machos: Tratamiento 1 (control): sin presencia de difusor MHUSA y Tratamiento 2: con difusor MHUSA. Experimento 2-pollos hembras: Tratamiento 1 (control): sin presencia de difusor MHUSA y Tratamiento 2: con presencia de difusor MHUSA. Cada tratamiento tuvo 4 repeticiones con 343 aves por repetición. La ganancia de peso, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia y mortalidad fueron evaluadas semanalmente, la retribución económica se evaluó a los 42 días de edad. Los datos obtenidos fueron analizados utilizando procedimiento GLM del software SAS 9.2, el análisis de normalidad fue evaluado mediante Shapiro Wilk y para comparar los dos tratamientos en cada Experimento se realizó la prueba de T-Student. Se fijó un nivel de significancia de alfa = 0.05. En el Experimento 1, en pollos machos, la presencia del difusor MHUSA tuvo un efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y mortalidad, en comparación con las aves del tratamiento control. En el Experimento 2, en el grupo de pollos hembras, no se encontró diferencias significativas ($p > 0.05$) en el consumo de alimento y la conversión alimenticia. En machos criados con MHUSA se observó mayor retribución económica comparada con las aves control. El uso de un difusor del análogo de la glándula uropigial en machos mejora los índices productivos. En las hembras el MHUSA mejora la ganancia de peso y disminuye la mortalidad. El uso de la MHUSA permite obtener mayor retribución económica al mejorar los índices productivos en pollos de engorde.

Palabras claves: costos, desempeño, feromonas, glándula uropigial, pollos de engorde

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the effect of the mother hen uropigial secretion analogue (MHUSA) on the productive parameters in broiler chickens. Experiment 1 - male chickens was carried out in the month of June 2018 and Experiment 2 - females in August 2018. 8 sheds were used, in each shed a 49m² yard surrounded by metal mesh was fitted. In each experiment, the chickens were distributed under a completely randomized design, considering two experimental treatments per experiment. Experiment 1-male, Treatment 1 (control): without MHUSA diffuser and

Treatment 2: with diffuser MHUSA. Experiment 2-female, Treatment 1 (control): without the presence of MHUSA diffuser and Treatment 2: with MHUSA diffuser. Each treatment had 4 replications with 343 birds per replication. Weight gain, feed consumption, feed rate conversion and mortality were evaluated weekly. The data obtained were analyzed using the GLM procedure of SAS 9.2 software, the normality analysis was evaluated by Shapiro Wilk and to compare the two treatments in each trial, the T-Student test was performed. The weight gain, feed consumption, feed conversion rate and mortality were evaluated weekly. The economic remuneration was evaluated at the end of the productive campaign. The data obtained were analyzed using the GLM procedure of SAS 9.2 software, the normality analysis was evaluated by Shapiro Wilk and to compare the two treatments in each trial, the T-Student test was used. A significance level of $\alpha = 0.05$ was set. In experiment 1, male chickens the presence of the MHUSA diffuser had a significant effect ($p < 0.05$) on weight gain, feed intake, feed conversion and mortality, compared to the birds in the control treatment. In Experiment 2, in the group of female chickens, no significant differences ($p > 0.05$) were found in feed consumption and feed conversion. In males raised with MHUSA, greater economic compensation was observed compared to control birds. The use of a diffuser of the analog of the uropigial gland in males improves the productive indexes. In females, MHUSA improves weight gain and decreases mortality. The use of the MHUSA allows to obtain greater economic remuneration to improve the productive indices in broiler chickens.

Key words: cost, performance, pheromones, uropigial gland, broiler chickens.

INTRODUCCIÓN

El potencial genético de los pollos de engorde permite su adaptación a diferentes sistemas de crianza, sin embargo, a pesar de que tienen un gran potencial genético son sometidos a diferentes factores de estrés que pueden afectar su desempeño productivo, generando pérdidas económicas para el productor. Cuando ocurren situaciones de estrés en las aves, se produce una cascada de respuestas hacia el factor estresante y esto puede afectar su desarrollo productivo y su estado de salud.

La glándula uropigial en las aves es una glándula productora de feromonas, que se encuentra en la región del sinsacro por arriba de las vértebras caudales y se encarga de sintetizar una sustancia lubricante que está compuesta por fosfolípidos, glicolípidos, mucinas ácidas, ácidos grasos, etc., que tiene función hidrofóbica y que sirve para la higiene del plumaje y piel de las aves, controlando los hongos, bacterias y ectoparásitos (Salibian y Montalti, 2009).

Las feromonas son sustancias producidas por un animal, que son liberadas hacia el exterior, las cuales serán captadas por los receptores de otro animal de la misma especie, generando una reacción específica de este, un comportamiento definido o un proceso de desarrollo (Karlson y

Lüscher, 1959). Estas pueden de ser percibidas en diferentes formas y pueden llegar a diferenciar, ya sean de manera olfatoria, oral y por quimiorreceptores, cuando se encuentran a grandes distancias, lo cual depende en gran porcentaje sobre la especie que se trate (Madec *et al.*, 2008). Trabajos realizados en marranas utilizando feromonas sintéticas extraídas de cerdos disminuyó el estrés al reducir los niveles de cortisol sanguíneo, mejorando la ganancia de peso, consumo de alimento y la conversión alimenticia (McGlone y Anderson, 2002). Madec *et al.* (2008; 2009) evaluaron a pollos de engorde sometidos a estrés y criados en ambientes con feromonas sintéticas aisladas de la glándula uropigial de gallinas, encontrando que las aves criadas con las feromonas presentaron mayor reducción de estrés, mostrando mayor ganancia de peso y menor conversión alimenticia en comparación con aquellas aves que no se encontraron en contacto con las feromonas. Sin embargo, son escasos los estudios que involucran la relación directa de las feromonas sintéticas sobre los índices productivos en los pollos de engorde en diferentes sexos en granjas comerciales, así se pretende determinar el efecto del análogo de la secreción de la glándula uropigial de la gallina madre sobre los índices productivos en pollos de engorde.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones de una granja avícola comercial, ubicada en el distrito de Lurín, provincia y departamento de Lima. El estudio se llevó a cabo en dos partes primero se realizó el Experimento 1, utilizando pollos machos, el cual inició en junio del 2018 y el Experimento 2, se realizó con hembras en agosto del 2018.

Animales y alimentación

Con la finalidad de no afectar las actividades rutinarias de la granja y dentro de cada galpón, se instaló un corral de 49 m², considerando 7 aves por m², así en cada corral se alojó a 343 aves. El tamaño del corral se consideró para poder instalar el difusor en los techos del galpón. Los difusores utilizados tenían un radio de acción de 49 m². Cada uno de los corrales tuvo bebederos y comederos individuales para cada fase de crianza.

Los pollos fueron distribuidos en dos Experimentos experimentales. Experimento 1, fue realizado en pollos machos y el Experimento 2, en pollos hembras. Como criterio de inclusión en ambos Experimentos se consideró pesos iniciales promedios de 46 ± 2 g., aves con ombligo completamente cicatrizado y sin abdomen abultado. Como criterio de exclusión se consideró a las aves con pesos inferiores a los mencionados y con ombligo abierto. Los galpones empleados donde se colocaron los corrales se encontraban bajo el mismo control de temperatura y humedad, las cuales fueron registrados diariamente. Todas las aves recibieron el mismo programa de manejo desde el día 1 a los 42 días de edad. Las aves recibieron un programa sanitario de limpieza, desinfección y

fumigación, así como un programa de vacunación recomendado para la zona, siguiendo los protocolos que normalmente se emplean bajo las condiciones de granja. Las aves fueron vacunadas en la incubadora al primer día de edad contra las enfermedades de Gumboro, Newcastle y Bronquitis infecciosa.

La alimentación y el agua de bebida fue *ad-libitum* y se siguió el programa de luz recomendada por la Guía de Ross 308 (2014). Las aves fueron alimentadas con una dieta basal de acuerdo con las recomendaciones de la línea Ross 308 para cada sexo y fase de crianza (Cuadro 1).

Cuadro 1. Dietas utilizadas en el Experimento 1 (machos) y el Experimento 2 (hembras) en diferentes fases de crecimiento

Ingredientes	Experimento 1 - Machos			Experimento 2 - Hembras		
	Inicio	Crecimiento	Acabado	Inicio	Crecimiento	Acabado
Maiz 8%	59.48	60.21	64.56	60.74	61.63	64.52
Torta de soya	26.78	27.12	22.48	25.76	26.32	24.44
Soya integral	7.21	6.16	6.53	7.38	6.09	5.39
Aceite de soya	2.47	2.43	2.55	2.32	2.40	2.38
Fosfato dicálcico	1.58	1.59	1.43	1.46	1.22	1.03
Carbonato de calcio	0.84	1.01	0.94	0.88	0.87	0.8
Sal común	0.36	0.35	0.35	0.32	0.30	0.29
Bicarbonato de sodio	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Cloruro de colina	0.09	0.1	0.12	0.08	0.11	0.10
L-Lisina HCL	0.33	0.22	0.23	0.26	0.25	0.25
DL-Metionina	0.32	0.28	0.26	0.27	0.29	0.26
Treonina	0.09	0.08	0.10	0.08	0.07	0.09
Secuestrante de micotoxina	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Zinc bacitracina	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Coccidiostato	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Premix vitaminas y minerales ^{1,2,3}	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Composición nutricional calculada						
Proteína bruta (%)	21.27	20.03	19.12	21.20	19.81	18.98
Energía metabolizable (kcal/kg)	3020	3110	3200	3050	3150	3190
Fibra bruta (%)	3.30	3.15	3.01	3.18	3.04	2.98
Extracto etéreo (%)	5.97	7.10	6.51	5.98	6.13	6.6
Sodio (%)	0.21	0.20	0.20	0.21	0.2	0.2
Potasio (%)	0.81	0.77	0.73	0.80	0.77	0.74
Cloro (%)	0.27	0.26	0.25	0.27	0.26	0.25
Ácido linoleico (%)	3.64	4.22	4.30	3.62	4.20	4.03

¹Premix vitamina y minerales inicio: Ácido fólico 1400000 mg/kg, ac. pantoténico 1600 mg/kg, biotina 12 000 mg/kg, Cu 1260 0000 mg/kg, colina 70 g/kg, Fe 10.5 g/kg, I 252 mg/kg, Mn 12.6 g/kg, niacina 6000 mg/kg, selenio 80 mg/kg, Vit. A 1.600,000 UI/kg, Vit. B1 600000 mg/kg, Vit. B12 2.000,00 mcg/kg, Vit B2 800,00 mg/kg, Vit B6 400,000 mg/kg, VitD3 400.000,00 UI/kg, Vit E 3.000 mg/kg, Vit. K 400,000 mg/kg, Zn 12600g/kg.

²Premix vitamina y minerales crecimiento: Ácido fólico 100 0000 mg/kg, ac. pantoténico 1600 mg/kg, biotina 6000 mg/kg, Cu 1220 0000 mg/kg, colina 60 g/kg, Fe 10.1 g/kg, I 243 mg/kg, Mn 12.6 g/kg, niacina 5000 mg/kg, selenio 70 mg/kg, Vit. A 1.280,000 UI/kg, Vit. B1 400000 mg/kg, Vit. B12 1.700,00 mcg/kg, Vit B2 800 mg/kg, VitB6 400,000 mg/kg, VitD3 350.000,00 UI/kg, Vit E 2.500 mg/kg, Vit. K 300,000 mg/kg, Zn 12600g/kg.

³Premix vitamina y minerales acabado: Ácido fólico 1000000 mg/kg, ac. pantoténico 1400 mg/kg, biotina 6000 mg/kg, Cu 2000,0000 mg/kg, colina 50 g/kg, Fe 16.50 g/kg, I 400 mg/kg, Mn 18 g/kg, niacina 4000 mg/kg, selenio 70 mg/kg, Vit. A 1.300,000 UI/kg, Vit. B1 166000 mg/kg, Vit. B12 1.680,00 mcg/kg, Vit B2 670,00 mg/kg, VitB6 200,000 mg/kg, VitD3 400.000,00 UI/kg, Vit E 2.167 mg/kg, Vit. K 333,400 mg/kg, Zn 20000 g/kg.

Difusores del análogo de la secreción de la glándula uropigial

Para el propósito de este estudio fue utilizado el análogo sintético de la secreción de la glándula uropigial de la gallina madre (MHUSA) en forma de difusores producidos por la empresa SemioKeys®. Los difusores MHUSA, fueron colocados en los galpones de prueba 24 horas previas a la recepción de los pollos bebe, según las especificaciones dadas por la empresa SemioKeys® - IRSEA. Los difusores tenían actividad de 42 días de campaña. Según las especificaciones del fabricante, el efecto de los difusores MHUSA, colocados a 1.5 metros de altura, abarcaba un área de 49m², utilizándose un difusor en cada corral.

Cada uno de los difusores de 250 g, contenía 2% de MHUSA en un medio de transporte de gel los cuales contenían una liberación de la secreción análoga de la glándula uropigial de aproximadamente seis semanas en las condiciones ambientales adecuadas, por lo cual no fue necesario realizar un cambio durante la campaña.

La distancia entre un galpón y otro fue de 25 metros, esto permitió que no exista interferencia del producto evaluado.

Diseño experimental

Para el estudio se realizaron dos Experimentos experimentales, los cuales fueron ejecutados en diferentes etapas. El Experimento 1 – pollos machos fue realizado en el mes de junio del 2018 y el Experimento 2 – hembras en agosto del 2018. Se utilizaron 8 galpones, en cada galpón se acondicionó un corral de 49m² cercado con malla metálica.

En cada Experimento, los pollos fueron distribuidos bajo un diseño completamente al azar, con 4 repeticiones con 343 aves por repetición. Cada repetición correspondió al corral instalado en cada galpón.

En ambos Experimentos, se utilizó el siguiente modelo aditivo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$$

Donde: $i = 1,2$; $j = 1,2,3,4$; Y_{ij} = rendimiento productivo obtenidos en la ij -ésima unidad experimental; μ = promedio general; T_i = efecto del i -ésimo tratamiento, e_{ij} = error experimental.

Tratamientos experimentales

Los tratamientos experimentales fueron:

Experimento 1-machos: Tratamiento 1 (control) – sin presencia de difusor MHUSA y Tratamiento 2: con presencia de difusor MHUSA.

Experimento 2-hembras: Tratamiento 1 (control): sin presencia de difusor MHUSA y Tratamiento 2: con presencia de difusor MHUSA.

Procedimiento experimental

Semanalmente fue determinada la ganancia de peso, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia y porcentaje de mortalidad. Los comederos fueron retirados de los galpones dos horas antes del pesaje, el alimento sobrante fue pesado para determinar el consumo semanal de alimento. El pesaje de las aves se realizó en las primeras horas del día con la finalidad de disminuir el estrés de las mismas. La mortalidad fue registrada diariamente y su evaluación se realizó de acuerdo al número de aves muertas por cada semana. La retribución económica se calculó tomando como base los costos de las dietas alimenticias, otros costos de producción y el ingreso por kilogramo de venta de pollo vivo de cada uno de los tratamientos, así como el costo de cada difusor.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos de las variables evaluadas fueron procesados y analizados estadísticamente utilizando procedimiento GLM del software SAS versión 9.2 (2012), el análisis de normalidad fue evaluado mediante Shapiro Wilk y para comparar los dos tratamientos en cada Experimento se realizó la prueba de T-Student. Se fijó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

Los datos del porcentaje de mortalidad fueron transformados a valores ArcoSeno para su análisis de variancia y determinar su significancia estadística, mientras que, los promedios de esta variable son presentados en el cuadro de resultados con los datos originales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cada Experimento se analizaron las variables, peso inicial, ganancia de peso, consumo de alimento, índice de conversión alimenticia y mortalidad durante las 6 semanas de la campaña. La retribución económica fue evaluada a los 42 días de edad.

Experimento 1 – pollos machos

En el Cuadro 2, se observa que los tratamientos afectaron significativamente ($p < 0.05$) el peso de las aves, la ganancia de peso total, el índice de conversión alimenticia y mortalidad de los pollos machos. Así, los pollos que fueron criados con el difusor MHUSA, presentaron 148 g más de peso ($p < 0.05$) a los 42 días de edad en comparación con el grupo control. La presencia del difusor MHUSA no afectó significativamente ($p > 0.05$) el consumo de alimento, durante todas las semanas evaluadas. Las aves del tratamiento control presentaron mayor índice de conversión alimenticia ($p < 0.05$) a los 7, 14, 35 y 42 días de edad en comparación con las aves criadas con el difusor MHUSA. Las aves de tratamiento control presentaron mayor mortalidad ($p < 0.05$) en comparación con las aves del tratamiento con difusor MHUSA, evidenciándose principalmente a los 14 y 42 días de edad.

En el Cuadro 3 se observa los datos de la retribución económica, los pollos criados con MHUSA, tuvieron 15.38 % más de utilidad bruta en comparación con las aves criadas sin el difusor.

Cuadro 2. Comportamiento productivo de pollos machos criados con un difusor análogo de la secreción de la glándula uropigial de la gallina madre de 1 a 42 días de edad – Experimento 1

Mediciones ¹	Peso corporal (g)		Ganancia de peso (g)		Consumo de alimento (g)		ICA (g/g) ³		Mortalidad (%)	
	T1 ¹	T2 ²	T1 ¹	T2 ²	T1 ¹	T2 ²	T1 ¹	T2 ²	T1 ¹	T2 ²
Edad en días										
7	193	210	149 ^b	165 ^a	158	157	0.819 ^a	0.748 ^b	0.42	0.37
14	429 ^b	506 ^a	236 ^b	296 ^a	539	539	1.256 ^a	1.065 ^b	0.96 ^a	0.78 ^b
21	1010	1013	581	507	1208	1207	1.196	1.192	0.44	0.45
28	1631	1647	621	634	2217	2217	1.359	1.346	0.34	0.34
35	2390	2397	759	750	3579	3578	1.497	1.493	0.67 ^a	0.51 ^b
42	3266 ^b	3414 ^a	876 ^b	1017 ^a	5269	5229	1.613 ^a	1.532 ^b	1.44 ^a	0.74 ^b

^{a,b}Superíndices diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$)

^{1,2}Tratamientos: T1, pollos machos sin difusor MHUSA (control); T2, pollos machos con difusor MHUSA.

³ICA: índice de conversión alimenticia

Cuadro 3. Retribución económica de pollos machos criados con un difusor análogo de la secreción de la glándula uropigeal de la gallina madre de 1 a 42 días de edad – Experimento 1

RUBRO	T1- Sin difusor	T2 -difusor MHUSA
CARNE POLLO		
Total carne producida (Kg/ave)	3.17	3.31
Precio de venta de carne (S/Kg)	4.82	4.82
Ingreso bruto (S./ave)	15.26	15.97
ALIMENTO		
Total alimento consumido (kg/ave)	5.27	5.03
Costo de alimento (S/kg)	1.30	1.30
Costo de producto MHUSA (S/ave)	0.00	0.14
Costo total de dieta (S/Kg)	6.84	6.53
Costo dieta + producto	6.84	6.67
Otros costos de producción	2.05	1.96
Costo total de producción	8.90	8.63
RETRIBUCIÓN ECONÓMICA		
Utilidad bruta (S./ ave)	6.36	7.34
Margen de utilidad en porcentaje (%) sin difusor vs con difusor	100	15.38

Los factores ambientales y genéticos tienen un gran impacto en la producción de los pollos de engorde, pudiendo generar situaciones de estrés que pueden afectar su comportamiento productivo. Los resultados sobre el comportamiento productivo en los pollos machos criados con el difusor MHUSA en comparación con las aves control, posiblemente están relacionados con la activación de los receptores olfativos producida por las feromonas sintéticas de la glándula uropigial presentes en el difusor MHUSA. Así, pollos machos presentaron mayor ganancia de peso en comparación con las aves criadas sin difusor, es posible que cuando las feromonas fueron captadas por los receptores internos de las aves, se pudo establecer una sensación de bienestar y confort asociada con las feromonas maternas que son producidas por la gallina de forma natural (Madec *et al.*, 2006 y 2008). El confort interno producido por las feromonas actuaría sobre la homeostasis (Madec *et al.*, 2006) y el posible desarrollo de órganos digestivos e inmunológicos, lo cual conllevaría al aumento de los procesos digestivos favoreciendo el aprovechamiento de nutrientes (Daghir, 2009) al mantener el equilibrio interno.

Durante la fase de crecimiento, los pollos experimentan estrés debido a los diversos cambios y procesos que acontecen durante el crecimiento (Zulfiki *et al.*, 2002), aumentando los niveles de corticosterona (López *et al.*, 2014) esto conlleva al incremento del catabolismo de las proteínas (Mumma *et al.*, 2006), al haber un gasto extra de energía para compensar el equilibrio hormonal y humoral, lo cual afectaría la ganancia peso de los animales, de este modo las necesidades de energía provendrían principalmente de la degradación de las proteínas musculares, asociada a la pérdida de

calor latente mediante el enfriamiento evaporativo, aumentando la sensibilidad metabólica y afectando negativamente el desempeño productivo de las aves, frente a condiciones estresantes o ambientales no óptimas (Baracho *et al.*, 2011), así las aves del tratamiento control a pesar de tener las mismas condiciones de manejo en comparación con las aves criadas con el difusor MHUSA, pudieron estar en situación de estrés, lo cual afectó la ganancia de peso. Esto se corrobora con el mayor consumo de alimento en los pollos machos a los 28 y 35 días de edad donde la fase de crecimiento representa una etapa crítica llevando a condiciones de estrés.

Del mismo modo Buitenhuis *et al.* (2002) y Madec *et al.* (2006) evaluaron los niveles de corticosterona en pollos sometidos a estrés, indicando que aquellos pollos que presentaron niveles elevados de corticosterona asociados al estrés, obtuvieron menor ganancia de peso y mayor conversión alimenticia en comparación con pollos del grupo control. Sin embargo, en el presente estudio no fue posible evaluar los niveles de corticosterona para dar evidencias más claras sobre los resultados encontrados.

Trabajos realizados por Bollart (2007), aplicando el difusor MHUSA, encontró que las aves a las cuales se les aplicó el difusor presentaron mayor ganancia de peso, rendimiento de carcasa y calidad de pechuga y menor conversión alimenticia en comparación con el grupo de aves sin aplicación del difusor. Del mismo modo, Madec *et al.* (2009) obtuvieron diferencias significativas en el peso vivo final y de la ganancia de peso diaria de las aves a las cuales se suministró MHUSA, comparándolo con las aves del grupo control. Sin embargo, en el caso de ingesta de alimento no obtuvo una diferencia significativa en ninguna de sus repeticiones, por lo que sostiene que estas aves expuestas presentaron un mejor metabolismo muscular y por lo tanto menor conversión alimenticia.

Por otra parte, Jacob *et al.* (2014) y Martín-Vivaldi *et al.* (2014) mencionan que la presencia de la glándula uropigial modularía el sistema inmune al actuar como medio de defensa contra microorganismos patógenos a nivel intestinal, lo que podría llevar al mayor aprovechamiento de nutrientes debido al desarrollo de un microbiota saludable (Zhang *et al.*, 2016).

Los sistemas de producción intensiva de los pollos de engorde bajo condiciones ambientales debido al manejo y los límites de termorregulación del pollo, lo que puede predisponer a que las aves superen su capacidad homeostática (López *et al.*, 2014), esto induce a una serie de mecanismos defensivos, en donde la respuesta orgánica inicial se halla integrada coordinadamente por los sistemas: nervioso, endocrino e inmunológico; promoviendo profundas modificaciones metabólicas, hematofisiológicas (Silva, 2006) y perjudicando la salud de las aves, lo que podría llevar a una mayor mortalidad de las mismas. Es posible observar que las aves con presencia de difusor presentaron menor porcentaje de mortalidad en comparación con las aves de los grupos control, esto pudo estar

asociado a diferentes factores, uno de los cuales sería el mantenimiento del sistema inmune (Jacob *et al.*, 2014; Martín-Vivaldi *et al.*, 2014) y el manejo del estrés, mostrando que las aves que se encontraron posiblemente menos estresadas presentaron menor mortalidad

Los resultados de la retribución económica obtenida con el difusor MHUSA se deben a la mayor ganancia de peso en comparación con el grupo control.

Experimento 2 – pollos hembras

En el cuadro 4, se observa los índices productivos evaluados en los pollos hembras. Los tratamientos afectaron significativamente ($p < 0.05$), el peso final, la ganancia de peso y la mortalidad de las aves. El grupo de pollos hembras criadas con el difusor MHUSA presentaron a los 42 días mayor ganancia de peso ($p < 0.05$) en comparación con las aves control. Se observa que las aves de tratamiento control presentaron mayor mortalidad ($p < 0.05$) en comparación con las aves criadas con el difusor MHUSA desde los 28 hasta los 42 días de edad. No hubo efectos significativos ($p > 0.05$) de los tratamientos experimentales sobre el consumo de alimento y el índice de conversión alimenticia. Sin embargo, a los 42 días de edad las aves criadas con MHUSA tuvieron mayor consumo de alimento.

Durante las evaluaciones semanales de las hembras, no fue posible observar diferencias estadísticas en los pesos, sin embargo, a los 42 días de edad, se aprecia que hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos. A comparación de los machos del experimento 1, las diferencias de peso de las hembras fue menor, esto se atribuye a diferencias genéticas entre machos y hembras, debido a que las hembras consumen menos alimento y consecuentemente menor ganancia de peso (Daghir, 2009) conllevando a manifestar menos estrés. Así mismo, las hembras regulan más fácilmente su temperatura interna en comparación con los machos, lo que supone menor estrés durante la fase de crecimiento.

Se aprecia que las hembras criadas con MHUSA presentaron menor mortalidad en comparación con las aves control, esto también puede estar relacionado indirectamente a un mejor desarrollo del sistema inmune.

Al igual que no se encontraron diferencias significativas en la conversión alimenticia, la retribución económica de las hembras no llega a obtener resultados significativos para el productor.

Cuadro 4. Comportamiento productivo de pollos hembras criadas con un difusor del análogo de la secreción de la glándula uropigeal de la gallina madre de 1 a 42 días de edad – Experimento 2

Mediciones ¹	Peso corporal (g)		Ganancia de peso (g)		Consumo de alimento (g)		ICA (g/g) ³		Mortalidad (%)	
	T1 ¹	T2 ²	T1 ¹	T2 ²	T1 ¹	T2 ²	T1 ¹	T2 ²	T1 ¹	T2 ²
Edad en días										
7	195	206	152	161	158	157	0.810	0.762	0.34	0.35
14	451	480	256	274	529	529	1.173	1.102	0.36	0.34
21	915	921	464	441	1146	1145	1.252	1.243	0.27	0.22
28	1415	1424	500	503	2010	2010	1.420	1.412	0.24 ^a	0.14 ^b
35	1990	1998	575	574	3110	3108	1.563	1.556	0.30 ^a	0.19 ^b
42	2596 ^b	2652 ^a	606	654	4240 ^b	4330 ^a	1.633	1.633	0.43 ^a	0.32 ^b

^{a,b}Superíndices diferentes dentro de columnas indican diferencia estadística ($p < 0.05$)

^{1,2}Tratamientos: T1, pollos hembras sin difusor MHUSA (control); T2, pollos hembras con difusor MHUSA.

³ICA: índice de conversión alimenticia.

Cuadro 5. Retribución económica de pollos hembras criadas con un difusor análogo de la secreción de la glándula uropigeal de la gallina madre de 1 a 42 días de edad – Experimento 2

RUBRO	T1- Sin difusor	T2 -difusor MHUSA
CARNE POLLO		
Total carne producida (Kg/ave)	2.596	2.652
Precio de venta de carne (S/Kg)	4.75	4.75
Ingreso bruto (S./ave)	12.33	12.60
ALIMENTO		
Total alimento consumido (kg/ave)	4.24	4.33
Costo de alimento (S/kg)	1.257	1.257
Costo de producto MHUSA (S/ave)	0.00	0.14
Costo total de dieta (S/Kg)	5.33	5.44
Costo dieta + producto	5.33	5.59
Otros costos de producción	1.60	1.63
Costo total de producción	6.93	7.22
RETRIBUCIÓN ECONÓMICA		
Utilidad bruta (S./ ave)	5.40	5.38
Margen de utilidad en porcentaje (%) sin difusor vs con difusor	100	-0.45

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El uso de un difusor análogo de la glándula uropigial MHUSA en pollos de engorde macho va a generar beneficios al productor ya que mejora la ganancia de peso en 148 g a los 42 días de vida, un mejor índice de conversión alimenticia y por ende obtiene una mejor retribución económica en pollos machos en un 15 %. Además, el uso del difusor de MHUSA disminuye el porcentaje de mortalidad en las aves que se encuentran expuestas al producto.

En el caso de los pollos de engorde hembras obtienen una mejor ganancia de peso en 56 g a los 42 días de vida y un menor porcentaje de mortalidad, en aquellas aves que estaban expuestas al difusor MHUSA.

La diferencia de resultados entre ambos experimentos puede haberse generado, no solo por la capacidad de la hembra de no generar trastornos de estrés significativos como los machos, si no que pueden haber iniciado la producción de los ácidos grasos y lípidos de la secreción de la glándula uropigial, como parte de su desarrollo normal, los cuales fueron identificados para la creación del difusor de MHUSA. Por lo cual se recomendaría realizar estudios para identificar en que momento de la vida de los pollos de engorde hembra comienzan a producirlos.

Además, al ser el difusor de MHUSA un producto que influye directamente sobre el comportamiento y el estrés de las aves de engorde, se recomienda realizar estudios donde se evalué los indicadores de comportamiento mediante el registro de audio y video en los galpones y los niveles de cortisol sanguíneo de las aves que se encuentren expuestas al producto.

LITERATURA CITADA

Baracho M.S., Naas I.A., *et. al.*, 2011. Surface temperature distribution in broiler houses. Brazilian Journal of Poultry Science.13, pp.177-182.

Tesis Bollart, A. 2007. Thèse: Effets d'un analogue de sécrétion maternelle sur les performances zootechniques et sur la qualité de la viande d'un élevage de poulets de chair Label.

Buitenhuis, A.J., Rodenburg, T.B., *et. al.*, 2002. Feather pecking behaviour and stress response in laying hens: a QTL analysis. 7th WCGALP, Montpellier- France. p. 14.

Daghir NJ. 2009. Nutritional strategies to reduce heat stress in broilers and broiler breeders. Lohmann information 44: 6-15.

Jacob S, Immer A, Leclaire S, *et al.* 2014. Uropygial gland size and composition varies according to experimentally modified microbiome in great tits. BMC Evol Biol. 2014;14:134. doi: 10.1186/1471-2148-14-134.

Karlson, P; Lüscher, M. 1959. “Pheromones”: A New Term for a Class of Biologically Active Substances. Journal Nature. 183(4653); 55 – 56.

López, E. A. D., Velásquez, L. F. U., *et. al.* 2014. Bioquímica sanguínea y concentración plasmática de corticosterona en pollo de engorde bajo estrés calórico. Revista de Medicina Veterinaria: 28, pp. 31-42

Madec, I; Pageat, P; Bougart, L; *et. al.* 2006. Influence of a semichemical analogue on growing performances and meat quality for broilers. Oxford Journals: Poultry Science.

Madec, I; Gabarrou, J.F.; *et. al.* 2008. Broilers (*Gallus gallus*) are less stressed if they can smell a mother odorant. South African Journal of Animal Science. 38(3); 201 – 206.

Madec, I; Gabarrou, J; *et. al.* 2009. Effects of semiochemical on feed conversion index and related indicators on fast – growing broilers housed during forty-two days. Oxford Journals: Poultry science.

Martín-Vivaldi, M., Soler, J. J., *et. al.* 2014. Special structures of hoopoe eggshells enhance the adhesion of symbiont-carrying uropygial secretion that increase hatching success. Journal of Animal Ecology 83, 1289–1301.

McGlone, J.J.; Anderson, D.L. 2002. Synthetic maternal pheromone stimulates feeding behavior and weight gain in weaned pigs. Journal of Animal Science. 80(12); 3179 – 3183.

Mumma, J. O., Thaxton, J. P., *et. al.* 2006. Physiological stress in laying hens. Poultry science: 85(4), pp. 761-769

Salibian, A; Montalti, D. 2009. Physiological and biochemical aspects of the avian uropigial gland. *Revista: Brazilian Journal of Biology*. 69(2).

Silva, J. E. 2006., Thermogenic mechanisms and their hormonal regulation. *Physiological Rev.* 86, pp. 435-464

Zhang Ling, et. al. 2016. Effects of dietary supplementation of probiotic, *Clostridium butyricum*, on growth performance, immune response, intestinal barrier function, and digestive enzyme activity in broiler chickens challenged with *Escherichia coli* K88. *J Anim Sci Biotechnol.* 7: 3.

Zulkifli, I., Gilbert, J., et. al. 2002. The effects of regular visual contact with human beings on fear, stress, antibody and growth responses in broiler chickens *Appl. Anim. Behav. Sci.* 79, 103-112.