

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



ADICIÓN DE SUSTANCIAS HÚMICAS A LA DIETA DE GALLINAS  
REPRODUCTORAS Y SU EFECTO EN LAS CARACTERÍSTICAS  
Y CALIDAD DE HUEVO

Tesis

Que presenta ESMERALDA BARRIOS AGUILAR

como requisito parcial para obtener el Grado de  
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

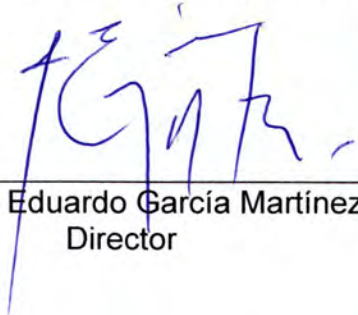
Torreón, Coahuila

Noviembre de 2022

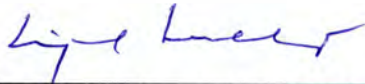
ADICIÓN DE SUSTANCIAS HÚMICAS A LA DIETA DE GALLINAS  
REPRODUCTORAS Y SU EFECTO EN LAS CARACTERÍSTICAS  
Y CALIDAD DE HUEVO

Tesis

Que presenta ESMERALDA BARRIOS AGUILAR como requisito parcial para  
obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria con la  
supervisión y aprobación del comité de asesoría



Dr. José Eduardo García Martínez  
Director



Dr. Miguel Ángel Mellado Bosque  
Asesor



Dr. Jesús Alberto Mellado Bosque  
Asesor



Dra. Dalia Ivette Carrillo Moreno  
Jefe del Departamento de Postgrado



Dr. Antonio Flores Naveda  
Subdirector de Postgrado

## **AGRADECIMIENTOS**

“El agradecimiento es la parte principal de un hombre de bien.”

Francisco de Quevedo

Me permito agradecer a las instituciones que hicieron posible la realización de este trabajo de investigación, al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado, a mi Alma Terra Mater Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UL y US) por abrirme las puertas nuevamente de esta noble institución para seguir con mi preparación profesional, al Posgrado en Ciencias de Producción Agropecuaria por aceptarme y compartir dificultades, retos y grandes momentos.

A mi director de tesis Dr. José Eduardo García Martínez, por brindarme la oportunidad de llevar a cabo este trabajo, por su orientación, soporte, invaluable apoyo y paciencia.

Al Dr. Miguel Ángel Mellado Bosque, por haber sido el primero en creer en mi para ingresar al posgrado, por la orientación y ayuda.

A la MC. Maricela Lara, cuya colaboración ha sido importante en el desarrollo de este trabajo, por ser una persona sensible y siempre al pendiente de los aspectos más humanos y por ser siempre tan optimista, Dios te bendiga siempre.

A TLQ. Carlos Arévalo, Don Chuy y demás trabajadores que me brindaron parte de su tiempo y conocimientos y que fueron participes en este proceso.

A mi familia y amigos, porque no me puedo imaginar lo que sería de mi sin el apoyo y el cariño inmenso que cada uno de ustedes me brinda a diario, agradezco a Dios tenerlos a mi lado.

## DEDICATORIA

A **Dios** por estar presente en mi vida, por guiar mis pasos y no soltarme.

A mi esposo **Osbin Alfredo Gómez Carbajal** por ser quien impulsa mis sueños y esperanzas, por estar a mi lado en los días y noches más difíciles, por sostenerme con fuerza y abrazarme fuerte.

A mi hija **Ximena Alessandra Gómez Barrios** por ser mi mayor tesoro y la fuente más pura de mi inspiración, porque le has dado sentido a mi vida. No quiero que sigas mis pasos, quiero que llegues aún más lejos. No dejes que nada ni nadie frustre tus sueños.

A mi hija **Maríel Gómez Barrios** (†) por ser mi pequeño ángel y porque sé que me acompañas siempre. Este triunfo también es tuyo.

A mis padres **Salvador Barrios Rosillo** y **Ma. Amelia Aguilar Márquez** por enseñarme que pese a las dificultades de la vida tenemos que salir adelante. Por el apoyo incondicional.

A mis hermanos **Jesús Salvador Barrios Aguilar** (†) y **Minerva Gabriela Barrios Aguilar** por su amor incondicional y apoyo.

A mis sobrinos y hermana **Saúl, Carlo Antonio, Jesús Fabriscio** y **María Teresa** como ejemplo de esfuerzo y estímulo profesional.

# Índice

RESUMEN .....	vi
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. La Avicultura en México .....	4
2.2. Producción de Carne de Pollo.....	5
2.3. Producción de Huevo .....	7
2.4. Sistemas de Producción Avícola.....	8
2.5. Manejo de Aves Reproductoras.....	9
2.5.1 Programa de luz .....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	19
3.1. Área de Estudio .....	19
3.2. Animales y su Manejo .....	19
3.3. Metodología.....	20
3.3. Análisis Estadístico .....	21
IV. RESULTADOS.....	23
4.1. Características del Huevo.....	23
4.2. Metabolitos en Suero Sanguíneo.....	24
V. DISCUSIÓN .....	25
VI. CONCLUSIONES.....	27
VII. LITERATURA CITADA .....	28

## RESUMEN

### ADICIÓN DE SUSTANCIAS HÚMICAS A LA DIETA DE GALLINAS REPRODUCTORAS Y SU EFECTO EN LAS CARACTERÍSTICAS Y CALIDAD DE HUEVO

ESMERALDA BARRIOS AGUILAR  
Maestro en Ciencias en Producción Agropecuaria

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Dr. José Eduardo García Martínez

Director de tesis

Con el fin de evaluar el efecto de la inclusión de sustancias húmicas (0.0, 0.2 y 0.4 %) en la dieta de gallinas reproductoras, se alimentaron 90 aves hembras y 15 machos de la línea Ross-Ross, por 7 semanas (S 21-28), durante las cuales se registraron las variables: porcentaje de postura, peso, largo y ancho del huevo, y concentración de metabolitos en huevo. Al finalizar el experimento (S 28), se tomaron muestras de sangre para determinar la concentración sérica de metabolitos en hembras y machos.

Los resultados fueron analizados mediante Statgraphics Centurion®. Para las variables de postura y características del huevo (promedio de 7 S), se realizó un ANOVA Simple, considerando los niveles de sustancias húmicas como variable independiente y el porcentaje de postura; y peso, largo, ancho del huevo, como variables dependientes. Para las variables de la concentración de metabolitos sanguíneos (S 28), se empleó un análisis de varianza ANOVA Multifactorial, considerando como factores y su interacción, el nivel de sustancias húmicas y el sexo de las aves; y como variables de respuesta: la concentración de glucosa, urea, creatinina, colesterol y proteína total. Además, se realizó en ambos casos una prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para las variables en las que se detectó significancia.

Los incrementos en la postura fueron de 5.8 a 6.6 % y para el peso del huevo, de alrededor de 5 a 7 %, lo que representa un incremento de 3.97 g/huevo, por inclusión del 0.2 % de SH y 2.98 g por la adición de 0.4 % de SH.

La concentración sérica de metabolitos, solamente presentó efecto para el colesterol disminuyéndose dicho contenido por efecto de la inclusión de 0.2 y 0.4 % de SH (22.43 y 26.70 mg/dL, respectivamente).

No se observaron diferencias entre machos y hembras por efecto de la inclusión de SH en su dieta, para ninguna de las variables de la concentración de metabolitos en suero sanguíneo y tampoco se presentaron interacciones entre el nivel de inclusión de SH y el sexo de las aves para ninguna de las variables estudiadas.

Se concluye que la adición de SH en la dieta de gallinas reproductoras mejora sustancialmente el porcentaje de postura y el peso del huevo, lo que puede representar una ventaja comercial, sin embargo, el resto de las características no son afectadas por dichas sustancias.

**Palabras clave:** Sustancias húmicas, metabolitos sanguíneos, características del huevo, calidad de huevo, gallinas reproductoras.

## **ABSTRACT**

### **ADDITION OF HUMIC SUBSTANCES TO THE DIET OF BREEDING HENS AND ITS EFFECT ON CHARACTERISTICS AND EGG QUALITY**

**ESMERALDA BARRIOS AGUILAR**

Master Science in Agricultural Production

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Dr. José Eduardo García Martínez

Advisor

In order to evaluate the effect of including humic substances (HS, 0.0, 0.2 and 0.4 %) in the diet of breeding hens, 90 female birds and 15 males of the Ross-Ross line were fed for 7 weeks (W 21- 28), during which the variables were recorded: percentage of laying, weight, length and width of the egg, and concentration of metabolites in the egg. At the end of the experiment (W 28), blood samples were taken to determine the serum concentration of metabolites in females and males.

The results were analyzed using Statgraphics Centurion®. For the variables of laying and egg characteristics (average of 7 W), a Simple ANOVA was performed, considering the levels of HS as an independent variable and the laying percentage; and weight, length, and width of the egg, as dependent variables. For the blood metabolite concentration variables (W 28), a Multivariate ANOVA analysis of variance was used, considering the level of HS and the sex of the birds as factors and their interaction; and as response variables: the concentration of glucose, urea, creatinine, cholesterol and total protein. In addition, a Tukey test ( $\alpha = 0.05$ ) was performed in both cases for the variables in which significance was detected.



The increases in the laying were from 5.8 to 6.6 % and for the weight of the egg, around 5 to 7 %, which represents an increase of 3.97 g/egg, by including 0.2 % of HS and 2.98 g by the addition of 0.4 % HS.

The serum concentration of metabolites only presented an effect for cholesterol, decreasing the content due to the inclusion of 0.2 and 0.4% SH (22.43 and 26.70 mg/dL, respectively).

No differences were observed between males and females due to the inclusion of HS in their diet, for any variables of the concentration of metabolites in blood serum, and there were no interactions between the level of inclusion of HS and the sex of the birds. for any of the variables studied.

It is concluded that the addition of HS in the diet of breeding hens substantially improves the percentage of laying and egg weight, which may represent a commercial advantage, however, the rest of the characteristics are not affected by these substances.

**Keywords:** Humic substances, blood metabolites, egg characteristics, egg quality, breeding hens.

## I. INTRODUCCIÓN

En base a lo trazado por la USDA (Departamento de Agricultura de Estados Unidos) determinó que durante el año 2019 la producción mundial de carne de pollo logrará una marca significativa, es decir, alcanzando la estimación de 97.8 millones de toneladas. Dichos números se sobreponen en un 2.3% de la producción mundial lograda durante el año 2018 (CEDRSSA, 2019).

La avicultura en el país se ha logrado convertir en una de las actividades más productivas y competitivas, debido a su gran nivel de avance tecnológico y esto se debe a que ha logrado desfasar el consumo de carne de cerdo y de bovino (Popócatl, 2013), siendo el alto consumo de carne de pollo y huevo lo que permite estos avances; debido al bajo costo de sus productos.

De modo que la avicultura es la actividad pecuaria con un alto movimiento en México, en términos del aumento del volumen de la producción y el consumo aparente, para así satisfacer la demanda de huevo fresco.

Ésta explotación produce cerca de un millón de empleos directos e indirectos y así favorece al comercio nacional e internacional (SAGARPA, 2015). La producción de aves en el país se basa en cubrir una necesidad específica, y según Mendoza (2015), México es el país señalado como el primer consumidor de huevo en el mundo y reportó un consumo *per cápita* 21.52 kg; tomando de ahí la importancia en proporcionar a la población una fuente de alimento con bajo costo. Se han realizado trabajos experimentales en donde se ha implementado el uso de sustancias húmicas que anteriormente solo se aplicaba en la agricultura y gradualmente se implementa en la producción avícola, ya que de acuerdo con Sanmiguel (2014) ayudan a promover el crecimiento, mejorando la productividad y salud animal, y dichas sustancias permiten optimizar la digestión de nutrientes

y tienen repercusiones como inmunomoduladores positivos que van ligados con la integración en la dieta. En la actualidad se busca crear alimentos que no solo cumplan con características nutricionales, sino que a su vez cumplan con alguna característica específica; es decir agregando componentes biológicamente activos para crear una reacción que ayude a mejorar el resultado en el producto final.

### **1.1 Objetivo general**

- Evaluar la adición de sustancias húmicas en la dieta y su efecto en su comportamiento productivo, calidad de huevo incubable y concentración de metabolitos sanguíneos de aves reproductoras pesadas.

### **1.2 Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto de la adición de sustancias húmicas en la dieta sobre el comportamiento productivo de aves reproductoras pesadas.
- Evaluar el efecto de la adición de sustancias húmicas en la dieta sobre la calidad de huevo incubable.
- Evaluar el efecto de la adición de sustancias húmicas sobre la concentración de metabolitos sanguíneos.

### **1.3 Hipótesis**

- La suplementación con sustancias húmicas en la dieta de las aves reproductoras pesadas tiene un efecto favorable sobre el comportamiento productivo.

- La adición de sustancias húmicas en la dieta de las aves reproductoras pesadas mejora la calidad de huevo.
- La adición de las sustancias húmicas en el alimento de las aves reproductoras pesadas tiene un efecto favorable sobre la concentración de metabolitos sanguíneos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. La Avicultura en México

Se considera que en México la avicultura se ha ido desarrollando a pasos agigantados ya que se considera una de las ramas de la ganadería que posee grandes cantidades de antecedentes históricos, y actualmente es un área que obtiene en periodos de tiempo relativamente cortos productos de alta calidad tanto de huevo como de carne.

En la alimentación y nutrición del mexicano se estima que el sector avícola tiene un valor importante ya que de acuerdo con Ortega *et al.* (2014) seis de cada diez personas incluyen en su dieta productos avícolas ya sea huevo o pollo siendo el consumo de estos mismos catalogado como alto, debido a que contribuyen a la salud y economía de las familias.

La producción de pollo en nuestro país, en el ciclo de 1994 a 2012 tuvo un aumento obteniendo un crecimiento anual del 4.3% de acuerdo con Ortega *et al.* (2014), y se determinó un consumo per cápita de casi 21 kg; y se consideró a México como el principal consumidor de huevo a nivel mundial en base a los datos de UNA (2014).

De esta manera la industria avícola deberá tener el talento para lograr aprovechar su capacidad de conversión alimenticia con respecto a sus oponentes de carne roja.

La industria avícola tiene una participación del 63% de la producción pecuaria nacional; siendo un 34.6% de producción de pollo, 27.9% de producción de huevo y 0.10% de producción de pavo (UNA, 2013) podemos enfatizar a la

avicultura como la principal industria regeneradora de proteína vegetal en proteína animal.

Durante el año 2012 la industria avícola mexicana, generó el 0.77% en el PIB total, el 19.7% en el PIB agropecuario y el 40.9% en el PIB pecuario (Ortega *et al*, 2014).

## **2.2. Producción de Carne de Pollo**

La producción de carne de pollo en México ha marcado tendencia constante de crecimiento debido a que la población va acrecentando la demanda por carnes de bajo contenido graso, el cual resulta altamente competitivo con respecto a otros cárnicos y además se considera un producto accesible ya que se ofrece a precios más bajos con respecto a sus competidores.

Durante los últimos años, en nuestro país, se logra producir un promedio anual de cerca de 2,600,000 toneladas, con un avance de expansión anual lo cual nos basa en el 4.9%, marcándonos el índice más sobresaliente en el sector ganadero (FAO,2016), en el año 2010 la producción de carne de pollo en México fue de 2,681,117 toneladas, mediante lo cual podemos observar un comportamiento con tendencia de crecimiento esto desde el año 1998 como se muestra en la siguiente figura 2.2 (FAO, 2016).

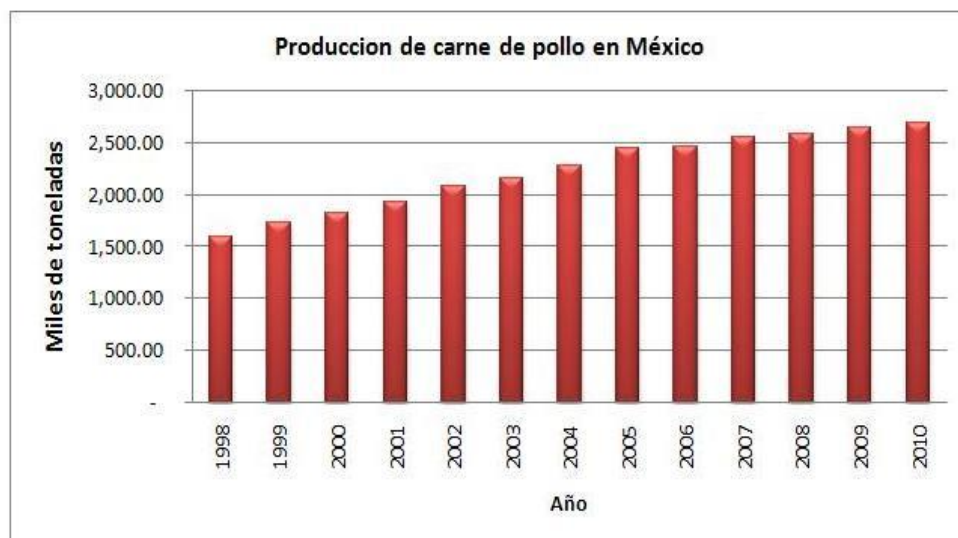


Figura 2.2 Producción de carne de pollo en México, (FAO, 2016).

En base a la producción por estados en nuestro país, tenemos como principales productores de carne de ave durante los años 1996-2006 son: Jalisco y Veracruz con un 11% ; Querétaro con 9%, Puebla, Durango y Guanajuato con 7% cada uno, México con 6%, Aguascalientes, Nuevo León y Yucatán con 5% cada uno, Sinaloa y Coahuila contribuyen con 4% según las estimaciones de FAO (2016); en el transcurso del año 2012, cerca del 94% de la producción de carne de pollo en México se focalizó en los siguientes estados y regiones de la República Mexicana: La Laguna, Veracruz, Querétaro, Jalisco, Aguascalientes, Nuevo León, Puebla, Chiapas, San Luis Potosí, Michoacán, Yucatán, Estado de México, Sinaloa, Guanajuato y Morelos (UNA,2016).

La comercialización de carne de pollo en México de acuerdo con la Unión Nacional de Avicultores se muestra de la siguiente manera: Vivo 33%, rosticero 26%, mercado público 19%, supermercado 15%, piezas 6% y productos de valor agregado 4 por ciento.

La producción nacional de carne de pollo señala a México como el cuarto productor a nivel mundial, mediante el cual se logra aportar cada año alrededor de 3.5% de producción (FAO, 2016), por lo tanto, podemos observar que tenemos un crecimiento acelerado en nuestro país.

### **2.3. Producción de Huevo**

La comercialización del huevo para consumo humano, señalado comúnmente como huevo para plato, se realiza mediante tres vertientes principales siendo que el 80% se distribuye y mercantiliza en mercados y centrales de abasto, el 14% en tiendas de autoservicio, siendo procesados en envases cerrados y el 6% sobrante se destina al uso industrial (UNA,2016).

La producción de huevo durante los años de 1994 a 2012 aumento un 2.8%, lo cual tiene como resultado que el crecimiento fue de 63% de acuerdo con lo mencionado por Ortega *et al.* 2014.

Por otra parte, se menciona que el consumidor principal de huevo a nivel global es México, mostrando un consumo per cápita de 20.8 Kg de huevo; y podemos mencionar que dicha producción de huevo se ha mantenido en una línea ascendente. Se han realizado estimaciones en los cuales se muestra que nuestro país producirá cerca de 2,500,000 toneladas de huevo de gallina, para satisfacer las necesidades alimentarias de nuestro país. (SAGARPA,2014).



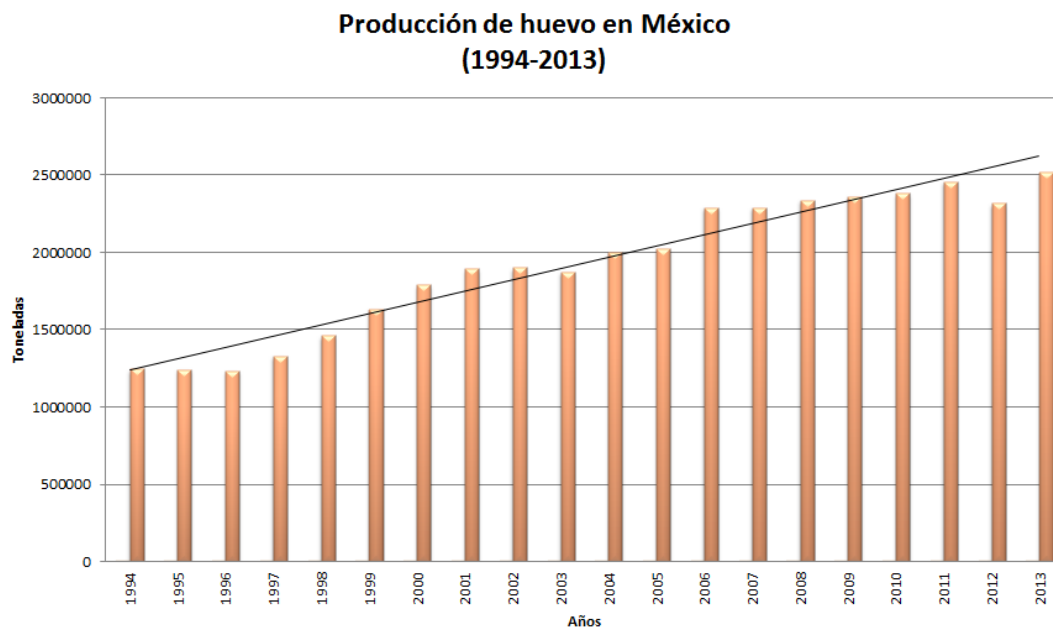


Figura 2.3 Producción de huevo en México (SAGARPA, 2014).

## 2.4. Sistemas de Producción Avícola

La avicultura de traspatio se considera como una diligencia de mucha importancia dentro del área rural, para la cual se requiere una muy baja inversión y accesibilidad para realizarla. Dentro de este sistema se caracteriza por utilizar especies criollas, debido a que se adaptan a las condiciones adversas para su crianza. Esta actividad favorece la economía de las familias rurales debido a que ofrece productos con un alto valor nutritivo ya sea carne o huevo, y de existir algún sobrante se ofrece para la venta lo cual generaría un ingreso extra a la economía familiar.

En este sistema el manejo técnico es muy bajo casi nulo y poseen instalaciones rústicas con alimentaciones basadas principalmente en pastoreo siendo el manejo sanitario es escaso (Cuca *et al.*, 2015).

Existe también el sistema tecnificado en el cual se maneja con grandes ayudas tecnológicas disponibles, las cuales son adaptadas a las necesidades de producción y condiciones del mercado en este se ubican las grandes compañías y consorcios avícolas los cuales no solo proporcionan tecnología de punta, sino que adoptan un negocio redondo ya que inician su proceso productivo con la explotación de las aves progenitoras hasta la venta del producto final ya sea pollo o huevo (CEDRSSA, 2018).

El sistema semi-tecnificado es utilizado principalmente para la engorda de pollos y opera bajo sistemas variables de tecnificación, lo cual genera menores niveles de productividad, se presentan deficiencias en cuanto a los alimentos manejados, instalaciones y manejo zoonosanitarios; son altamente vulnerables a los cambios económicos (CEDRSSA, 2018).

## **2.5. Manejo de Aves Reproductoras**

Durante el periodo de 20 a 30 semanas de edad , las hembras tienen alteraciones fisiológicas significativas por lo cual deberán de guiarse con buenas medidas de manejo, para así obtener un alto pico de postura, persistencia en la producción, calidad del huevo incubable, y una alta fertilidad, esto será fuertemente relacionado con el programa de luz, alimentación y apareo, debido a que son los manejos que establecen el éxito o el fracaso de la etapa de producción de un lote según los estudios de Mattioli (2011).

La importancia de una correcta combinación de manejos es producir un elevado índice de postura con buen nivel de incubabilidad, fertilidad y bienestar. Parte de lo planificado como estrategia de manejo la que se considera de uso

común a nivel mundial será que las aves perciban el primer estímulo con luz dentro de las 21 semanas de edad y que estas logren alcanzar un 5% de producción en la semana 25 de edad, para lograr ofrecer beneficios en cuanto al tamaño de huevo en etapa temprana, número de pollos y calidad en el pollo de engorda (Aviagen, 2018).

### **2.5.1 Programa de luz**

De acuerdo con los manejos dentro de las semanas 21 y 23 deberá de iniciarse el programa de luz, ofreciendo el inicio del foto estímulo el cual nos ayudara a activar el proceso hormonal para lograr desarrollar la madurez sexual la cual dará inicio a la postura siendo de vital importancia que las hembras no noten un cambio brusco en el incremento de las kilocalorías consumidas, porque nos enfrentaríamos a una alteración en el reclutamiento y ritmo sobre la maduración de los óvulos en base a lo mencionado por Mattioli (2011).

### **2.5.2 Alimentación**

Una correcta alimentación deberá de ir encaminada a estimular el apetito y tener a nuestras aves con un peso y reservas corporales ideales al inicio de la producción, realizar el cambio de alimento de prepostura a postura en la semana 21 para no afectar en el producto ni en el cascarón del huevo (González, 2020).

Esta es una de las etapas más importantes hacia pico de producción, no debe alimentarse ni por peso ni por porcentaje de producción deberá de seguirse los planes de incrementos en base a los estándares ya marcados hasta llegar al máximo consumo programado de acuerdo con Mattioli (2011).

La tendencia en el peso diario del huevo será un indicador altamente sensible sobre la ingesta total de nutrientes necesaria, esto debido a que si ofrecemos un consumo deficiente de nutrientes se mostrará directamente en un bajo peso de huevo; pero inversamente si ofrecemos un consumo excesivo de nutrientes nos propiciará aumento en el peso de huevo; debido a esto la ingesta deberá de ajustarse de acuerdo a las desviaciones de los estándares pronosticados en cuanto a peso diario del huevo, esto mencionado en el manual de manejo de la reproductora (Aviagen, 2018).

### **2.5.3 Pico de producción**

Llegando al pico de producción nuestro lote presentará el máximo requerimiento de nutrientes para la producción de huevos, la cual se obtiene alrededor de los 217 días (31 semanas) de edad y se define como el no incremento en la producción diaria por ave durante un periodo de 5 días; se debe de considerar mantener el control de la ganancia de peso corporal para manejar las ganancias del peso de huevo (Aviagen, 2018).

Una vez que las aves alcanzan a ponderarse en el pico de producción, se recomienda no descuidar los parámetros de producción y brindar importancia a la ganancia de peso vivo, peso del huevo y persistencia de postura, dichos parámetros están fuertemente conectados a un retiro de alimento oportuno esto después del pico de producción con lo cual se obtiene mayor persistencia en el lote en base a lo mencionado por Mattioli (2011), y así lograr que el descenso en la producción de huevo sea de una manera muy paulatina y no afecte a la producción total del lote.

#### **2.5.4 Apareo**

Según el sitio web de gallinas ponedoras (2022) los gallos jóvenes alcanzan la madurez sexual y comienzan a producir esperma entre los 4-5 meses de edad y las gallinas alcanzan su madurez sexual entre las 18-21 semanas de edad teniendo como indicativo la postura de huevo, es decir que están listas para aparearse.

El apareo deberá de iniciarse a las 21 semanas de edad con machos sexualmente maduros distinguidos por cresta y barbillas bien desarrolladas y de color rojo. Hembras sexualmente maduras con crestas y barbillas de color rojo vivo (Aviagen, 2018).

De acuerdo con Mattioli (2011) el hecho de no sincronizar la madurez sexual en los lotes tiene como consecuencia el encontrar machos listos para aparearse con hembras que no han logrado llegar a su madurez sexual; de tal manera que los machos tienden a agredir a las hembras, propiciando lesiones, mortalidad, estrés, pérdida de postura, lo cual genera un descenso en nuestros valores de fertilidad; lo antes mencionado nos permite tomar decisiones en base al porcentaje de machos que utilizaremos por lote.

### **2.6 Calidad del Cascarón del Huevo Incubable**

Se deberán hacer evaluaciones físicas y visuales al huevo que consideremos fértil e incubable ya que de esto dependerá el éxito de la incubación y esto será para obtener un mayor porcentaje de eclosiones. El huevo deberá de ser de un tamaño estándar, evitando que se muy grande o muy pequeño, estar libre de materia fecal, no estar agrietados o perforados, arrugados

o con formas anormales, con cascarón delgado o sin cascarón, doble yema, pálidos o blancos, con depósitos de calcio, cascarón rugoso o aplanado, cascarón moteado y se deberá evitar que sea huevo de piso ya que existirá un riesgo muy alto de contaminación bacteriana y riesgo moderado en la reducción de incubabilidad, esto de acuerdo con el manual de manejos (Aviagen, 2018).

Según Moyle *et al.* (2008) se deberán cuidar también los principales factores que afecten la calidad del cascarón tales como son la genética, dieta, clima, alojamiento y edad de la gallina, aunque se tenga un control limitado sobre estos factores es de vital importancia ya que su efecto nos impactará directamente en un mayor número de eclosiones de nuestro lote.

## **2.7 Las Sustancias Húmicas**

En base a lo establecido por IHSS (Sociedad Internacional de Sustancias Húmicas), las sustancias húmicas son una mezcla compleja y heterogénea de materiales polidispersados, que se han conformado en suelos, sedimentos y aguas naturales debido a las reacciones químicas y bioquímicas, mediante el proceso de la descomposición de plantas y restos de microorganismos siendo este proceso conocido como humificación; los componentes de las plantas (celulosa y lignina) así como los resultados de su transformación (polisacáridos, melanina, cutina, proteínas, lípidos y ácidos nucleicos); están clasificados en ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) y huminas residuales (HR) (Martínez, 2014).

Un ácido húmico también es definido como una sustancia orgánica derivada de la descomposición de materia orgánica, que posee una cadena molecular larga con alto peso molecular. Un ácido húmico es insoluble a ácidos fuertes y se puede solubilizar en un medio alcalino (Islam, et al. 2005).

Las sustancias húmicas están conformadas por una mezcla compleja de cadenas alifáticas o anillos aromáticos con contenido específico de grupos funcionales; asumiendo que la concentración de estas sustancias tendrá inferencia en base al origen de los mismos (Pasqualoto *et al.*, 2002; Vlcoová, 2009 y Wang *et al.*, 2008). Dichos autores sostienen que la cantidad de sustancias húmicas serán relacionadas con el grado de humificación y la estructura de los materiales orgánicos originales, siendo que los que poseen mayor cantidad de Lignina proporcionarán una cantidad más elevada de sustancias húmicas y los que poseen residuos de origen antropogénico; partiendo de desechos industriales generarán cambios estructurales en dichas sustancias.

El origen etimológico de los ácidos fúlvicos (AF) proviene del inglés *ful* que significa lleno y con capacidades y *vic* del francés antiguo que tiene como significado cambio o alteración. Mencionando *fulvus* que se define como la coloración que va del amarillo intenso al amarillo rojizo o bien de color dorado o café (Melo, 2006).

Se puede obtener los ácidos fúlvicos de una sustancia llamada leonardita y ésta es una materia orgánica que no ha alcanzado el estado de carbón, en el proceso de transformación, o fosilización de residuos vegetales de dicha sustancia se obtiene los ácidos fúlvicos ya que posee extrema bioactividad debido a su estructura molecular (Payeras, 2016).

Los ácidos fúlvicos contienen C, H, O y S con rangos de concentración elemental, y Rodríguez (2010) menciona que posee una estructura muy similar a la de los ácidos húmicos y los considera de menor peso molecular, son menos polimerizados, y poseen una mayor cantidad de cadenas alifáticas y son más abundantes en grupos fenólicos, hidroxilos, carboxílicos y cetónicos.

Se han adicionado los ácidos húmicos en dietas de aves, y de acuerdo con Sanmiguel (2014) estos permiten optimizar la digestión de nutrientes lo cual nos proporcionará una mejor en la productividad de nuestro lote, debido a la relación fisiología intestinal y la respuesta inmune.

En pollos de engorda y gallinas ponedoras el uso de ácidos húmicos ha sido documentado como un promotor de impacto considerable (Ozturk, et al., 2010). DE acuerdo con Ozturk y Coskum en (2006), muestran que los beneficios al suministrar ácidos húmicos en pollos de engorda, se han dado en la ganancia de peso, en la eficiencia de la alimentación, en la utilización del alimento, también como en el incremento en cuanto a longitud de vellosidades y mucosa. Así mismo Dobrzanski *et al.*, (2009) mencionan que al implementar las sustancias húmicas hay mejoras en la producción de huevo, así como en el consumo de alimento de al menos en la primera generación.

Según Arif *et al.* (2019), consideran adecuado el uso de los ácidos húmicos en aves de corral como aditivo alimentario, ya que son potenciadores de crecimiento y mencionan que aumentan el consumo de alimento, mejorando la digestibilidad y absorción de nutrientes, teniendo la capacidad de modular la microflora intestinal y proporcionando protección contra bacterias patógenas y algunas sustancias tóxicas.

En investigaciones de Islam *et al.* (2005) se obtuvo un efecto positivo en los elementos vivos, reduciendo la mortalidad y aumentando el crecimiento de las aves de corral, siendo estas sustancias utilizadas como aditivos alimentarios antimicrobianos y mejorar así la producción ya que disminuye la alimentación y el riesgo de enfermedad.



De acuerdo con Ozturk *et al.* (2014) se menciona que la adición de las sustancias húmicas en la dieta de las aves de engorda tiene un efecto favorable en la calidad de la carne debido a que aumenta la ganancia de peso y mejora el sistema inmunológico.

En base a lo estudiado por Arpášová *et al.*, (2016) considera que la suplementación de la mezcla de alimento con probióticos y ácidos húmicos aumento la producción de huevo, pero influyó levemente en el peso del huevo; siendo así la suplementación con ácidos húmicos la que tuvo aumentó estadísticamente significativamente en índice de albúmina y unidades Haugh. Por lo cual teniendo dichos efectos favorables y el efecto positivo de la salud de las aves considera que es recomendable el uso de dichas sustancias.

Según los estudios de Yalcin *et al.*, (2006) evidenció que el uso de sustancias húmicas no genera cambios significativos en producción, calidad y mortalidad. Sin embargo, en contraparte se logra comprobar que la adición de ácidos húmicos a la dieta mejora la producción de huevos, el peso de huevo y la conversión de alimento (Kucukersan *et al.*, 2005).

Por otra parte, Macit *et al.*, 2021 mencionan que los parámetros de calidad de huevo, índice de forma, fuerza de la cáscara, grosor de la cáscara, índice de albumina y unidades Haugh no se ven afectados con la adición de humatos, solo aumentando los ácidos grasos mono insaturados en yema y la conversión y mejoro la tasa de conversión alimenticia.

Durante la década de los noventas diversos autores mencionan que el uso de antibióticos o aditivos a las dietas de los animales de consumo humano fueron retiradas por considerarse un riesgo para la salud humana y fue hasta el 2006 que se comenzó a utilizar nuevas estrategias de manejo, dentro de las

cuales se destacó la utilización de sustancias alternativas y de algún modo más seguras tal como la implementación de aditivos alimenticios naturales y alternativas sin medicamentos, para así eliminar el uso de los antibióticos utilizados en producción y sanidad animal (Rosmini *et al.*, 2004).

Por ejemplo, en experimentaciones, se implementó la suplementación con sustancias húmicas en la dieta de pollos de engorda, los cuales mostraron que el color en muslos y pectorales se observan con mejoría en sus características, a su vez se logró notar que la conversión de alimento generó mayor eficiencia, y se observó que el colesterol sanguíneo y el peso de la grasa abdominal bajo con la dieta que poseía un porcentaje mayor de sustancias húmicas (Ergin, 2009).

Sin embargo el esfuerzo por lograr encontrar el balance de dietas con ácidos húmicos en aves de corral continuo por muchos años y fueron diversos autores los que concluyeron desde 1991 hasta la fecha que las características principales en las que se ve mejoría al adicionar ácidos húmicos son principalmente, mejora en la calidad del huevo, peso de aves desde inicio a postura, promotores de crecimiento vía sanguínea, Arif *et al.*, (2016) por ejemplo encontró que los niveles del colesterol en la sangre, se veían reducidos significativamente en el contenido en los grupos donde se les aplico ácidos húmicos en unas dosis que correspondían a 2.23 a 3 kg.

Hubo autores como Rath, *et al.*, (2006) que evaluaron las dosis de 1% y 2,5% de humatos, para lo cual concluyeron que, a mayor concentración de sustancias húmicas en la dieta, el peso corporal se vio afectado en reducción de este, y la tasa de conversión alimenticia aumentó. Así mismo los autores no encontraron diferencias en la presentación de discondroplasia tibial ni en los parámetros hematológicos ni bioquímicos excepto en la disminución de la tasa heterófilos/linfocitos la cual se considera como un indicador de menor estrés.

Una comparación entre humatos sódicos y sustancias húmicas naturales en pollos broiler, suministrando 0,5% en la etapa de iniciación y 0,7% en la etapa de levante y engorde de acuerdo a (Samudovska y Demeterová, 2010), demostró que la ganancia de peso fue mayor y la conversión de alimento fue menor con humatos sódicos, mientras que los valores más altos de calcio sérico y más bajos en los que no, con lo que se puede inferir que hay una mejor asimilación y metabolismo del Calcio dietario y una mejor estructura hepática, no obstante otros estudios.

Mientras que Celyk *et al.*, (2008) Kaya y Tuncer (2009) han evaluado el efecto de ácidos húmicos en el desempeño bioquímico sanguíneo al suplementar con 0,25% de humatos en pollos broiler durante los primeros 42 días de vida y no se observaron diferencias estadísticas en los parámetros bioquímicos (Conteo de leucocitos, diferencial de leucocitos, transaminasas, proteína, albúmina, glucosa, Fe, Ca, P) con respecto al grupo control como tampoco se vio afectado el peso de los órganos internos (Molleja, hígado y proventrículo). Ellos concluyen que se debe probablemente a que la flora intestinal representa alta digestibilidad y los humatos logran establecer adecuadamente su función.

Otro aspecto importante en la calidad de la producción de carne de pollo es la baja oxidación del contenido lipídico de la carcasa. En un estudio realizado por Aksu, *et al.*, (2005) con suplementación en varios porcentajes de sustancias húmicas se concluyó que con el 0,1% se obtuvo la mayor tasa de disminución de oxidación lipídica de las patas y la pechuga especialmente después del cuarto día de almacenamiento pos sacrificio, en comparación con el grupo control.

Yalcin, *et al.*, (2006) que trabajaron con gallinas ponedoras en periodo temprano de producción (de 22 a 40 semanas), encontraron que la adición de 0,15% de sustancias húmicas comerciales (35% de humato sódico y 6% de

ácidos fúlvicos) no genera cambios significativos en porcentaje de producción, calidad del huevo, mortalidad ni parámetros hematológicos.

Las sustancias húmicas tienen impacto positivo en los parámetros de salud de las aves de corral en la sangre como el nivel de colesterol, parámetros hematológicos y antioxidantes como se muestran por los autores previos, así como mejorar la inmunidad de las aves y reducir diferentes tipos de estrés y padecimientos (Humin, 2004).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Área de Estudio**

El experimento se llevó a cabo en la Unidad Metabólica de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la cual tiene una localización geográfica con las siguientes coordenadas 25°22' de latitud norte y 101°02' de longitud oeste y una altitud de 1742 msnm. En dicho lugar se posee un clima muy seco, semicálido con inviernos extremos y lluvias en veranos, con una precipitación invernal superior al 10% del total anual, siendo la precipitación anual media de 350-400 mm y una temperatura media anual de 19.8°C.

#### **3.2. Animales y su Manejo**

Se utilizaron 90 aves hembras de la línea Ross-Ross y 15 aves machos de la línea Ross-Ross de 21 semanas de edad, las cuales fueron alojadas en corraletas de malla gallinera de 2x2 m. alimentadas con una formula comercial de postura por 7 semanas (21-28 S), durante las cuales se registraron las variables: porcentaje de postura, peso, largo y ancho del huevo, y concentración

de metabolitos en huevo. Al finalizar el experimento (S 28), se tomaron muestras de sangre para determinar la concentración sérica de metabolitos en hembras y machos.

### 3.3. Metodología

Las aves fueron distribuidas en una pequeña nave experimental que posee 15 corraletas con divisiones entre ellas, y se acomodaron en pequeños lotes de 6 hembras y un macho por corraleta (unidad experimental).

En cada una de las corraletas se contó con plato para suministrar alimento y un vitrolero de galón para proporcionar agua de bebida a las aves. En cada corral se extendió una capa de cama de cascarilla de algodón y aserrín para mayor confort para las aves. Se les proporcionó luz natural, y se les alimentó diariamente con alimento comercial en el cual se le añadieron los diferentes tratamientos (0.0, 0.2 y 0.4 %) con las sustancias húmicas (SH) a evaluar; se realizó la recolección de huevo diaria y se tomaron muestras para ser posteriormente evaluadas.

Una vez que las aves hembras y machos alcanzaron la madurez sexual y llegaron a producir alrededor del 80% de huevo por corral, se recolectó el huevo diariamente con ayuda de carteras porta huevo plenamente limpias, desinfectadas e identificadas para cada corraleta para posteriormente evaluar calidad de huevo, tamaño y peso de huevo en el cual nos apoyaremos con ayuda de una báscula digital y un vernier; y de manera interna de cascaron evaluamos la calidad de huevo, en laboratorio de se analizó:

<b>ANÁLISIS</b>	<b>MÉTODO</b>
Proteína	Micro Kjendhal

Grasas totales	Soxleth
Ácidos Grasos	Método colorimétrico.

Proteína con el método de micro Kjendhal, grasa con el método Soxleth, colesterol con el método colorimétrico y ácidos grasos por el método cromatografía de gases, también fueron analizados los metabolitos sanguíneos como son proteínas totales utilizando el método Biuret modificado, Colesterol usando el método CHOD- PAP, Urea mediante el método Barthelot modificado y Creatinina utilizando el método Jaffe sin desproteínización y se realizó una biometría hemática completa.

Se realizaron 3 tratamientos T1= 0%, T2=0.2%, T3=0.4% con la aplicación de las sustancias húmicas mezcladas en el alimento y se contó con 5 repeticiones cada uno, siendo nuestra unidad experimental (UE) de 6 hembras y 1 macho.

### 3.3. Análisis Estadístico

Se empleó un diseño completamente al azar con igual número de repeticiones, mediante Statgraphics Centurion®. Para las variables (promedio de 7 S) de postura y características del huevo, se realizó un ANOVA Simple, considerando los niveles de sustancias húmicas como variable independiente y el porcentaje de postura y; peso, largo, ancho del huevo como variables dependientes. Además, se realizó una prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para las variables en las que se detectó significancia.

Para las variables de la concentración de metabolitos sanguíneos (S 28), se empleó un análisis de varianza ANOVA Multifactorial, considerando como factores y su interacción, el nivel de sustancias húmicas y el sexo de las aves; y

como variables de respuesta: la concentración de glucosa, urea, creatinina, colesterol y proteína total. Además, se realizó una prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) para las variables en las que se detectó significancia.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Características del Huevo

Las medias de tratamiento para las características del huevo, por efecto del nivel de inclusión de sustancias húmicas (SH) se presentan en el Cuadro 4.1. No se observaron diferencias estadísticas significativas ( $P>0.05$ ) para la mayoría de las variables; y solamente para el porcentaje de postura (78.65, 85.23 y 84.51) y el peso del huevo (57.15, 61.12 y 60.12 g) se observó un incremento ( $P<0.05$ ) en función al nivel de inclusión de SH en la dieta (0.0, 0.2 y 0.4 %, respectivamente). Los incrementos en la postura fueron de 5.8 a 6.6 % y para el peso del huevo, de alrededor de 5 a 7 %, lo que representa un incremento de 3.97 g/huevo, por inclusión del 0.2 % de SH y 2.98 g por la adición de 0.4 % de SH.

#### 4.1. Efecto del nivel de inclusión de sustancias húmicas en la dieta de gallinas reproductoras, sobre las características del huevo (medias $\pm$ EEM).

SH (%)	Postura (%)	Características del Huevo					
		Peso (g)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Proteína Total (mg/dL)	Albumina (g/dL)	Colesterol (mg/dL)
0.0	78.65 $\pm$ 2.07 <sup>b</sup>	57.15 $\pm$ 0.40 <sup>b</sup>	4.27 $\pm$ 0.01	3.58 $\pm$ 0.01	9.17 $\pm$ 1.66	4.65 $\pm$ 0.34	629.0 $\pm$ 40.07
0.2	85.23 $\pm$ 1.27 <sup>a</sup>	61.12 $\pm$ 0.29 <sup>a</sup>	4.88 $\pm$ 0.05	3.57 $\pm$ 0.01	9.35 $\pm$ 0.19	3.55 $\pm$ 0.47	489.6 $\pm$ 50.50
0.4	84.51 $\pm$ 0.57 <sup>a</sup>	60.12 $\pm$ 0.49 <sup>a</sup>	4.82 $\pm$ 0.01	3.59 $\pm$ 0.04	9.54 $\pm$ 1.32	4.25 $\pm$ 0.57	498.2 $\pm$ 28.71

Columnas con distinta literal son estadísticamente diferentes ( $P<0.05$ ).  
EEM= Error estándar de la media; SH= Sustancias húmicas.

Estos resultados nos muestran que la adición de SH en la dieta de gallinas reproductoras tiene un claro efecto en el incremento del porcentaje de postura y el peso del huevo, aunque no tiene efecto sobre las medidas del mismo, ni en el contenido de



proteína total y albumina, sin embargo, se aprecia una ligera tendencia a disminuir el contenido de colesterol en huevo (alrededor de 40 mg/dL).

#### 4.2. Metabolitos en Suero Sanguíneo

En cuanto a la concentración de metabolitos en suero sanguíneo, en relación al nivel de SH, y al sexo de las aves, se puede apreciar en el Cuadro 4.2. que solamente para el contenido de colesterol se presentaron diferencias estadísticas ( $P < 0.05$ ) disminuyéndose dicho contenido por efecto de la inclusión de 0.2 y 0.4 % de SH (22.43 y 26.70 mg/dL, respectivamente).

#### 4.2. Concentración de metabolitos en suero sanguíneo de gallinas reproductoras, en relación al nivel de inclusión de sustancias húmicas en la dieta, y al sexo (medias $\pm$ EEM).

Nivel	Casos	Glucosa (mg/dL)	Urea (mg/dL)	Creatinina (mg/dL)	Colesterol (mg/dL)	Proteína Total (g/dL)
GLOBAL	30	101.53	51.96	1.82	84.59	4.92
Sustancias Húmicas						
0.0	10	101.40 $\pm$ 1.27	53.25 $\pm$ 4.77	1.82 $\pm$ 0.06	101.0 $\pm$ 3.71 <sup>b</sup>	5.12 $\pm$ 0.27
0.2	10	101.53 $\pm$ 1.19	53.22 $\pm$ 1.35	1.85 $\pm$ 0.07	78.47 $\pm$ 6.78 <sup>a</sup>	4.53 $\pm$ 0.09
0.4	10	101.66 $\pm$ 1.40	49.40 $\pm$ 1.41	1.79 $\pm$ 0.08	74.30 $\pm$ 4.95 <sup>a</sup>	5.10 $\pm$ 0.32
Sexo						
M	15	101.69 $\pm$ 1.25	49.30 $\pm$ 1.08	1.84 $\pm$ 0.06	83.80 $\pm$ 5.68	5.02 $\pm$ 0.22
H	15	101.37 $\pm$ 0.076	54.62 $\pm$ 3.11	1.79 $\pm$ 0.05	85.38 $\pm$ 4.82	4.81 $\pm$ 0.19
Sustancias Húmicas por Sexo						
0.0,M	5	101.60	48.02	1.79	105.0	5.57
0.0,H	5	101.20	58.48	1.83	97.00	4.67
0.2,M	5	101.94	52.54	1.81	72.40	4.42
0.2,H	5	101.12	53.91	1.88	84.54	4.64
0.4,M	5	101.54	47.34	1.92	74.00	5.06
0.4,H	5	101.78	51.46	1.66	74.60	5.13

Columnas con distinta literal son estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ).

EEM= Error estándar de la media; SH= Sustancias húmicas.

Así mismo, no se observaron diferencias entre machos y hembras por efecto de la inclusión de SH en su dieta, para ninguna de las variables de la concentración de metabolitos en suero sanguíneo. Finalmente, tampoco se

presentaron interacciones entre el nivel de inclusión de SH y el sexo de las aves para ninguna de las variables estudiadas.

## V. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio sugieren que la adición de SH mejora el porcentaje de postura y el peso del huevo, lo cual resulta de importancia económica en la industria avícola. Algunos autores han estudiado el efecto de las SH y su posible mecanismo de acción. Según Supe (2012) y Ozturk *et al.*, (2014), dichos compuestos mejoran el proceso digestivo; estabilizando la población microbiana del intestino, de tal forma que conlleva a mayor absorción de los nutrientes. Sanmiguel (2014), señala que la suplementación con SH optimiza la digestión y absorción de los nutrientes mejorando la productividad debido a una mejoría en la fisiología intestinal y a la respuesta inmune. Así mismo, consideran adecuado el uso de SH en aves de corral como aditivo alimentario, ya que son potenciadores de crecimiento y mencionan que aumentan el consumo de alimento, mejorando la digestibilidad y absorción de nutrientes, teniendo la capacidad de modular la microflora intestinal y proporcionando protección contra bacterias patógenas y algunas sustancias tóxicas (Arif *et al.*, 2019; Ozturk *et al.*, (2014). Además, Gómez y Ángeles (2015) han observado que con SH se tuvo efectos positivos sobre el peso corporal final, el aumento de peso diario y la conversión alimenticia.

Al igual que en el presente trabajo, donde se observa que la adición de SH mejora la postura y peso del huevo, otros autores mostraron que las gallinas que consumían SH tenían mayor producción de huevo, peso del huevo, mejoró la conversión alimenticia, la calidad y la dureza del cascaron (Eren y Gezen, 2008;

Arafat et al., 2015; Hakan y Ozge, 2012; Arpášová *et al.*, 2016; Kucukersan *et al.*, 2005; Samudovska y Demeterová, 2010).

Al respecto, Thompson y Hinton (1997) indican del por qué las SH tienen efectos en estas variables mencionando que se debe a que en el sistema digestivo en gallinas de postura el control del equilibrio ácido:base de la dieta es muy importante, dados los requerimientos de calcio destinadas a la producción de huevos y la excesiva ingestión de alimento, por lo que son propensos a la alcalinización y desequilibrio digestivo que favorece la proliferación de bacteria patógenas (*Escherichia coli* y *salmonella spp*). Kompang y Supriyati, (2006), menciona que el ácido húmico debido a su naturaleza puede aumentar la permeabilidad de las células, de este modo facilita la transferencia de los nutrientes. El ácido fúlvico es el quelante que lleva el mineral, mientras que el ácido húmico actúa como dilatador aumentando la permeabilidad de la pared celular y así los elementos minerales se mueven con facilidad hacia atrás y hacia adelante (Pettit, 2016; NIDDK (2008).

Algunos autores indican las posibles razones del comportamiento de las SH en la disminución de la mortalidad y en los beneficios en la salud animal (Midilli *et al.*, 2008) señalando que los ácidos húmicos tienen la capacidad de inhibir el crecimiento bacteriano y fúngico del alimento de mala calidad, disminuye el estrés en las aves, refuerza el sistema inmune y previene enfermedades intestinales; Arpášová *et al.*, 2016; Humin, 2004; Rosmini *et al.*, 2004).

Finalmente, la concentración sérica de metabolitos (glucosa, urea, creatinina, y proteínas totales) en el presente estudio, no fueron afectados de manera significativa por la inclusión de SH, tal como lo han observado otros autores (Rath *et al.*, 2006; Písaříková *et al.*, 2010; Hakan y Ozge, 2012; Rath *et al.*, 2006; Chang

*et al.*, 2014). Sin embargo, para la concentración del colesterol si se observa una disminución por efecto del aumento en la inclusión de SH, tal como lo observó Ergin, 2009; Ergin et al., 2012; Bahadori *et al.*, 2017).

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados del presente estudio se concluye que la adición de SH en la dieta de gallinas reproductoras mejora sustancialmente el porcentaje de postura y el peso del huevo, lo que puede representar una ventaja comercial, sin embargo, el resto de las características no son afectadas por dichas sustancias.

La disminución del contenido de colesterol en suero sanguíneo debido a la inclusión de SH en la dieta de las gallinas, puede representar una mejoría en su salud y con ello representar menor gasto, sin embargo, el resto de los metabolitos no fue afectado por las SH, por lo que deberá realizarse más investigación al respecto.

## VII. LITERATURA CITADA

- Aksu M, Karaoglu M, Kaya M, Esenbuga N, Macit M. 2005. Effect of dietary humate on the pH, TBARS and microbiological properties of vacuum and aerobic packed breast and drumstick meats of broilers. *J Sci Food Agric.*85:1485-1491.
- Arafat, R. Y., Khan, S. H., Abbas, G., & Iqbal, J. (2015). Effect of dietary humic acid via drinking water on the performance and egg quality of commercial layers. *American Journal of Biology and Life Sciences*, 3(2), 26–30. Retrieved from <http://www.openscienceonline.com/journal/ajbls>
- Arif, M., Alagawany, M., Abd El-Hack, M. E., Saeed, M., Arain, M. A., & Elnesr, S. S. (2019). Humic acid as a feed additive in poultry diets: a review. *Iranian journal of veterinary research*, 20(3), 167–172.
- Arpášová, H., Kačániová, M., Pistová, V., Gálik, B., Fik, M. y Hleba, L. (2016). Efecto de probióticos y ácido húmico en la producción de huevos y parámetros de calidad de huevos de gallinas ponedoras. *Documentos científicos: ciencia animal y biotecnologías/Lucrari Stiintifice: Zootehnie si Biotehnologii*, 49 (2).
- Aviagen. 2018. Manual de manejo de la reproductora Ross. En línea. <https://es.aviagen.com/techcenter/download/1270/RossPSHandBook2018-ES.pdf>
- Bahadori, Z., Esmailzadeh, L., Karimi-Torshizi, M. A., Seidavi, A., Olivares, J., Rojas, S., ... López, S. (2017). The effect of earthworm (*Eisenia foetida*) meal with vermi-humus on growth performance, hematology, immunity, intestinal microbiota, carcass characteristics, and meat quality of broiler chickens. *Livestock Science*, 202(April 2016), 74–81. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.05.010>
- CEDRSSA. 2018. La avicultura en México situación y perspectivas. Centro de estudios para el desarrollo rural sustentable y la soberanía alimentaria. Palacio legislativo de San Lázaro. En línea consultado en Julio 2022.
- CEDRSSA. 2019. La importancia de la industria avícola en México. Centro de estudios para el desarrollo rural sustentable y la soberanía alimentaria. Palacio legislativo de San Lázaro. En línea consultado en Julio 2022.
- Celyk K, Uzatici A, Akin A. 2008. Effects of dietary humic and *Saccharomyces cerevisiae* on performance and biochemical parameters of broiler chickens. *Asian J Anim Vet Adv.* 3(5):344-350

- Cuca-García J.M., Gutiérrez-Arenas D.A., López-Pérez E. 2018. La Avicultura de traspatio en México: Historia y caracterización. *Agro Productividad*, 8(4).
- Damaziak, K.; Riedel, J.; Gozdowski, D.; Niemiec, J.; Siennicka, A.; Róg, D. 2017. Productive Performance and Egg Quality of Laying Hens Fed Diets Supplemented with Garlic and Onion Extracts. *J. Appl. Poult. Res.* 26, 337–349.
- Eren, M., Gezen, S. S., & Orhan, G. D. F. (2008). Efectos de Humate líquido suplementado al agua potable en el rendimiento y la cáscara de huevo de la calidad de las gallinas ponedoras en diferentes períodos Resultados y discusión, 91–95.
- Ergin, O., Isa, C., Nuh, O., & Guray, E. (2009). Effects of dietary humic substances on egg production and egg shell quality of hens after peak laying period. *Journal of Biotechnology*, 8(6), 1155–1159.
- Ergin, O.; Isa, C.; Nuh, O. & Guray, E. (2009). Effects of dietary humic substances on egg production and egg shell quality of hens after peak laying period. *African Journal of Biotechnology*, 8 (6), 1155-1159
- FAO. 2013. Revisión del desarrollo avícola. Recuperado de <http://una.org.mx/2013/>
- Gallina ponedora (2022). ¿Cómo se aparean las gallinas? Explicación detallada. Recuperado de <https://www.gallinaponedora.com/como-se-aparean-las-gallinas/>
- Gomez-Rosales, S., & De L Angeles, M. (2015). Addition of a worm leachate as source of humic substances in the drinking water of broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 28(2), 215–222. <https://doi.org/10.5713/ajas.14.0321>
- González K., (2020) Alimentación de la gallina ponedora. Recuperado de <https://actualidadavipecuaria.com/alimentacion-de-la-gallina-ponedora/>
- Hakan, A. K., & Ozge S, G. Y. (2012). Effects of Boric Acid and Humate Supplementation on Performance and Egg Quality Parameters of Laying Hens. *Brazilian Journal of Poultry Science Revista Brasileira*, 14(4), 233–304.

- Humin, Tech. 2004. Humin animal feed supplements and veterinary medicine and humic acid based products. Humintech-Humintech GmbH, Heerdter Landstr. 189/D, D-40549 Dusseldorf, Germany.
- International Humic Substances Society (IHSS). 1996. Soil Humic Substances. IHSS 8
- Islam, K. M. S., Schuhmacher, A., & Gropp, J. M. (2005). Humic acid substances in animal agriculture. *Pakistan Journal of nutrition*, 4(3), 126-134.
- Kaya C, Tuncer S. 2009. The effects of humates on fattening performance, carcass quality and some blood parameters of broilers. *Journal of animal and veterinary advances*. 8(2):281-284.
- Kompiang, I. P., & Supriyati. (2006). Pengaruh Asam Humat terhadap Kinerja Ayam Pedaging. *Jitv*, 12(1), 6–9. Retrieved from <http://medpub.litbang.deptan.go.id/index.php/jitv>
- Kucukersan S, Kucukersan K, Colpan L, Goncuoglu E, Reisly Z, Yesilbag D. 2005. The effects of humic acid on egg production and egg traits of laying hen. *Veterinary Medicine*.50(9):406-410
- Macit, M., Karaoglu, M., Celebi, S. et al. Efectos de la suplementación de humato dietético, probióticos y su combinación sobre el rendimiento, la calidad del huevo y la composición de ácidos grasos de la yema de las gallinas ponedoras. *Trop Anim Health Prod* 53 , 63 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11250-020-02546-6>
- Martínez Nicolás, M., 2014. Las sustancias húmicas en la producción agrícola. Recuperado de <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/las-sustancias-humicas-productividad-t30958.htm>
- Mattioli F. (2011) Manejo práctico de la reproductora: producción. Argentina, XXII Congreso Latinoamericano de Avicultura, Buenos Aires, Argentina en septiembre 2011. Recuperado de <https://www.elsitioavicola.com/articles/2140/manejo-practico-de-reproductoras-pesadas-produccion/>
- Melo López, L. 2006. Análisis y caracterización de ácidos fúlvicos y su interacción con algunos metales pesados. Tesis. Instituto de ciencias básicas e ingeniería.
- Mendoza - Rodríguez, Y.Y. (2004) El mercado de huevo en México: tendencia hacia la diferenciación en su consumo. Tesis. Colegio de Postgraduados.

Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. Campus montecillo. Postgrado de socio economía, estadística e informática economía.

- Midilli, M., Alp, M., Kocabağlı, N., Muğlali, Ö. H., Turan, N., Yilmaz, H., & Çakir, S. (2008). Effects of dietary probiotic and prebiotic supplementation on growth performance and serum IgG concentration of broilers. *South African Journal of Animal Sciences*, 38(1), 21–27. <https://doi.org/10.4314/sajas.v38i1.4104>
- Ortega J., et al. (2014) Producción avícola Mexicana en la última década. XXXIX Convención de ANECA, México, Abril de 2014. Recuperado de <https://www.elsitioavicola.com/articulos/2613/produccion-avicola-exicana-en-la-ultima-dacada/>
- Ozturk E, Coskun I, Ocak N, Erener G, Dervisoglu M, Turhan S. Performance, meat quality, meat mineral contents and caecal microbial population responses to humic substances administered in drinking water in broilers. *Br Poult Sci*. 2014;55(5):668-74. doi: 10.1080/00071668.2014.960807. Epub 2014 Oct 15. PMID: 25185450.
- Ozturk, E., Coskun, I., Ocak, N., Erener, G., Dervisoglu, M., & Turhan, S. (2014). Performance, meat quality, meat mineral contents and caecal microbial population responses to humic substances administered in drinking water in broilers. *British Poultry Science*, 55(5), 668–674. <https://doi.org/10.1080/00071668.2014.960807>
- Pasqualoto L, Lopes F, Okorokova-Facanha, Rocha A. 2002. Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence and plasma membrane H-ATPase activity in maize roots. *Plant Physiology*. 140:1951-1957.
- Payeras A. 2016. Ácidos húmicos y fúlvicos en bonsái. Recuperado de <http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/acidos-humicos-y-acidos-fulvicos/>
- Pettit, R. (2016). *Materia Organica*. Universidad de Texas A&M, 1, 11. Retrieved from <https://static1.squarespace.com/static/55c8cff5e4b0af53827c3795/t/57236abad210b805ad7ed12f/1461938875597/2016.04.07+The+importance+of+Humic+and+Fulvic+acids+to+fertile+soils+and+healthy+plants-ESP.pdf>



- Písaříková, B., Zralý, Z., & Herzig, I. (2010). The effect of dietary sodium humate supplementation on nutrient digestibility in growing pigs. *Acta Veterinaria Brno*, 79(3), 349–353. <https://doi.org/10.2754/avb201079030349>
- Popócatl Pérez, R. 2013. Evaluación del comportamiento productivo del pollo de engorda utilizando ácidos fúlvicos. Tesis. UAAAN.
- Rath N, Huff W, Huff G. 2006. Effects of humic acid on broiler chickens. *Poultry Science*.85:410- 414.
- Rath, N. C., Huff, W. E., & Huff, G. R. (2006). Effects of humic acid on broiler chickens. *Poult Sci*, 85(3), 410–414. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16553268>
- Rodríguez T, M. D., Venegas González, J., Angoa, P., & Montañez Soto, J. L. (2010). Extracción secuencial y caracterización fisicoquímica de ácidos húmicos en diferentes compost y el efecto sobre trigo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 1(2), 133-147.
- Rosmini M, Sequeira G, Guerrero L, Marti L, Dalla R, Frizzo, L, 2004. Producción de Prebióticos para animales de abasto: importancia del uso de la microbiota intestinal indígena. *Revista mexicana de ingeniería química*. 3(002):181-191.
- Rosmini, M. R.; Sequeira, G. J.; Guerrero Legarreta, I.; Martí, L. E.; Dalla Santina, R.; Frizzo, L.; Bonazza, J. C. (2004). Producción de prebióticos para animales de abasto: importancia del uso de la microbiota intestinal indígena. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 3, nú, 181–191.
- SAGARPA, (2015) Pollos, gallinas y la avicultura en México. Recuperado de <https://www.gob.mx/agricultura/es/articulos/pollos-gallinas-y-la-avicultura-en-mexico>.
- Samudovska A, Demeterová M. 2010. Effect of diet supplement with natural humic compounds and sodium humate on performance and selected metabolic variables in broiler chickens. *Acta vet BRNO*. 79:385-393.
- Sanmiguel Plazas RA, Rondón Barragán IS. Suplementación con sustancias húmicas en gallinas ponedoras durante la fase posmuda. *Rev CES Med Zootec*. 2014; Vol 9(2): 169-178.
- Sanmiguel, Plazas. R.A., Rondón, B. I. S (2014). Suplementación con sustancias húmicas en gallinas ponedoras durante la fase posmuda. *Rev. CES Med Zootec*: vol 9(2): 169.178.

- Supé, W. F. A. S. (2012). USO DE ACIDIFICANTES EN LA PRODUCCIÓN DE POLLOS BROILERS. Tesis.
- Thompson, J. L., & Hinton, M. (1997). Antibacterial activity of formic and propionic acids in the diet of hens on salmonellas in the crop. *British Poultry Science*, 38, 59–65. <https://doi.org/10.1080/00071669708417941>
- UNA Unión Nacional de Avicultores. Recuperado de <http://una.org.mx/2013/>
- UNA. 2014. Indicadores económicos compendio de indicadores económicos del sector avícola 2014. Recuperado de <http://www.una.org.mx/index.php/component/content/article/2-uncategorised/19-indicadores-economicos>.
- UNA. 2016 Unión Nacional de Avicultores. Recuperado de <http://una.org.mx/2016/>
- Vlčová Z. 2009. Chemical and physical transformations of humic acids. Tesis doctoral. Faculty of chemistry, Institute of physical and applied chemistry. BRNO University id technology.
- Wang Q, Chen Y, Yoo J, Kim H, Cho J, Kim I. 2008. Effect of supplemental humic substances on growth performance, blood characteristics and meat quality in finishing pigs. *Livest Sci.* ;( 117):270-274.
- Yalcin S, Ergun A, Ozsoy B, Yalcin S, Erol H, Onbasilar L. 2006. The effect of dietary supplementation of L- carnitin and humic substances on performance, egg trait and blood parameters in laying hens. *Journal Animal Science*. 19(10):1478-1483.