



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA**

**INCLUSIÓN DE HARINA DE *Curcuma longa* L. EN DIETAS PARA
GALLINAS DE POSTURA EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y
CALIDAD DEL HUEVO**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA**

PRESENTA

INCI DENISSE CORDOVA CRUZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. EUTIQUIO SONÍ GUILLERMO

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Mayo de 2022



BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y PECUARIAS
INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA**

**INCLUSIÓN DE HARINA DE *Curcuma longa* L. EN DIETAS PARA
GALLINAS DE POSTURA EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y
CALIDAD DEL HUEVO**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN INGENIERÍA AGRONÓMICA Y ZOOTECNIA**

PRESENTA

INCI DENISSE CORDOVA CRUZ

DIRECTOR DE TESIS

DR. EUTIQUIO SONÍ GUILLERMO

CODIRECTOR DE TESIS

DRA. JENNIFER PÉREZ MARTÍNEZ

ASESORES

DR. MARCOS PÉREZ SATO

ING. MARTÍN GONZÁLEZ GRILLET

Tlatlauquitepec, Puebla, México. Mayo de 2022

La presente tesis titulada: “**INCLUSIÓN DE HARINA DE *Curcuma longa* L. EN DIETAS PARA GALLINAS DE POSTURA EN EL RENDIMIENTO PRODUCTIVO Y CALIDAD DEL HUEVO**” realizada por **INCI DENISSE CORDOVA CRUZ**, ha sido revisada y aprobada por el Consejo Particular, para obtener el título de:

Licenciada en Ingeniería Agronómica y Zootecnia

Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias

Consejo Particular Integrado Por:

Firma

Director: Dr. Eutiquio Soní Guillermo



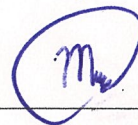
Codirector: Dra. Jennifer Pérez Martínez



Asesor: Dr. Marcos Pérez Sato



Asesor: Ing. Martín González Graillet



Tlatlauquitepec, Puebla, México. Mayo de 2022

El presente trabajo forma parte del Cuerpo Académico denominado “**Producción Pecuaria Integral**” de la línea de investigación: “**Producción Integral de Rumiantes y no Rumiantes**”. Dicho trabajo fue financiado con recursos propios.

DEDICATORIA

Agradezco a **Dios** por todas las cosas que me ha dado y también las que me ha quitado; por haber puesto en mi camino a las personas indicadas para que fuera posible alcanzar mis objetivos, y por darme la oportunidad de llegar a este punto de mi vida.

A mi Madre **Silvia E. Cruz García** por su invaluable apoyo en este proyecto de mi formación, por todo el apoyo que me ha dado, porque sé el esfuerzo que significó hacerme llegar hasta este punto de mi vida, por todo el amor, la entereza, los regaños y enseñanzas. Gracias mamá, este trabajo también es tuyo, sin ti no estaría escribiendo esto en estos momentos. Te amo.

A mis hermanos **Silvia** y **Daniel**, que sin importar la distancia y lo distintos que podemos ser, siempre han estado apoyándome. Los amo.

A mi sobrino **Gastón**, que, con su inocencia, alegría y amor, me ha motivado a dar mi mayor esfuerzo para mejorar profesional y personalmente. Te amo.

Al **Dr. Julio León Atzin**, aunque ya no esté presente para ver este logro que tanto anhelaba, por brindarme su amor, tiempo, conocimiento y educación en la etapa más complicada de mi vida; un beso y un abrazo hasta el cielo.

A mi tía **Gloria** y a mis abuelos **Gloria** y **Daniel Cordova**, por su cariño y solidaridad durante toda la fase experimental de mi proyecto. Los quiero.

A **Nickey Carmona** y **Oscar García**, por su ayuda, sus consejos, sus críticas, sobre todo por su amistad y animarme siempre a seguir. Muchas gracias.

Al Ing. **Armando**, por su apoyo incondicional antes y durante toda la fase experimental, infinitas gracias.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad De Ciencias Agrícolas Y Pecuarias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por estos años de estadía como joven universitaria, y más que nada a “Zootecnia” por las grandes enseñanzas, aventuras y amistades que me otorgó a lo largo de mi estadía.

Al Dr. Eutiquio Soní Guillermo, por haberme apoyado en la dirección de esta investigación, por transmitirme sus diversos conocimientos en campo y temas correspondientes, y ofreció sabios consejos a lo largo de mi estadía, muchas gracias.

A la Dra. Jennifer Pérez Martínez, por su apoyo y sugerencias para el desarrollo de esta investigación, por su asistencia para poder lograr esta meta, muchas gracias.

Al Dr. Marcos Pérez Sato, por su amistad, apoyo y tiempo dedicado a mi formación profesional, por transmitirme sus diversos conocimientos en campo y temas correspondientes y ofreció sabios consejos a lo largo de mi estadía, muchas gracias.

A la familia Hilario y al Ing. Martín González, quienes contribuyeron y pusieron a disposición sus animales para la elaboración de este proyecto, por todo su apoyo brindado antes y durante toda la fase experimental, Muchas gracias.

Y a todos los que contribuyeron directa e indirectamente en la realización de este trabajo. Muchas gracias.

ÍNDICE

Contenido	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT.....	iv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. HIPÓTESIS	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
4.1 Generalidades de las gallinas de postura.....	5
4.2 Características de la gallina Red Star.....	5
4.3 Situación actual de la producción de huevo en México.....	6
4.4 Consumo de huevo en México.....	6
4.5 Generalidades del huevo	7
4.6 Rendimiento productivo.....	9
4.7 Calidad de los alimentos	9
4.7.1 Calidad del huevo.....	9
4.8 Los aditivos y su importancia en la avicultura.....	10
4.8.1 Aditivos.....	10
4.8.2 Pigmentos.....	10
4.8.3 Uso de pigmentos naturales en la alimentación de las aves.....	10
4.9 <i>Curcuma longa</i> L.	11
V. MATERIALES Y MÉTODOS	12
5.1 Ubicación geográfica del experimento	12

5.1.2 Clima.....	12
5.2 Instalaciones y equipo	13
5.3 Diseño experimental	13
5.4 Dietas	13
5.5 Alimentación de las aves.....	15
5.6 Variables evaluadas.....	15
5.6.1 Comportamiento productivo	15
5.6.2 Calidad del huevo.....	15
5.7 Análisis estadístico.....	17
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
6.1 Variables del comportamiento productivo	18
6.2 Variables de calidad de huevo	19
VII. CONCLUSIONES	21
VIII. LITERATURA CITADA	22

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Composición de dietas para gallinas de postura.	14
Cuadro 2. Efecto de los niveles de harina de cúrcuma en el rendimiento productivo de gallinas Red Star de 30 a 43 semanas de experimento.	18
Cuadro 3. Efecto de los niveles de harina de cúrcuma en la calidad del huevo de gallinas Red Star de 30 a 43 semanas de experimento.	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Producción de huevo en México	6
Figura 2. Conformación del huevo	7
Figura 3. Localización del municipio de Tételes de Ávila Castillo, Puebla, México.....	12
Figura 4. Distribución de tratamientos	13
Figura 5. Abanico colorímetro Roche	16

RESUMEN

La coloración de la yema es una consideración importante para la comercialización del huevo, haciendo importante adicionar pigmentos en las dietas para gallinas de postura, lo que hace necesario explorar y reevaluar fuentes alternas que aporten pigmentos, por lo que la harina de *Curcuma longa* L. puede ser una alternativa viable. El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de incluir harina de *Curcuma longa* L. (HC) en la dieta para gallinas de postura, en el comportamiento productivo y la calidad de huevo. Se utilizaron 96 gallinas de la línea Red Star de 30 semanas de edad con un peso inicial de 1.800 ± 0.100 kg, distribuidas en un diseño completamente al azar en cuatro tratamientos de 24 gallinas cada uno, durante 13 semanas, los cuales fueron: Testigo 0 %, 0.10 %, 0.25 % y 0.50 % de HC. Las variables evaluadas en el comportamiento productivo fueron: producción de huevo, consumo de alimento, conversión alimenticia y masa de huevo; mientras que las variables evaluadas en la calidad de huevo fueron: peso del huevo, peso de clara, peso de yema, peso de cascarón, grosor de cascarón y coloración de la yema. Los datos se analizaron con el procedimiento PROC MIXED del paquete computacional SAS VER. 9.1 (2006), las diferencias de medias entre tratamientos se realizaron con la prueba de comparación de medias Tukey ($\alpha=0.05$). Los resultados indican que no hubo diferencias significativas ($P>0.05$), en variables del comportamiento productivo, respecto a variables de calidad del huevo solo se encontraron diferencias significativas ($P<0.05$) en la coloración de yema. Por lo que se concluye que la inclusión de 0.50 % de HC mejoró el color de la yema de huevo, sin afectar las variables productivas.

Palabras clave: *Curcuma longa* L., gallinas Red Star, variables productivas, calidad de huevo, color de yema.

ABSTRACT

The coloration of the yolk is an important consideration for the commercialization of the egg, making it important to add pigments in the diets for laying hens, which makes it necessary to explore and reevaluate alternative sources that provide pigments, for which the *Curcuma longa* L. flour can be a viable alternative. The objective of this research was to determine the effects of add *Curcuma longa* L (HC) flour in diet for laying hens, about its productive behavior and the egg quality. 96 Red Star line hens with 30 weeks of age and initial weight of 1.800+- 0.100 kg were used, distributed in a completely random design in four treatments of 24 hens each, for 13 weeks, which were: Control 0%, 0.10%, 0.25% and 0.50% HC. The variables evaluated in the productive behavior were: egg production, feed consumption, feed conversion and egg mass; while the variables evaluated in egg quality were: egg weight, egg white weight, egg yolk weight, egg shell weight, egg shell thickness and egg yolk color. The data was analyzed with the PROC MIXED procedure of the SAS VER computational package 9.1 (2006), the average differences between treatments were performed with Tukey's mean comparison test ($\alpha=0.05$). The results indicate that there were not significant differences ($P>0.05$), in variables of productive behavior, respect to egg quality variables, only significant differences ($P<0.05$) were found in egg yolk coloration. Therefore, it is concluded that the inclusion of 0.50% of HC improved the color of the egg yolk, without affecting the productive variables.

Key words: *Curcuma longa* L., laying hens, productive variables, egg quality, egg yolk color

I. INTRODUCCIÓN

El huevo es un alimento básico de bajo costo y altamente nutritivo (Oriondo *et al.*, 2013), tienen una amplia disponibilidad en el mercado en relación con otras proteínas de origen animal (Cruz *et al.*, 2016) y se aprovechan de diversas maneras por su versatilidad en la gastronomía (Peña *et al.*, 2011). La FAO (2015), menciona que 100 g, producto de dos huevos, aportan las necesidades nutricionales diarias en la alimentación humana; dentro de estos importantes nutrientes se puede mencionar las proteínas, vitaminas y minerales siendo una de las pocas fuentes exógenas de vitaminas D y K (Oriondo *et al.*, 2013).

Según el Anuario Estadístico de la Producción Ganadera en el año 2020 se produjo a nivel nacional 3,015,960 t de huevo para plato (SIAP, 2020). La conformación del huevo es un factor importante para la comercialización y la aceptación por los consumidores (Jerez *et al.*, 2014), principalmente la coloración de la yema, ya que con el pasar de los años el consumidor ha ligado la coloración de la yema de huevo con la calidad del producto, salud del animal, valor nutricional (Martínez *et al.*, 2004), sin embargo, no hay estudios que afirmen que una coloración intensa de la yema de huevo tiene alto valor nutricional, la coloración dependerá de la conservación del huevo y de los carotenoides disponibles que las gallinas consuman del alimento (Carranco *et al.*, 2020).

La selección genética ha mejorado los niveles productivos y la conversión de alimento, esto conlleva a que las aves consumen menos alimento, limitando el consumo de carotenoides presentes en las materias primas de las dietas, por lo que la adición de pigmentos en la formulación de dietas se ha empleado para mejorar la apariencia, aunque no mejore el valor nutritivo del producto (Alzate *et al.*, 2011; Valdés *et al.*, 2011). Se han empleado pigmentos sintéticos/artificiales para aportar colores brillantes y atractivos, por lo que su utilización es mínima, sin embargo, son cuestionados por los consumidores por efectos perjudiciales a la salud y su uso en la industria alimenticia es cada vez más estricto en lo referente a la forma de obtención del pigmento (Carranco *et al.*, 2003), por lo que se busca complementar las dietas con productos naturales que sean extraídos de una sustancia vegetal, fáciles de utilizar, que aporten color y otros beneficios, como la Cúrcuma (*Curcuma longa* L.), utilizada como planta medicinal, en la gastronomía e industria alimentaria y en cosmetología (Saiz de Coz, 2014). Es una planta de la familia *Zingiberaceae* distribuida en las regiones tropicales y subtropicales

(Freire y Vistel, 2015), la parte útil es el rizoma seco, el cual, se puede secar y moler para obtener una harina rica en carotenos, que contiene un pigmento amarillo-naranja llamado curcumina (Chattopadyay *et al.*, 2004; Hassan, 2016).

Algunos trabajos (Keshavarz, 1976; Radwan *et al.*, 2008; Sang *et al.*, 2012; Hassan, 2016) han experimentado la inclusión de harina de cúrcuma (HC) como aditivo en dietas para gallinas de postura favoreciendo la coloración de la yema, sin embargo, la selección genética ha cambiado las características de las gallinas, por lo que es necesario reevaluar la inclusión de este aditivo (Valdés *et al.*, 2011).

Por lo anterior, el presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar diferentes niveles de inclusión de harina de cúrcuma en dietas para gallinas Red Star de postura en el comportamiento productivo y calidad del huevo en la región nororiental del estado de Puebla.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar parámetros productivos y calidad del huevo en gallinas ponedoras Red Star alimentadas con diferentes niveles de inclusión de harina de cúrcuma.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar consumo de alimento, conversión alimenticia, peso del huevo, masa del huevo, porcentaje de postura en gallinas ponedoras alimentadas con dietas isoprotéicas e isoenergéticas con diferentes niveles de cúrcuma.
- Determinar características de calidad de cascarón y coloración de la yema en gallinas ponedoras alimentadas con dietas isoprotéicas e isoenergéticas con diferentes niveles de cúrcuma.

III. HIPÓTESIS

Al menos un nivel de inclusión de harina de cúrcuma mejorará el comportamiento productivo y calidad de huevo en gallinas Red Star.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Generalidades de las gallinas de postura

La gallina (*Gallus gallus domesticus*) es la subespecie doméstica de la especie *Gallus gallus*, una especie de ave galliforme de la familia *Phasianidae* procedente del sudeste asiático. Las razas de importancia comercial varían en apariencia física como en eficacia en la conversión del alimento y pueden clasificarse en gallinas pesadas y ligeras, suministrando al hombre dos alimentos importantes: carne y huevos (Sisson y Grossman, 1982; García *et al.*, 2014). Es un ave omnívora, por lo que pueden comer carne o vegetales; en la industria avícola su alimentación se basa principalmente en el empleo de raciones con 15 a 16 % de proteína y 2.6 a 2.8 Mcal EM kg⁻¹ y una relación de Ca:P de 10-12:1 (NRC,1994).

El aparato reproductor de la gallina está conformado por dos partes, el ovario y el oviducto. El ovario produce el óvulo; la yema se produce del oocito con materiales sintetizados por el hígado. El óvulo de mayor tamaño se libera del ovario, mediante la ruptura folicular y es depositada en el infundíbulo (primera estructura del oviducto). El oviducto es un órgano en forma de tubo, este conduce el óvulo a la cloaca y le adiciona sucesivamente la albúmina, las dos membranas testáceas y la cáscara. El huevo necesita 25 h para atravesar el oviducto; durante el trayecto el infundíbulo, el magnum, el istmo y el útero contribuyen distintamente a la composición del huevo mientras que la vagina actúa como conducto (Sisson y Grossman, 1982).

4.2 Características de la gallina Red Star

La gallina Red Star es una línea de gallina ponedora roja, que se obtuvo al cruzar un gallo Rhode Island colorado con una gallina Rhode Island blanca. Algunas de las principales características son: gallina semipesada, buena productora de carne., color del huevo marrón y una productividad 320 huevos anuales, plumaje rojo en casi todo su cuerpo, con plumas rojas en su cola y de carácter dócil (Granja Santa Isabel; Gallinas.org, 2021).

4.3 Situación actual de la producción de huevo en México

México se ubica como el cuarto productor de huevo a nivel mundial. Actualmente los estados productores de huevo en México (Figura 1) se encuentran en las siguientes posiciones: Jalisco 54 %, Puebla 16 %, Sonora 5 %, San Luis Potosí 4 %, Yucatán 3 %, el resto 18 % (SIAP, 2020).

Para el año 2019 se registró una producción nacional de 2,949,782 t de huevo para plato y para el año 2020 de 3,015,960 t lo que refleja un crecimiento de 2.2 % en el lapso de un año (SIAP, 2020).

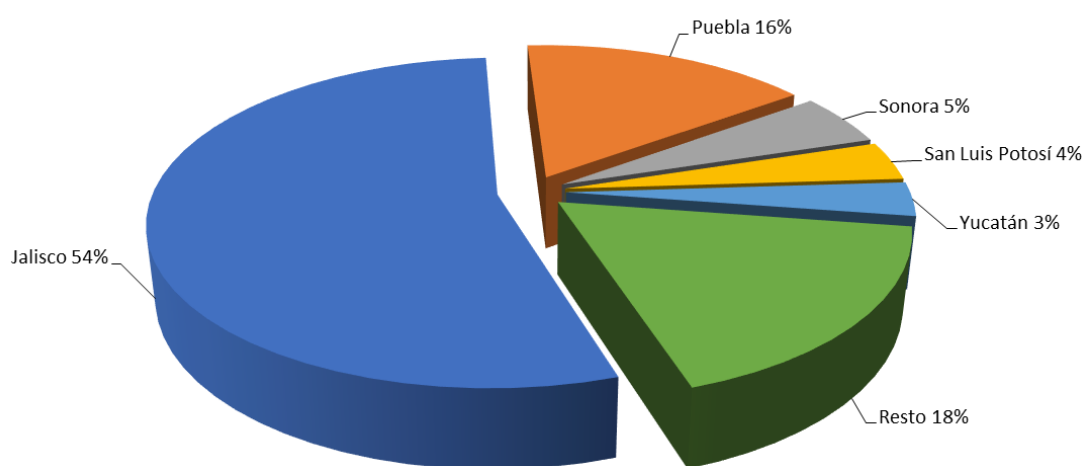


Figura 1. Producción de huevo en México (SIAP, 2020).

4.4 Consumo de huevo en México

México es el principal consumidor de huevo en el mundo, en el 2020 se registró un consumo de 23.22 kg por persona (UNA, 2020), el cual se consume de diversas formas como: crudos, cocidos, repostería, hasta en platillos con distintos niveles de elaboración (SIAP, 2013).

4.5 Generalidades del huevo

El huevo está compuesto de tres partes: cáscara, clara y yema (Figura 2).

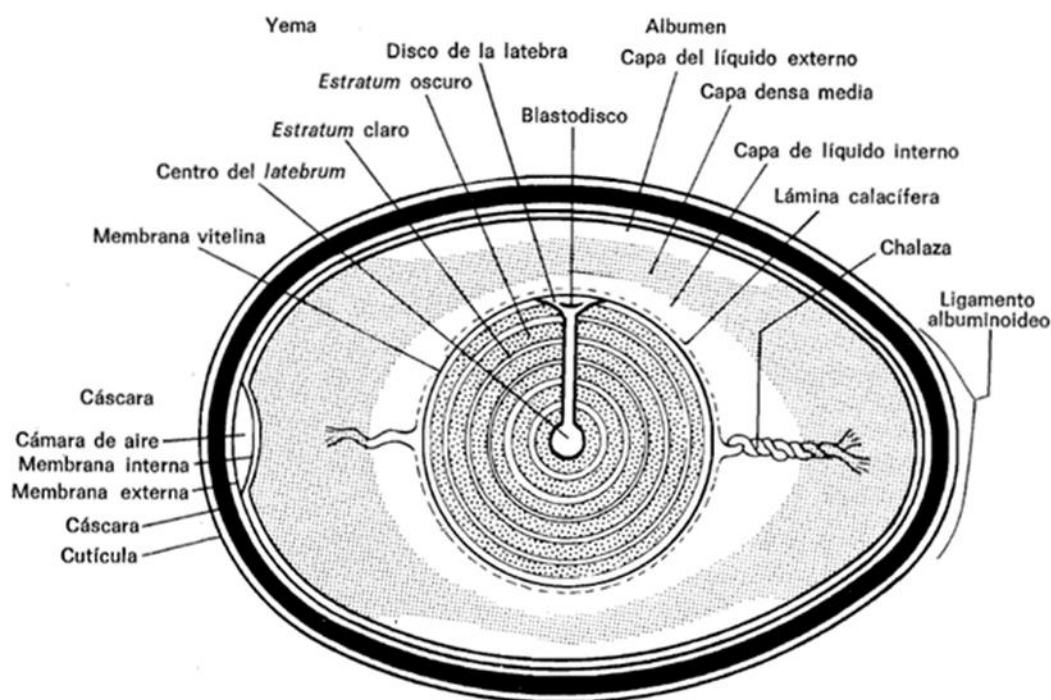


Figura 2. Conformación del huevo (Sisson y Grossman, 1982).

La cáscara o cascarón es la primera barrera de defensa del huevo, es una estructura calcárea, lisa, dura, de carácter poroso revestida en su interior de una película protectora natural impidiendo que ingresen microorganismos desde el exterior. Constituye el 9-12 % del peso total de huevo y posee un 94 % de carbonato de calcio y otros minerales orgánicos; su color depende de la línea genética de la gallina por lo que no influye en la calidad, sabor o valor nutritivo. El grosor del cascarón está influenciado por la dieta de la gallina (Sisson y Grossman, 1982; Aburto, 2008).

La albúmina o clara se compone principalmente de agua (88 %), proteínas (11 %), carbohidratos (1.0 %) y minerales (0.5 %), constituye un 58-59 % del peso total del huevo (Aburto, 2008). Su principal proteína es la ovoalbúmina, seguida por la ovotransferina y otras como la lisozima (Dussailant *et al.*, 2017). La clara está conformada por dos chalazas, cada una es una estructura espiral de fibras, la tensión de estas mantiene a la yema cerca del centro del

huevo; la capa densa, que es fuente principal de proteínas y riboflavina; y la capa fluida, que se extiende alrededor de la capa densa, a medida que envejece el huevo, aumenta la proporción de esta (Sisson y Grossman, 1982; Peña *et al.*, 2011).

La yema es la porción amarilla central separada de la clara por la membrana vitelina y se encuentra suspendida por las chalazas, es ligeramente oval y constituye un 31-32 % del peso total del huevo (Aburto, 2008). El centro está formado por una cantidad de yema blanca que es el centro de la latebra, conectada inmediatamente debajo del blastodisco. El resto de la yema se llama “yema amarilla” la cual, comúnmente muestra unos estratos alternantes oscuros y claros, estos estratos son el resultado de las variaciones en la cantidad de pigmentos carotenoides en la dieta y no se presentan si la dieta es uniforme en dichos pigmentos (Sisson y Grossman, 1982). La yema está formada por lípidos (26-27 %), proteínas (16 %) e hidratos de carbono (3-4 %), es fuente de vitaminas (tiamina y riboflavina), además de contener más calorías que la clara, contiene más minerales, entre éstos, calcio, hierro, fósforo y sulfuro (Peña *et al.*, 2011). El color amarillo-naranja de la yema dependerá principalmente de los carotenoides del tipo xantofilas (luteína y zeaxantina) que las aves consuman del alimento, por lo cual no interfiere en la calidad nutritiva del huevo (Carranco *et al.*, 2020)

La FAO (2015) reconoce al huevo como uno de los alimentos más nutritivos de la naturaleza bajo en calorías, posee importantes nutrientes esenciales para la salud. La proteína del huevo contiene cada uno de los aminoácidos esenciales y es considerada como la proteína de mejor calidad en comparación con otros alimentos. Tiene grasas insaturadas que favorecen la salud cardíaca y vascular. Un huevo tamaño promedio contiene al menos 200 mg de colesterol localizados principalmente en la yema, esto ocasionó que su consumo se limitara erróneamente en personas que necesitaban controlar el nivel de colesterol en la sangre, sin embargo, estudios evidencian que consumir huevo no tiene influencia sobre los niveles de colesterol sérico, por lo cual no causan riesgo de enfermedad coronaria o de ictus, e incluso puede ser factor protector (Oriondo *et al.*, 2013; López *et al.*, 2017).

La yema de huevo contiene dos carotenoides, luteína y zeaxantina, que previenen la degeneración macular relacionada con la edad visual, y responsables de una significativa reducción del riesgo de cataratas. El huevo también es una de las pocas fuentes exógenas de vitamina D y K (Oriondo *et al.*, 2013; Dussailant *et al.*, 2017).

El huevo es sumamente nutritivo y se aprovechan de diversas maneras por su versatilidad en la gastronomía, con una relación precio-calidad que hace una buena opción como reemplazo de carnes (Carbajal, 2006; Peña *et al.*, 2011).

4.6 Rendimiento productivo

El rendimiento productivo tiene la finalidad de mostrar un amplio panorama del desempeño productivo de cualquier sistema de producción. Son indicadores que permiten hacer comparación de resultados con otros trabajos de campo o de investigación. Los parámetros productivos se calculan en base a registros de producción como el alimento consumido, conversión alimenticia, ganancia de peso, entre otros, que permiten la toma de decisiones, control y planeación a corto o largo plazo. En la avicultura, hablando de gallinas de postura se analiza el huevo producido, peso del huevo, peso corporal, alimento consumido, conversión alimenticia, porcentaje de producción y de mortalidad, la información obtenida refleja el desarrollo del potencial genético del ave con relación a su línea, edad y sexo (Itza y Ciro, 2015).

4.7 Calidad de los alimentos

El termino calidad fue definido por Kramer (1951), como la suma o conjunto de características de un producto alimenticio dado que influyen sobre la aceptabilidad o preferencia por parte del consumidor.

4.7.1 Calidad del huevo

La calidad del huevo es un término que relaciona los aspectos físicos que se les han impuesto a los huevos; estos aspectos determinan la calidad externa del huevo (cascarón) y la calidad interior (clara, yema). Algunas de estas normas se basan en medidas subjetivas y cuantitativas (Chavarría *et al.*, 2021).

4.8 Los aditivos y su importancia en la avicultura

4.8.1 Aditivos

Los aditivos son sustancias que se agregan a otras para darles cualidades de que carecen o para mejorar las que poseen; no se consume como alimento, sino que se convierte en un componente de los productos alimenticios (RAE, 2021).

4.8.2 Pigmentos

Un pigmento es un aditivo que se emplea de manera intencionada para mejorar la apariencia de un producto, es una sustancia química que imparte color; si es natural también se les conoce como pigmentos. Los pigmentos sintéticos requieren de una certificación para poder utilizarse. Los pigmentos naturales son generados por microorganismos, vegetales, animales o minerales (Badui, 2006; Belmonte *et al.*, 2016).

4.8.3 Uso de pigmentos naturales en la alimentación de las aves

El uso de pigmentos en la alimentación de las aves ha sido una consecuencia de la demanda del público y no de requerimientos nutritivos (Martínez *et al.*, 2004) debido a la importancia del aspecto de los alimentos, los pigmentos tienen un papel muy relevante entre los aditivos alimentarios (Badui, 2006).

La producción avícola actual ha implicado una mejora de los niveles productivos y la conversión del alimento, debido a esto, las aves consumen menos carotenoides los cuales, deberían ser proporcionados por las materias primas (Valdez *et al.*, 2011; Estéves y Carné, 2018,), es por esto que se justifica el uso de pigmentos artificiales, usados ampliamente por su poder colorante, así que se requiere cantidades menores para lograr el mismo efecto de color, sin embargo, los parámetros de calidad y sanidad son más exigentes y se busca recurrir a pigmentos de fuentes naturales que aporten color, principalmente de origen vegetal (Carranco *et al.*, 2003)

Existen varias fuentes pigmentantes de forma natural que tienen una amplia distribución en la naturaleza, varios trabajos han señalado su éxito con una combinación de pigmentos naturales como Martínez *et al.* (2004) evaluaron el efecto pigmentante al adicionar tres niveles de xantofilas amarillas saponificadas de flor de cempasúchil (*Tagetes erecta*) (60, 70, 80 ppm), a

dietas de pollos de engorda de la estirpe Ross, indicaron que con la suplementación de 80 ppm de xantofilas amarillas saponificadas de flor de cempasúchil, se logró una pigmentación de la piel acorde al mercado mexicano, en otro estudio realizado por Carranco *et al.* (2003) implementaron harina de cabezas de camarón, en raciones para gallinas ponedoras, informando que la inclusión de (10, 20 y 25 %) incrementó significativamente en coloración de yema, sin afectar las variables productivas, calidad y sabor del huevo, por otro lado, Carranco *et al.* (2020) suplementaron dietas con cinco niveles de harina de *Tithania diversifolia* (HTD) (1.77, 5, 10 y 15 %) en dietas para gallinas ponedoras, los resultados obtenidos mostraron que la HTD puede ser incluida en alimentos para gallinas ponedoras para favorecer la coloración de la yema con niveles de inclusión de 10 y 15 %. Estos estudios demuestran que en la naturaleza podemos encontrar fuentes alternas que favorezcan la coloración de la yema, sin afectar variables del comportamiento productivo,

4.9 *Curcuma longa* L.

La *Curcuma longa* L., es una planta herbácea, perene, monocotiledónea de orden *Zingiberales* de la familia *Zingiberaceae*, es de origen asiático, y es comúnmente conocida por cúrcuma, jengibre amarillo o en inglés como turmeric; mide alrededor de 2 metros de alto con hojas largas de color verde con inflorescencia rosa; posee raíces oblongopalmeadas arrugadas, de color marrón en el exterior y color naranja profundo en el interior. Necesita temperaturas de entre 20 y 30°C, pluviosidad considerable y niveles altos de luz, por lo que se cultiva a campo abierto, prefiere suelos francos con un pH ligeramente ácido (5-6). No existe formación de semilla por lo que se reproduce en esquejes a partir del rizoma (Saiz de Coz, 2014; Freire y Vistel, 2015; Hassan 2016).

El rizoma es la parte útil, que contiene varios compuestos activos (fitoquímicos) como el agente colorante no volátil llamado curcuminoide que contiene un pigmento amarillo fenólico llamado curcumina; tiene un amplio espectro de acciones biológicas, incluidas diversas propiedades antioxidantes y anticancerígenas. La cúrcuma es utilizada comúnmente como especia, en gastronomía e industria alimentaria, en medicina tradicional y cosmética natural (Sang *et al.*, 2012; Chattopadyay *et al.*, 2004).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Ubicación geográfica del experimento

El trabajo se realizó en el municipio de Teteles de Ávila Castillo que se localiza en la parte Noreste del Estado de Puebla (Figura 3). Sus coordenadas geográficas son los paralelos $19^{\circ} 50' 48''$ y $19^{\circ} 52' 06''$ de latitud norte y los meridianos $97^{\circ} 23' 18''$ y $97^{\circ} 26' 42''$ de longitud occidental. Al Norte: Con Yaonáhuac y Hueyapan, Al Este: Con Chignautla, Al Sur: Con Atempan y Al Oeste: Con Yaonáhuac y Tlatlauquitepec (INEGI, 2017; INAFED, 2018).

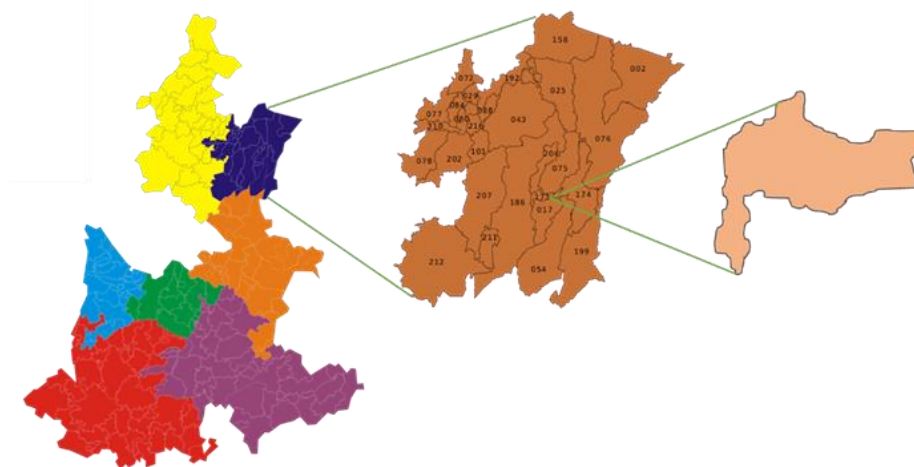


Figura 3. Localización del municipio de Teteles de Ávila Castillo, Puebla, México (INEGI, 2017).

5.1.2 Clima

En Teteles de Ávila Castillo, la temporada de lluvia es nublada, la temporada seca es parcialmente nublada y es cómodo durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 6°C a 24°C y rara vez baja a menos de 3°C o sube a más de 28°C (INAFED, 2018).

5.2 Instalaciones y equipo

El experimento se llevó a cabo en una galera con un área total de 10 x 40 m, cercado con malla ciclónica, techo de un agua. Se adecuaron 12 corrales de 1.5 m de largo y 1.5 m de ancho. Cada corral fue acondicionado con bebedero de 5.25 L, comederos tipo cubeta con capacidad de 3 kg, nidos y perchas. Se proporcionó luz artificial por la noche para completar 16 h luz al día.

5.3 Diseño experimental

Se empleó un diseño completamente al azar, analizando variables productivas y de calidad del huevo, donde se ocuparon 96 gallinas distribuidas en cuatro tratamientos (T) con tres repeticiones (R) cada uno (Figura 4); los tratamientos evaluados fueron:

- T1, 0 % de HC
- T2, 0.10 % de HC
- T3, 0.25 % de HC
- T4, 0.50 % de HC.

T4 R1	T2 R3	T3 R3	T1 R1	T4 R2	T2 R1
T3 R1	T1 R2	T4 R3	T1 R3	T3 R2	T2 R2

Figura 4. Distribución de tratamientos.

Cada repetición consistió de 8 gallinas de la línea Red Star con 30 semanas de edad y un peso inicial de 1.800 ± 0.100 kg las cuales fueron alojadas en corrales de 1.5 x 1.5 x 2 m, se les suministró el alimento y el agua a *ad libitum* en todo el periodo experimental.

5.4 Dietas

Las dietas se formularon a base de maíz y pasta de soya adicionándole diferentes niveles de harina de cúrcuma (HC):0, 0.1, 0.25 y 0.50 % (Cuadro 1). Las dietas fueron isoprotéicas e isoenergéticas, con el fin de cubrir los requerimientos nutritivos para gallinas de postura propuestos por el NRC (1994) y Cuca *et al.* (2009).

Cuadro 1. Composición de dietas para gallinas de postura.

INGREDIENTES	T1	T2	T3	T4
HC %	0	0.10	0.25	0.50
Maíz (9 % PC)	62.36	62.36	62.36	62.36
Pasta de soya (44 % PC)	22.19	22.19	22.19	22.19
Arena	1.88	1.88	1.88	1.88
Coocidiostato	0.50	0.50	0.50	0.50
DL-metionina (99 %)	0.35	0.35	0.35	0.35
CaCo3 (38 %)	11.36	11.36	11.36	11.36
Fosfato dicálcico (18/21 %)*	0.71	0.71	0.71	0.71
PVM§	0.30	0.30	0.30	0.30
Sal	0.35	0.35	0.35	0.35
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0
APORTE DE NUTRIENTES				
PC (%)	16.5	16.5	16.5	16.5
EM (Kcal kg⁻¹)	2.75	2.75	2.75	2.75
Calcio (%)	4.30	4.30	4.30	4.30
Fósforo disponible (%)	0.25	0.25	0.25	0.25
Lisina (%)	0.77	0.77	0.77	0.77
Metionina+Cistina (%)	0.78	0.78	0.78	0.78
Triptófano (%)	0.18	0.18	0.18	0.18
Treonina (%)	0.54	0.54	0.54	0.54

HC, porcentaje de harina de cúrcuma; T, tratamientos; PVM, premezcla de vitaminas y minerales; PC, proteína cruda; EM, energía metabolizable

*18, calcio; 21, fosforo

§ Aporta por kg de alimento: vitamina A, 9000 UI; vitamina D3, 2500 UI; vitamina E, 20 UI; vitamina K, 3.0 mg; vitamina B2, 8.0 mg; vitamina B12, 0.015 mg; ácido pantoténico, 10 mg; ácido nicótico, 60 mg; niacina, 40 mg; ácido fólico, 0.5 mg; colina (cloruro de colina), 300 mg; D-biotina, 0.055 mg; tiamina, 2.0 mg; hierro, 65.0 mg; zinc, 100 mg; manganeso, 100 mg; cobre, 9.0 mg; selenio, 0.3 mg; yodo, 0.9 mg.

5.5 Alimentación de las aves

Las gallinas fueron alimentadas con las dietas correspondientes de acuerdo con los tratamientos T1, T2, T3 Y T4 durante 13 semanas correspondientes al experimento; se alimentaron dos veces al día, 9:00 de la mañana y 5:00 de la tarde.

5.6 Variables evaluadas

5.6.1 Comportamiento productivo

Las variables de comportamiento productivo se midieron semanalmente. Las características evaluadas fueron:

- a) **Alimento consumido (AC):** El alimento se pesó semanalmente durante toda la fase experimental registrando la cantidad de alimento ofrecido y rechazado. El AC se obtuvo por la diferencia entre el alimento ofrecido y el alimento rechazado. Se reporta en g ave día⁻¹.
- b) **Conversión alimenticia (CA):** Se utilizaron los datos de peso de huevo (g) y el alimento consumido (g). La CA se obtuvo al dividir el alimento consumido entre el peso de huevo.
- c) **Porcentaje de postura (PP):** Se utilizaron los datos de número de huevos y la existencia de aves. El PP se obtuvo como el resultado de número de huevos multiplicado por cien entre la existencia actual de aves.
- d) **Masa del huevo (MH):** Para determinar esta variable se utilizaron los datos del PP y PH (g). La MH se obtuvo como resultado de porcentaje de postura por el peso de huevo dividido entre cien. Se reporta en g.

5.6.2 Calidad del huevo

La evaluación de calidad del huevo se realizó al día 0, 45 y 90 del experimento, en el laboratorio del departamento de zootecnia de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. En cada periodo de esta evaluación se tomaron 15 huevos al azar por tratamiento, las características evaluadas fueron:

- a) **Peso del huevo:** se obtuvo pesando los huevos de manera individual, mediante el uso de una balanza digital de la marca Scout pro® con capacidad de 600 g.

Posteriormente los huevos fueron quebrados, separando cuidadosamente la yema, albúmina y cascarón (limpio y seco). (expresada en g).

- b) **Peso de albúmina:** se obtuvo pesando la albúmina o clara de cada huevo de manera individual (expresada en g).
- c) **Peso de yema:** se obtuvo pesando la yema de cada huevo de manera individual (expresada en g).
- d) **Peso de cascarón:** se obtuvo pesando el cascarón de cada huevo limpio y seco de manera individual (expresada en g).
- e) **Grosor de cascarón:** se obtuvo midiendo el espesor del cascarón en la parte media de cada huevo de manera individual mediante la utilización de un tornillo micrométrico marca Mitutoyo® (expresada en micrones).
- f) **Coloración de la yema:** la evaluación de esta variable fue determinada de manera subjetiva utilizando la escala empírica de colores fabricada por La Roche (Figura 5) que presenta 15 tonalidades desde amarillo pálido hasta naranja intenso. La yema de cada huevo fue colocada en una superficie blanca posicionando el abanico sobre la yema y determinándole el número (1 a 15) de tonalidad más aproximado.



Figura 5. Abanico colorímetro Roche.

5.7 Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones por tratamiento.

El modelo estadístico fue el siguiente:

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

donde:

Y_{ij} = variable respuesta del i-ésimo tratamiento de la j-ésima repetición

$$i = 1, 2, 3, 4$$

$$j = 1, 2, 3$$

μ = Media general

T_i = Efecto del i-ésimo tratamiento

E_{ij} = Error experimental

El análisis estadístico se realizó con el procedimiento PROC MIXED del paquete computacional SAS VER. 9.1 (2006), las diferencias de medias entre tratamientos se realizaron con la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Variables del comportamiento productivo

En el Cuadro 2 se presentan los resultados promedio de 90 d de experimentación con la inclusión de harina de cúrcuma (HC) en diferentes niveles (0, 0.10, 0.25 y 0.50 % HC) para gallinas Red Star de 30 a 43 semanas de edad. En la presente investigación el análisis estadístico no mostró diferencias significativas ($P>0.05$) en CAL, CA, PP y MH entre los tratamientos, estos resultados coinciden con lo reportado por Gumus *et al.* (2018) ya que de igual manera no encontró diferencias significativas en las variables mencionadas cuando probó niveles de HC 0 y 0.5 % en dietas para gallinas de la línea Lohmann Brown, a pesar de que probó solo dos niveles de HC; sin embargo, Sang *et al.* (2012) mencionan que al probar niveles de 0, 0.1, 0.25 y 0.5 % de HC encontraron diferencias significativas en PP y MH, la mejor respuesta fue con el nivel de 0.5 %, resultados diferentes a la presente investigación, estas diferencias significativas probablemente se deba a que en la presente investigación se trabajó con la raza Red Star y Sang *et al.* (2012) trabajó con la línea Lohmann Brown.

Cuadro 2. Efecto de los niveles de harina de cúrcuma en el rendimiento productivo de gallinas Red Star de 30 a 43 semanas de experimento.

TRATAMIENTOS	CAL (g)	CA	PP (%)	MH (g)
T1	157.08	2.77	82.99	47.06
T2	169.07	2.97	78.71	44.86
T3	161.40	2.91	80.89	44.91
T4	168.69	3.01	79.93	44.91
EEM	3.77	0.62	3.62	1.75
P	0.14	0.10	0.79	0.76

Medias con letras diferentes entre columnas, existe diferencia significativa ($P \leq 0.05$); T1, tratamiento testigo con 0 % HC; T2, tratamiento con 0.1 % HC; T3, tratamiento con 0.25 % HC; T4, tratamiento con 0.5 % HC; CAL, consumo de alimento; CA, conversión alimenticia; PP, porcentaje de postura; MH, masa de huevo.

En un estudio realizado por Radwan *et al.* (2008) al alimentar gallinas de 28 semanas de edad con niveles de 0, 0.5 y 1 % de HC, reportan que la adición de 0.5 % de HC en dietas de gallinas ponedoras aumentó el PP y MH, se mejoró la CA y no se afectó el CAL con hasta 1 % de inclusión de HC en la dieta. Por otro lado, Raisi *et al.* (2012) al adicionar 0, 0.5, 1, 1.5 y 2 % de HC en las dietas de gallinas ponedoras Hy-line White de 100 semanas edad, mencionan que la inclusión de 2 % de HC favoreció el CAL, la CA y la MH, datos similares a los encontrados por Hassan (2016) quien incluyó el 0, 2 y 4 % de HC en las dietas de gallinas Hisex White con 52 semanas de edad, reportó que la adición 2 % de HC mejoró el CAL y el PP, pero disminuyó la MH, estas diferencias podrían atribuirse a que dichos autores incluyeron niveles de inclusión de HC más altos a los de la presente investigación.

6.2 Variables de calidad de huevo

En el Cuadro 3 se presentan los resultados promedio de calidad de huevo con la inclusión de HC (0, 0.10, 0.25 y 0.50 %) para gallinas Red Star de 30 a 43 semanas de edad. El análisis estadístico para variables PH, PY, PA, PC y GC no mostró diferencias significativas ($P>0.05$) entre los tratamientos. Para los valores del CY (escala roche) se observa que el grupo de gallinas alimentadas con dietas que contenían 0.50 % de HC mostraron un CY mayor ($P<0.05$) que el grupo de gallinas alimentadas con 0 y 0.1 % de HC, sin embargo, no se observaron diferencias entre el grupo de gallinas alimentadas con dietas que contenían 0 y 0.1 % de HC. Estudios realizados por Sang *et al.* (2012) encontraron diferencias en PH y CY pero no en GC, con niveles 0, 0.1, 0.25 y 0.5 % de HC, en gallinas de postura Lohmann Brown de 60 semanas de edad, así mismo Radwan *et al.* (2008) encontró diferencias en PH y PY con niveles de 1 % de HC, pero no encontraron, diferencias ($P>0.05$) en GC y CY.

Cuadro 3. Efecto de los niveles de harina de cúrcuma en la calidad del huevo de gallinas Red Star de 30 a 43 semanas de experimento.

TRATAMIENTO	PH (g)	PY (g)	PA (g)	PC (g)	GC (micrones)	CY
T1	54.92	16.74	31.44	4.92	0.439	12.7c
T2	54.23	16.14	30.34	5.02	0.519	12.8c
T3	54.06	16.41	31.51	5.08	0.437	13.4ab
T4	53.17	16.57	31.37	6.07	0.440	13.5a
EEM	1.15	0.36	0.52	0.10	0.03	0.15
P	0.76	0.69	0.39	0.71	0.32	0.01

Medias con letras diferentes entre columnas, existe diferencia significativa ($P \leq 0.05$); T1, tratamiento testigo con 0 % HC; T2, tratamiento con 0.1 % HC; T3, tratamiento con 0.25 % HC; T4, tratamiento con 0.5 % HC; PH, peso de huevo; PY, peso de yema; PA, peso de albúmina; PC, peso de cascarón; GC, grosor de cascarón; CY, color de yema.

Raisi *et al.* (2012) mencionan que al adicionar niveles de HC 0, 0.5, 1, 1.5 y 2 % en gallinas Hy-line White-36 de 100 semanas de edad, encontraron diferencias significativas entre el tratamiento testigo y 2 % en CY, pero no en las variables PC y GC, resultados similares al presente estudio, ya que se hallaron diferencias en CY en el nivel de 0.5 %, es importante mencionar que a pesar de que el presente estudio fue con un nivel más bajo (0.5 %) y el trabajo realizado por el autor antes mencionado fue con el nivel más alto (2 %) de HC. Por otro lado, Hassan (2016) al probar niveles hasta 4 % de HC con incrementos de 0 y 2 % de HC en gallinas Hisex White de 52 semanas de edad encontró diferencias en PH con 2 % y 4 % en CY. Gumus *et al.* (2018) encontraron que la adición de HC no afectó las variables PH y CY con la inclusión de 0 y 0.5 % de HC en gallinas Lohmann Brown. Los resultados antes mencionados por los diferentes autores son variables al presente estudio, esto se debe probablemente a los diferentes niveles de HC. Por otra parte, esas variaciones en los resultados se deban a la edad de las gallinas y el tipo de líneas que utilizaron con el presente estudio.

VII. CONCLUSIONES

Se concluye que la harina de cúrcuma en niveles de 0, 0.1, 0.25 y 0.50 % no afecta el consumo de alimento, conversión alimenticia, producción de huevo y masa de huevo en gallinas Red Star de postura.

La harina de cúrcuma no modifico el peso de huevo, peso de albúmina, peso de yema, peso de cascarón y grosor de cascarón, mientras que la coloración de la yema se mejora con 0.50 % de cúrcuma.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aburto I. A. 2008. El huevo. El huevo como aliado de la nutrición y la salud. Revista Cubana de Alimentación y Nutrición 18(2 supl 1):S1-S15
- Alzate T. L. M., C. Jiménez C., y J. Londoño L. 2011. Aprovechamiento de residuos agroindustriales para mejorar la calidad sensorial y nutricional de productos avícolas. Producción Más Limpia. 6 (1):108-12
- Badui D.S. 2006. Química de los alimentos. 4ª. Ed. Pearson Educación. México. pp 401-406
- Belmonte V. J. L., I. J. Arroyo C., M. A. Vázquez G., D. Cruz C. y E. Peña C. 2016. Colorantes artificiales en alimentos. Revista Naturaleza y Tecnología. 24-38
- Carbajal A. A. 2006. Calidad nutricional de los huevos y relación con la salud. Nutrición Productiva 10:73-76
- Carranco J. M. E., V. Barrita R., B. Fuente M., E. Ávila G y L. Sanginés G. 2020. Inclusión de harina de *Tithonia diversifolia* en raciones para gallinas ponedoras de primer ciclo y su efecto sobre la pigmentación de yema de huevo. Revista Mexicana Ciencia Pecuaria 11 (2):355-368
- Carranco M. E., C. Calvo., L. Arellano., F. Pérez G., E. Ávila y B. Fuente. 2003. Inclusión de la harina de cabeza de camarón *Penaeus* sp. en raciones para gallinas ponedoras. Efecto sobre la concentración de pigmento rojo de yema y calidad del huevo. Interciencia 28 (6):328-333
- Chattopadhyay I., K. Biswas., V. Bandyopadhyay and R. K. Banerjee. 2004. Turmeric and curcumin: Biological actions and medicinal applications. Current Science 87 (1):44-53
- Chavarria Z. S., A. Chacon V. R., R. Wing-Ching J., R. Zamora S. 2021. Rendimientos productivos, morfología y microbiología de los huevos de gallina Hy-Line Brown, Novogen, Rhode Island Red y Sex Link. UNED Research Journal 13 (2)
- Cuca G. M., E. Ávila G, y A. Pró M. 2009. Alimentación de las aves. Universidad Autónoma Chapingo. pp:37-154

- Cruz J. S., R García M., J. S. Mora F. y R. C. García S. 2016. El mercado de huevo para plato en México, 1960-2012. *Agricultura Sociedad y Desarrollo* 13 (3):385-399
- Dussaillant C., G. Echeverria., J Rozowski., N. Velasco., A Arteaga y A. Rigotti. 2017. Consumo de huevo y enfermedad cardiovascular: una revisión de literatura científica. *Nutrición Hospitalaria* 34(3):710-718
- Estéves S. y S. Carné. 2018. Factores que afectan en la pigmentación de los pollos. [en línea]. Disponible en: <https://avicultura.info/factores-que-afectan-a-la-pigmentacion-de-los-pollos/> (consultado el 03 de agosto del 2021)
- FAO (Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura). 2015. El huevo en cifras. [en línea]. Disponible en: <https://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/es/c/284415/> (consultado el 03 de abril del 2021)
- Freire G. R.A. y M. Vistel V. 2015. Caracterización fitoquímica de la *Curcuma longa* L. *Revista Cubana de Química* 27 (1):9-18
- Gallinas.org. 2021. Red Star. [en línea]. Disponible en: <https://gallinas.org/red-star/> (consultado el 03 de agosto del 2021)
- García T. R. J., Berrocal., J. Moreno y G. Ferrón. 2014. Producción ecológica de gallinas ponedoras. [en línea]. Disponible en: https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/GALLINAS%20PONEDORAS_CUBIERTA%20E%20INTERIOR.pdf (consultado el 03 de agosto del 2021)
- Granjas Santa Isabel. Ponedora roja. [en línea]. Disponible en: <https://www.granjasantaisabel.com/gallinas-ponedoras/ponedora-roja.php> (consultado el 03 de agosto del 2021)
- Gumus H., M. Numan O., K. Emre B., F. Karakaş O. 2018. Effects of sumac and turmeric as feed additives on performance, egg quality traits, and blood parameters of laying hens. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 47:e20170114

- Hassan S.M. 2016. Effects of adding different dietary levels of turmeric (*Curcuma longa* Linn) power on productive performance and egg quality of laying hens. *International Journal of Poultry Science* 15(4):156-160
- INAFED (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). 2018. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. [en línea]. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21173a.html#:~:text=El%20municipio%20de%20Teteles%20de,%2042%22%20de%20longitud%20occidental.&text=%2D%20A1%20Oeste%3A%20Con%20Yaon%C3%A1huac%20y%20Tlatlauquitepec>. (consultado el 15 de agosto del 2021)
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2017. Anuario estadístico y geográfico de Puebla. [en línea]. Disponible en: <http://ceigep.puebla.gob.mx/index.php#> (consultado el 15 de agosto del 2021)
- Itza O. M. F. y J. A. Ciro G. 2015. Parámetros productivos: importancia en producción avícola. [en línea]. Disponible en: <https://bmeditores.mx/avicultura/parametros-productivos-importancia-en-produccion-avicola/> (consultado el 15 de agosto del 2021)
- Jerez S. M.P., Camacho, M.A., G. Quijano V., S. Lozano T., E. Sosa M., y J. Ruiz L. 2014. Características del huevo de gallinas de traspatio alimentadas con una formulación alternativa con o sin verdolaga (*Portulaca oleracea* L.). *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal* 4:158-160
- Keshavarz K. 1976. The influence of turmeric and curcumin and cholesterol concentration of egg and tissues. *Poultry Science* 55:1077-1083
- Kramer A. 1951. What is quality and how can it be measured: From a food technology point of view. In: *Market Demand and Product Quality*. Mktg. Res. Workshop Rept., Michigan State College.
- López S. A. M., A. Aparicio V. y R. M. Ortega. 2017. Papel del huevo en la dieta de deportistas y personas físicamente activas. *Nutrición Hospitalaria* 34:31-35

- Martínez P.M., A. Cortés C. y E. Ávila G. 2004. Evaluación de tres niveles de pigmento de flor de cempasúchil (*Tagetes erecta*) sobre la pigmentación de la piel en pollos de engorda. *Técnica Pecuaria en México* 42 (1):105-111
- NRC (National Research Council). 1994. Nutrient requirements of poultry. National academy of sciences. Washington. National academy press 2101 Constitution Avenue, NW Washington D.C. 20418. USA.
- Oriondo G, R. L., I. Bermui L., L R Valdivieso I. y E. Estrada M. 2013. Relación entre colesterol dietario, consumo de huevo y perfil lipídico en adultos aparentemente sanos, según grupos de edad. *Academia de Nutrición Facultad de Medicina* 74 (1):27-30
- Peña V. M., A. C. Castro A. y T. Martínez J. 2011. Conocimientos, opiniones y practicas respecto al huevo de gallina en familias de comunidades urbana-rural, Costa Rica. *Revista Costarricense Salud Publica* 20:32-39
- Radwan N. L., R. A. Hassan., E. M. Qota and H. M. Fayek. 2008. Effect of natural antioxidant on oxidative stability of egg and productive and reproductive performance of laying hens. *International Journal of Poultry Science* 7(2):134-150
- RAE (Real Academia Española). 2021. Aditivo. [en línea]. Disponible en: <https://dle.rae.es/aditivo> (consultado el 15 de agosto 2021)
- Raisi A., H. Kermanshahi and A. H. Mahdavi. 2012- Production performance, egg quality and some serum metabolites of older commercial laying hens fed different levels of turmeric rhizome (*Curcuma longa*) power. *Journal of Medicinal Plants Research* 6 (11):2141-2145
- Saiz de Coz P. 2014. Cúrcuma I (*Curcuma longa* L.). *Reduca. Serie Botánica* 7 (2):84-99
- Sang S. P., K. Jin M., K. Eun J., K. Hee S., A. Byoung K., and K. Chang W. 2012. Effects of dietary turmeric powder on laying performance and egg qualities in laying hens. *Korean J Poult Sci.* 39(1):27-32
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. [En línea]. Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/ (consultado el 03 de agosto del 2021)

- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2019. Anuario estadístico de la producción ganadera. [En línea]. Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/ (consultado el 03 de agosto del 2021)
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2020. Anuario estadístico de la producción ganadera. [En línea]. Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/cierre_pecuario/ (consultado el 03 de agosto del 2021)
- Sisson S. y J. D. Grossman. 1982. Sistema urogenital de las aves *In*: Anatomía de los animales domésticos II. (ed). Masson. 5ª. España. 2302p
- Statistical Analysis System Institute. 2006. SAS, User's Guide Vers 9.1. SAS Institute Inc. Cary, USA.
- UNA (Unión Nacional de Avicultores). 2020. Avicultura, un sector estratégico para la alimentación en México. [en línea]. Disponible en <https://una.org.mx/indicadores-economicos/> (consultado el 03 de agosto del 2021)
- Valdés N. V. M., M. Cuca G., A. Martínez P. M González A. y M. E. Suarez O. 2011. Producción de huevo, calidad del cascarón y rentabilidad en gallinas de primer ciclo con niveles de calcio y fosforo disponible. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 2(1):69-84



BUAP.

“HUP, 50 años de enseñanza y salud”

Oficio No. FCAyP/240/2022

Asunto: Impresión de Tesis.

C. Inci Denisse Córdova Cruz
Egresada de la Facultad de Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
PRESENTE

Con base en el dictamen emitido por el Dr. Eutiquio Soni Guillermo (**Director de Tesis**), Dra. Jennifer Pérez Martínez (**Codirectora**), Dr. Marcos Pérez Sato (**Asesor**) e Ing. Martín González Graillet (**Asesor**) en su calidad de Consejo Particular, se autoriza la impresión de la tesis titulada:

“Inclusión de harina de *Curcuma longa* L. en dietas para gallinas de postura en el rendimiento productivo y calidad del huevo”

Correspondiente a la Licenciatura en Ingeniería Agronómica y Zootecnia.

Sin otro particular por el momento me despido de Usted.

Atentamente

“Pensar bien, para vivir mejor”

San Juan Acateno, Teziutlán, Pue., a 01 de Mayo de 2022.

Dr. Armando Ibáñez Martínez
Director de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias



c.c.p. - Archivo y Minutario
Dr. AIM/mlsm