



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD



COMPARACIÓN ENTRE PIGMENTO NATURAL Y SINTÉTICO, PARA LA  
COLORACIÓN DE LA YEMA DE HUEVO EN AVES DE POSTURA DE LA  
HACIENDA “LA CONCEPCIÓN”, PIFO- PICHINCHA



AUTOR

Juan Sebastián Zavala Viteri

AÑO

2019



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

COMPARACIÓN ENTRE UN PIGMENTO NATURAL Y SINTÉTICO, EN LA  
COLORACIÓN DE LA YEMA DE HUEVO EN AVES DE POSTURA DE LA  
HACIENDA “LA CONCEPCIÓN”, PIFO- PICHINCHA.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Médico Veterinario Zootecnista.

Profesor Guía

Olga Alexandra Angulo Cruz

Autor

Juan Sebastián Zavala Viteri

Año

2019

## DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, Comparación entre pigmento natural y sintético, para la coloración de la yema de huevo en aves de postura de la hacienda “LA CONCEPCIÓN”, Pifo- Pichincha; a través, de reuniones periódicas con el estudiante Juan Sebastián Zavala Viteri, en el semestre 2019-10, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de Titulación”.

---

Olga Alexandra Angulo Cruz

Médico Veterinario Zootecnista

C.I. 1714976295

## DECLARACIÓN PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado el trabajo, Comparación entre pigmento natural y sintético, para la coloración de la yema de huevo en aves de postura de la hacienda “LA CONCEPCIÓN”, Pifo- Pichincha; del estudiante Juan Sebastián Zavala Viteri, en el semestre 2019-10, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los trabajos de Titulación”.

---

David Francisco Andrade Ojeda  
Médico Veterinario Zootecnista  
Mg.Sc. En Tecnología de Alimentos  
C.I. 1712693165

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

---

Juan Sebastián Zavala Viteri

C.I. 1723129803

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primeramente a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza brindándome su amor día tras día.

A mis padres Rodolfo y Silvana, que ante toda circunstancia me han brindado su amor y apoyo incondicional, junto a mi hermana Grace, quienes han sido fundamentales para motivarme a seguir adelante durante estos años.

A mi novia Estefy, quien ha sido mi respaldo en momentos difíciles como mi amiga y compañera de vida.

A la Doctora Alex, quien me brindo su amistad y su ayuda en momentos importantes de este proceso.

## **DEDICATORIA**

A Dios, quien es mi amigo fiel y me ha llevado hasta este gran momento, ayudándome a superar obstáculos y a alcanzar metas. A mis padres quienes se han esforzado para que pueda conseguir este logro, quienes me han brindado su mano incondicionalmente y poner su confianza en mí.

A mi hermana que es mi complemento y que cada día trato de ser un ejemplo para ella. A mi novia Estefy por estar siempre apoyándome y darme sus consejos con amor, por la paciencia, perseverancia y oraciones.

## RESUMEN

La producción animal se desarrolla de manera constante para ofertar productos de calidad; todo esto se obtiene, a través de la implementación de sistemas innovadores dentro de las cadenas de comercialización, de esta manera se garantiza la satisfacción de preferencias del consumidor, así como, la procedencia de los alimentos. Como es el caso de la producción de huevos en aves de postura, cuya dinámica de mejores prácticas productivas y comerciales contribuyen a la implementación de pigmentos en la alimentación para cambiar la coloración de la yema y así aumentar su demanda.

El presente estudio evaluó las diferencias que existen entre un pigmento de origen natural compuesto por harina de zanahoria y un sintético utilizando el apoester. Esto fue probado en la dieta en aves de postura en producción a fin de observar el grado de coloración de la yema utilizando un abanico de colores de la marca DSM en un periodo de 5 semanas. Se seleccionaron 120 aves divididas en 3 grupos iguales, las cuales fueron nombradas como: grupo control o control, aves de grupo experimental con pigmento natural (Tratamiento 1) y aves de grupo experimental con pigmento sintético (Tratamiento 2).

El grupo control no recibió ningún elemento extra en su alimentación durante el periodo establecido de 25 días para la investigación. El grupo experimental 1 recibió alimento balanceado con harina de zanahoria en proporción 10% de alimento en la dieta diaria. El grupo experimental 2 recibió alimento balanceado con pigmento sintético en relación de 8gr/kg de balanceado. Al finalizar el estudio se concluyó que el grupo experimental 2, presentó mayor grado de pigmentación y resultó ser más eficiente en las muestras tomadas que el grupo 1, al cual se le añadió como pigmentante harina de zanahoria.

Palabras Clave: pigmentante, apoester, coloración, DSM, aves de postura.



## ABSTRACT

Animal production is constantly developed to offer quality products; All this is achieved through the implementation of innovative systems within the marketing chains, thus ensuring the satisfaction of consumer preferences, as well as the origin of the food. As is the case of egg production in laying birds, whose dynamics of best productive and commercial practices contribute to the implementation of pigments in the feed to change the color of the yolk and thus increase their demand.

The present study evaluated the differences that exist between a pigment of natural origin composed of carrot flour and a synthetic one using the apoester. This was tested in the diet of laying birds in production in order to observe the degree of coloration of the yolk using a range of colors of the DSM brand in a period of 5 weeks. We selected 120 birds divided into 3 equal groups, which were named as control or control group, experimental group birds with natural pigment (Treatment 1) and experimental group birds with synthetic pigment (Treatment 2).

The control group did not receive any extra element in their diet during the established period of 25 days for the investigation. Experimental group 1 received feed balanced with carrot flour in proportion 10% of food in the daily diet. Experimental group 2 received feed balanced with synthetic pigment in relation to 8gr / kg of balanced.

At the end of the study, it was concluded that experimental group 2 had a higher degree of pigmentation and was found to be more efficient in the samples taken than group 1, to which carrot flour was added as a pigment.

Keywords: pigmentation, apoester, coloration, DSM, laying birds

# ÍNDICE

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVOS .....	2
1.1.1 Objetivo General.....	2
1.1.2 Objetivos Específicos .....	2
1.2 HIPÓTESIS .....	3
2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	4
2.1 Pigmentante .....	5
2.1.1 Pigmento Natural .....	5
2.1.1.1 Fuentes naturales del pigmento .....	5
2.1.2 Pigmento Sintético o Químico .....	6
2.1.2.1 Fuentes sintéticas de pigmentos (Ver Tabla 1) .....	6
2.1.3 Fisiología del pigmentante.....	7
2.1.3.1 Afinidad según los tejidos de algunos carotenoides .....	8
2.1.4 Estudio de la Dutch Multinational Active in the fields of Health, nutrition and the materials- DSM Company sobre la percepción de los consumidores sobre la yema de huevo.....	9
3. CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1 UBICACIÓN.....	17
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	17
3.2.1 Criterios de inclusión y exclusión.....	18
3.3 MATERIALES.....	19
3.3.1 De campo .....	19
3.3.2 De laboratorio .....	19
3.3.3 Oficina .....	19
3.4 VARIABLES.....	21
3.5 METODOLOGÍA.....	23
3.5.2 ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS.....	24
3.5.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	24
4. CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	26
4.1.1 Análisis Univariado .....	26
4.1.2 Análisis bivariado.....	30

4.1.3	Análisis Beneficio / Costo .....	32
4.2	LIMITANTES .....	33
5	CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	35
5.1	CONCLUSIONES .....	35
5.2	RECOMENDACIONES.....	36
	REFERENCIAS .....	37
	ANEXOS .....	39

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: Gallina Lohmann Brown Hacienda "La Concepción" Pifo – Pichincha	4
Figura 2: Sedimento y movimiento de Carotenoides.....	8
Figura 3: Yema de huevo tratamientos 1 y 2.....	12
Figura 4: En campo Gallinas Hacienda “La Concepción”.....	20
Figura 5: Porcentaje de pigmentación Escala DSM- Grupo control.....	27
Figura 6: Porcentaje de pigmentación Escala DSM- Tratamiento 1.....	28
Figura 7: Porcentaje de pigmentación Escala DSM- Tratamiento 2.....	29
Figura 8: Resumen de prueba de hipótesis.....	31
Figura 9: Porcentaje de coloración entre tratamiento por semana.....	31
Figura 10: Hacienda “La Concepción”, Pifo- Pichincha.....	54
Figura 11: Gallina Línea Lohman Brown, Hacienda “La Concepción”.....	54
Figura 12: Zanahoria deshidratada- Elaboración de harina de zanahoria.....	55
Figura 13: Molido de zanahoria deshidratada- Elaboración de harina de zanahoria.....	55
Figura 14: Elaboración de harina de zanahoria.....	56
Figura 15: Alimentación de las Gallina, incluyendo pigmentante natural.....	56
Figura 16: Alimentación de las Gallina, incluyendo pigmentante sintético.....	57
Figura 17: Alimentación de las Gallina, grupo control.....	57
Figura 18: Presentación Colorímetro DSM (abanico).....	58
Figura 19: Medición de coloración de yema de huevo con Colorímetro DSM (semana 2 y semana 5 respectivamente).....	58
Figura 20: Yemas de huevo, presentando diferentes tonalidades ( 7 y 10 en escala DSM, respectivamente).....	59
Figura 21: Yema de huevo con Colorímetro DSM tonalidad 15.....	59
Figura 22: Yema de huevo con Colorímetro DSM tonalidad 11.....	60
Figura 23: Yema de huevo con Colorímetro DSM tonalidad 12.....	60

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Pigmentos utilizados en alimentación de aves .....	7
Tabla 2: Afinidad de los carotenoides a tejidos .....	9
Tabla 3: Perfil encuesta de percepción DSM .....	10
Tabla 4: Parámetros utilizados por DSM para la evaluación.....	10
Tabla 5: Parámetros Preferencia Color de la Yema .....	12
Tabla 6: Parámetros Preferencia Color de cáscara.....	13
Tabla 7: Preferencia del Tamaño del huevo.....	13
Tabla 8: Resumen parámetros DSM .....	14
Tabla 9: Parámetros al encontrar yemas de huevo del color de preferencia ...	14
Tabla 10: Preferencia en cuanto a la tonalidad de la yema de huevo .....	15
Tabla 11: Clasificación y distribución por grupos de estudio .....	18
Tabla 12: Criterios de Exclusión e Inclusión.....	18
Tabla 13: Eficiencia relativa de pigmentación de los carotenoides amarillos ...	32
Tabla 14: Análisis costo/beneficio .....	33

# 1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

La avicultura es parte de la cadena productiva con mayor desarrollo en el sector agropecuario ecuatoriano, tomando en consideración el censo avícola realizado por la CONAVE, AGROCALIDAD y MAGAP en el año 2006, se identificaron más de 1.500 granjas, pertenecientes a diferentes clases de productores de grandes a pequeños ( sin considerar la avicultura de traspatio o familiar); la capacidad de producción avícola ha puesto sus esfuerzos principalmente en dos grandes segmentos, la de carne y la de huevos, siendo este último el objeto del presente estudio (Muñoz, 2013).

Durante el 2016, en el Ecuador el consumo per cápita del huevo aumentó, registrando un uso de entre 160 y 165 unidades anuales; este producto ha sido y será participe de la alimentación de los ecuatorianos, como uno de los pilares de producción pecuaria más económico y de más fácil acceso; brindando, además, elementos nutricionales como: proteínas, vitamina D, calcio y antioxidantes como la vitamina E. Sin embargo, el consumo sigue tendiendo a la baja, en relación con el promedio de otros países, en comparación solo con los países vecinos el consumo per cápita anual bordea en Colombia las 245 y en Perú 220 unidades, lo que pone al país en un gran reto en cuanto a impulsar la cultura de consumo (MAGAP, 2017).

El huevo, está estrechamente relacionado con la calidad y está a su vez con la pigmentación, mientras más intensidad (amarillo- anaranjado) tenga el color tiene mayor preferencia del consumidor, los carotenoides que están inmersos en la comida de las gallinas ya sea dexantonfilas como maíz amarillo, en extractos de caléndula, cúrcuma y otros similares a los naturales, como lacantaxantina, un

pigmento químico son los responsables de la coloración de la yema, según, estudios se demuestra que los pigmentos sintéticos son de más fácil acceso, erradican el proceso de pigmentos naturales (harina de maíz, harina de remolacha, harina de zanahoria) (ver figura 3) y se puede escoger en una escala de colores.

En las aves de postura la utilización de los pigmentos se ha ido acrecentando con el pasar del tiempo, ya que no solo aumenta la coloración del huevo, sino que además mejora el tono de la piel en las patas, la textura de sus plumas y la coloración del pico y cresta (Barroeta Ana Cristina, 2013).

## **1.1 OBJETIVOS**

### **1.1.1 Objetivo General**

Evaluar el efecto de la aplicación de un pigmento natural y sintético, a través, del empleo del colorímetro de DSM (abanico) en la coloración de la yema de huevo en aves de postura de la Hacienda “LA CONCEPCIÓN”, Pifo-Pichincha.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar la tonalidad de la pigmentación de la yema de huevo, a través, del empleo del colorímetro de DSM (abanico) como instrumento para determinar la diferencia en la coloración de la yema en los distintos tratamientos.
- Realizar un análisis de costo/beneficio del uso del pigmentante natural como sintético a fin de determinar el retorno de la inversión.

## **1.2 HIPÓTESIS**

El pigmento de carácter sintético presenta mayor tonalidad en la coloración de la yema de huevo que el pigmento natural.



## 2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

La avicultura goza de gran importancia en el mercado ecuatoriano, sin embargo, esta ha generado varios retos para esta industria, obligando a los productores a buscar nuevas formas para atraer clientes, a través de la implementación de procesos innovativos en toda la cadena; con el objetivo, de contar con productos de calidad y con características diferenciadoras. Uno de los procesos más relevantes se centra en presentar una gran variedad de pigmentación tanto a nivel de la piel, huevos (Ver Tabla 6), cáscara, yema, patas, etc. Mismos que se generan al ser expuestos a pigmentante (naturales o sintéticos) en cantidades controladas en la dieta de aves de postura (Ver figura 1), la tendencia de consumo de los clientes está en torno a seleccionar tonalidades fuertes y llamativas; en el caso de los huevos, los consumidores prefieren yemas con tonalidades amarillas-naranjas (Aureli R, 2014).



Figura 1. Gallina Lohmann Brown Hacienda "La Concepción" Pifo – Pichincha. Tomado de (Hacienda "La Concepción" Pifo – Pichincha).

## 2.1 Pigmentante

Los pigmentos son componentes que pueden estar presentes en el alimento de forma natural o química y a través de su empleo este tendrá un efecto en la coloración de la yema del huevo, grasa subcutánea, músculos, la piel (Cuevas, 2013).

La mayoría de estas sustancias se pueden considerar ingredientes naturales como son el maíz, zanahoria (ver figura 12), achiote, flor de Marigold, remolacha, alfalfa entre otros en donde se da una gran concentración de carotenoides, sin embargo, también se puede considerar a los pigmentante químicos, cuyo empleo cada vez es más común, ya que son de más fácil acceso, estas pre mezclas de cataxantina presentan coloraciones rojas y amarillas, enfocadas principalmente a dietas con bajos pigmentos naturales (Burgos E, 2010).

### 2.1.1 Pigmento Natural

Son todos los pigmentante que obtenidos a partir de la concentración de los productos a manera de harinas proveen de xantofilas amarillas (maíz, pétalos de maravilla, zanahoria) (ver figura 12), y rojas (crustáceo krill, pimiento, mosqueta) (Villagrán Lillo, 2014).

#### 2.1.1.1 Fuentes naturales del pigmento

- Maíz: Se requiere por cada kilogramo de alimento 14 miligramos de xantofila, en el caso de que el maíz sea la única fuente para acceder a pigmento, de esta manera contamos con una coloración adecuada, sobre todo si el maíz posee varios elementos zexantina (23%), crytoxantina (8%) y xantofilas (54%) que en su contexto colaboran a que la yema de huevo presente un color intenso naranja (DSM, 2017).

- Pimentón: Se requiere por cada 100 gramos de alimento aproximadamente 0,35 miligramos de capsantina, convirtiéndose en una exclusiva fuente de pigmento la cual se traduce en un similar color en los huevos a los que se comercializan en el mercado (DSM, 2014).
- Alfalfa: presenta como pigmentante a la luteína, la cual requiere de 15% a 20% de harina en la dieta para obtener un color adecuado de la yema, aunque a razón del pigmentante de maíz, no es tan efectivo por su color menos intenso (Fernández, 2014).
- Alga: Se requiere una mezcla de haría de 10% a 15% de xantofilas, principal pigmento, que en su reacción contempla un color adecuado (Muñoz, 2013).
- Gluten de maíz: Se requiere de 40% a 43% de la harina de gluten de maíz proteínas y lípidos. No es recomendable emplear este pigmento como partida de la proteína vegetal sobre todo en aves de postura ya que es escaso en arginina, lisina y triptófano (Burgos E, 2010).

### **2.1.2 Pigmento Sintético o Químico**

Los más utilizados son premezclas de cataxantina, carotenoides de color amarillo y rojo, apocarotenos (Departamento Producción Animal, 2011).

#### **2.1.2.1 Fuentes sintéticas de pigmentos (Ver Tabla 1)**

- Cantaxantina, Zeaxantina.
- BAC y BACE: Hace la transferencia de la dieta al huevo permitiendo un incremento en la tonalidad de la yema de huevo en aves que son alimentadas con pocos pigmentos naturales.  
BAC es una sustancia que se va transformando en la vitamina A, hay estudios experimentales en donde la aplicación de estas sustancias no representa mayor diferencia en la eficiencia de su uso en comparación con pigmentos naturales como el maíz y alfalfa.

- Éster etílico del ácido.
- Carophyll: Utiliza carotenoides con características peculiares que se presenta en tres distintos colores: rojo (cantaxantina), naranja (éster apocarotenoico) y amarillo (éster apocarotenoico).  
El carophyll, varia de sus cantidades según su uso, por ejemplo: para consumo doméstico se utiliza el producto en pequeñas cantidades (Carophyll rojo), en cuestión de huevos para pastelería (Carophyll amarillo).
- Lutenal: Mezcla de un antioxidante y cinco xantofilas, estas son: Zeaxantina, Capsantina, Bixina, Capsorubina, Astaxantina (Aureli R, 2014). (Ver Tabla 2)

Tabla 1

Pigmentos utilizados en alimentación de aves

<b>Pigmentos amarillos</b>	<b>Pigmentos rojos</b>
Pigmentos naturales Carotenoico (Carophyll amarillo)	Pigmentos naturales Carophyll rojo (cantaxantina)
Luteína	Capsantina Zeaxantina

Adaptado de (Solla, 2018).

### 2.1.3 Fisiología del pigmentante

Los carotenoides se encuentran en forma de ácidos grasos, los mismos, que a través de un proceso en donde se convierten las grasas en jabón (saponificación la cual permite mayor efectividad del pigmento en el intestino donde se absorben libremente la absorción de los carotenoides) (Cuevas, 2013), estas moléculas se hacen biodisponibles y se absorben en el tracto digestivo (Ver figura 2) mediante el torrente sanguíneo, el cual se metaboliza

en el hígado para finalmente depositarse en la yema de huevo y la epidermis del pollo (Burgos E, 2010).

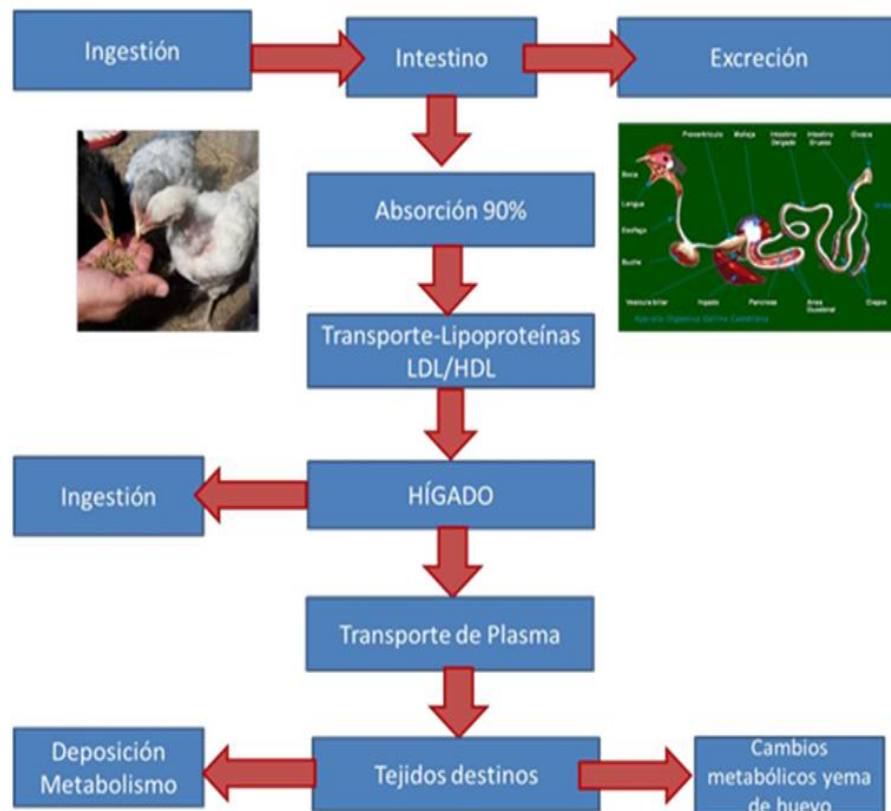


Figura 2. Sedimento y movimiento de Carotenoides. Adaptada de (Solla, 2018).

### 2.1.3.1 Afinidad según los tejidos de algunos carotenoides

- +++ : Mayorafinidad
- ++: Leve afinidad
- + : Bajaafinidad

Tabla 2

Afinidad de los carotenoides a tejidos

CAROTENOIDE	COLORACIÓN		COLORACIÓN DEL POLLO	
	YEMA DE HUEVO	PATAS	PIEL	
Cantaxantina	+++	+++	++	
Zeaxantina	++	+++	+++	
Capsantina	+	No aplica	No aplica	
Luteína	++	+	+	
Apo – éster	+++	++	++	

Adaptado de (Solla, 2018).

#### **2.1.4 Estudio de la Dutch Multinational Active in the fields of Health, nutrition and the materials- DSM Company sobre la percepción de los consumidores sobre la yema de huevo**

Como soporte de la investigación, se presenta el estudio generado por DSM Company sobre la base de una encuesta de percepción (Ver tabla 3) con carácter cualitativo (DSM, 2017), la cual está fundamentada en 10 atributos que suponen un nivel de 1 al 4 (considerando: al nivel 4 como “muy importante” y el nivel 1 como “nada importante”) a más de 320 consumidores de “huevos”, de los cuales, más del 50% fueron mujeres obteniendo el siguiente perfil:

Tabla 3

Perfil encuesta de percepción DSM

<b>PERFIL</b>	<b>MUESTRA</b>
Promedio de miembros por familia	3.3
Compra de huevos de 3 a 4 veces al mes	<b>3.7</b>
Media considerada en el consumo mensual de huevos	39
Mayor consumo de huevos: almuerzo (1 a 2 veces por semana)	41%
Importancia en el huevo	Calidad
Participantes encuestados valorando calidad	37%
Consideraciones de Calidad	El huevo presenta una mayor pigmentación de la yema

Adaptada de (Souza, 2018).

La encuesta arrojó de forma preliminar resultados que permitió conocer la percepción de “calidad” ( Ver tabla 4) esperada del consumidor del huevo:

Tabla 4

Parámetros utilizados por DSM para la evaluación

<b>Parámetros</b>	<b>%</b>
Se presenta la Yema con mayor intensidad en su tonalidad: mayor preferencia a tonos más oscuros, con tonos amarillos, rojizos y naranjas	36.9

Preferencia a cuanto, al tamaño del huevo, es grande	30
La cáscara del huevo comúnmente es seleccionada cuando presenta colores claros no amarillentas, sin marcas, puntos o signos de suciedad	21.9
Es importante presentar al huevo con total Integridad, que no presente fisuras, ni parezca gastado	20.6
La preferencia del huevo en cuanto a la consistencia de su yema debe mostrarse firme que no se rompa y sea fácil de separar entre yema y clara.	17.5
En cuanto a la presentación de la cáscara , esta debe presentarse totalmente limpia, que suponga y mantenga una higiene adecuada	13.1
La preferencia en función de la tonalidad de la cáscara es en su mayoría blanca	10.6
La preferencia del color en función de la tonalidad de la yema debe mostrarse de un amarillo parejo, limpia, firme, sin manchas y consistente	9.4
La preferencia en función de la tonalidad de la cáscara es morena	9.4
	8.8
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

---

Adaptada de (Souza, 2018).

Los consumidores tienen mayor preferencia en huevos con yemas que presenten un color más intenso o con tonalidades oscuras, que almacenen integridad de la cascará; lo que ratifica los atributos internos como externos son un factor clave a la hora de adquirir un huevo.



El “color de la yema”, (Ver tabla 5) es un elemento clave en el consumo de huevos, sin embargo, los compradores recomiendan que los productores faciliten información en el envase o encima del producto que permita a los consumidores a distinguir el color de la yema que adquiere.



Figura 3. Yema de huevo tratamientos 1 y 2.

Tabla 5

Parámetros Preferencia Color de la Yema

<b>Parámetros (Preferencia en cuanto a la tonalidad de la Yema)</b>	<b>%</b>
Tonalidad más clara	23.1
Tonalidad intensa	68.1
Sin Preferencia por una tonalidad	5.6
Tonalidad Intermedia	1.9
Tonalidad muy Amarilla	1.3

Adaptada de (Souza, 2018).

Tabla 6

Parámetros Preferencia Color de cáscara

<b>Parámetros (Preferencia Color de la Cáscara)</b>	<b>%</b>
Blanco	45
Moreno	36.3
Sin Preferencia	16.3
Rojo	2.4

Adaptada de (Souza, 2018).

Tabla 7

Preferencia del Tamaño del huevo

<b>Parámetros (Preferencia Tamaño del huevo)</b>	<b>%</b>
Grande	76.3
Pequeño	6.3
Sin Preferencia	5
Mediano	11.3
Jumbo (+ 30onz)	1.3

Adaptada de (Souza, 2018).

En resumen, la preferencia de los huevos en el factor tamaño es “grande” (Ver Tabla 7) y en el factor color “cáscara blanca”. La encuesta permitió verificar además que elemento induce a un comprador a considerar la “yema de huevo” el cual atiende a una tonalidad más intensa que otra.

Tabla 8

## Resumen parámetros DSM

<b>Parámetros</b>	<b>%</b>
El color de la cáscara:	
• Moreno	24.4
• Blanco	10
Presentación de la cáscara:	
• La cascará está clara, sin manchas, guardando higiene	19.4
• La cascará se presenta sin irregularidades y totalmente lisa	
• No presenta información, la única que se conoce al abrirlo	2.5
	18.1
El tamaño del huevo:	
• Grande	13.1
• Pequeño	1.9
No lo definió / No sabe	10.6
Integridad	10

Adaptada de (Souza, 2018).

La preferencia en la “yema de huevo “está más inclinada a colores de cáscara morena con aspecto limpio, sin manchas o amarillento, huevo grande (Ver tabla 8). Según el estudio más del setenta por ciento de los consumidores aseguran que acertar con huevos que tengan la tonalidad que ellos prefieren en la yema de huevo es muy importante (Ver figura 22, 23).

Tabla 9

Parámetros al encontrar yemas de huevo del color de preferencia

<b>Parámetros</b>	<b>%</b>
Muy importante	70
Algo importante	27.5
No es importante	2.5

Adaptada de (Souza, 2018).

Por último, y no menos importante, la encuesta permitió conocer la preferencia en cuanto al factor color en la yema (Ver Tabla 9) , a fin conocer su percepción cuando la observa. En este sentido, el color anaranjado muestra mayor aceptación del cliente en función de sus características: una mayor tonalidad (Ver Tabla 10) de color da valores nutritivos, saludables/sanos, con más nutrientes, vitaminas, proteínas que el color menos claro.

Tabla 10

Preferencia en cuanto a la tonalidad de la yema de huevo

<b>Parámetros</b>	<b>%</b>	<b>Amarillo pálido</b>	<b>Amarillo</b>	<b>Amarillo Anaranjado</b>	<b>Anaranjado</b>
Se presenta como las saludable y nutritivo ya que contiene mayores nutrientes, proteínas y vitaminas	31.3	0	2	11	37
En cuanto a la Frescura representa un huevo óptimo para consumir	20	8	3	6	24

Preferencia de consumo en Platos	12.4	11	5	11	5
El sabor pretende un estado natural y nutritivo	14.4	2	4	2	15
Preferencia en función de la tonalidad a la que se acostumbra a consumir	9.4	4	6	5	0
En cuanto al olor la percepción radica en que en cuanto menor sea la tonalidad o más clara sea la yema, presentará menor olor	5.6	6	1	2	0
Cuando la yema se presenta en colores claros tiende a parecer que su contenido posee menos colesterol	4.4	4	2	1	0
La yema parece ser más saludable cuando un huevo posee características tanto en su tonalidad en yema como en cascará firmes y homogéneas.	2.5	1	2	1	0

---

**TOTAL** **100%**

---

Adaptada de (Souza, 2018).

### **3. CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 UBICACIÓN**

El estudio se desarrolló en la Hacienda “LA CONCEPCIÓN” (ver figura 10) ubicada en la provincia de Pichincha, parroquia Pifo, cantón Quito, en las coordenadas: -0.231600, -78.328425. Esta parroquia está ubicada en el extremo nororiental del distrito metropolitano de Quito entre dos regiones de climas distintos; cuya temperatura oscila entre los 12 a 18 grados y, entre los 6 a 12 grados (INAMHI, 2017).

El clima en Pifo es caluroso y templado. Existen precipitaciones durante todo el año, el mes más seco aún tiene mucha lluvia. El mes más seco es julio, con 15 mm de lluvia. 153 mm, mientras que la caída media en abril. El mes en el que tiene las mayores precipitaciones del año.

#### **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población objeto de estudio fue conformada por 150 aves, las cuales fueron divididas en tres grupos de estudio, aplicando criterios de exclusión e inclusión (Ver Tabla 11), asegurando contar con el mismo número de aves (40) en cada grupo; para el cálculo de la muestra se presenta a continuación:

Tabla 11

Clasificación y distribución por grupos de estudio

<b>Grupo 1</b>	<b>Grupo 2</b>	<b>Grupo 3</b>
Grupo Control	Tratamiento 1 (pigmento natural)	Tratamiento 2 (pigmentos sintéticos)
Número de unidades (aves) 40	Número de unidades (aves) 40	Número de unidades (aves) 40

### 3.2.1 Criterios de inclusión y exclusión

Se incluyó dentro del diseño experimental, las aves sanas que se encuentren en pico de producción entre 26 y 30 semanas, que tengan un peso promedio de entre 1.5 y 1.7 kg; y, serán excluidas, aves que estén enfermas que afecten a la calidad del huevo (Ver Tabla 12).

Tabla 12

Criterios de Exclusión e Inclusión

<b>CRITERIOS INCLUSIÓN</b>	<b>CRITERIOS EXCLUSIÓN</b>
Aves Sanas	Aves Enfermas
Pico de producción (20-30 semanas)	Pico de producción ( > 18 semanas)
Peso promedio (1.5 y 1.7 kg )	Peso promedio ( > 1.4 kg )

En este sentido, se han descartado del estudio a 30 aves que no cumplieron con los criterios de inclusión.

### **3.3 MATERIALES**

#### **3.3.1 De campo**

- 120 aves ponedoras Lohmann Brown (Ver figura 4)
- Materiales de instalación, mantenimiento y alimentación de aves
- Abanico colorímetro DSM ( Ver figura 18)
- Cubeta de huevos
- Balanceado

#### **3.3.2 De laboratorio**

- Formato de diagnóstico clínico
- Balanceado comercial
- Pigmento natural
- Pigmento químico

#### **3.3.3 Oficina**

- Computador
- Cámara fotográfica
- Material impreso
- Recursos bibliográficos





Figura 4. En campo Gallinas Hacienda "La Concepción". Tomado de (Hacienda "La Concepción" Pifo – Pichincha).

### 3.4 VARIABLES

Tabla 13

Variables de estudio

VARIABLE	CARACTERÍSTICAS	TIPO VARIABLE	DEFINICIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	UNIDAD DE MEDIDA	ITEMS	INSTRUMENTOS
<b>Grado de pigmentación de la yema natural</b>	DEPENDIENTE	Cuantitativa/ Continua	Grado de coloración de la yema de huevo producido por la sedimentación o depósito del pigmento	Incremento de la pigmentación de la yema de huevo/semanal	Unidades de pigmento amarillo (UPA) basado en el abanico colorimétrico	UPA	#Basado colorímetro	Medición Directa

<b>Grado de pigmentación de la yema sintético</b>	DEPENDIENTE	Cuantitativa / Continua	Grado de coloración de la yema de huevo producido por la sedimentación o depósito del pigmento	Incremento de la pigmentación de la yema de huevo /semanal	Unidades de pigmento amarillo (UPA) basado en el abanico colorimétrico	UPA	#Basado colorímetro	Medición Directa
<b>Grado de pigmentación vs tiempo</b>	DEPENDIENTE	Cuantitativa / Continua	Grado de coloración de la yema de huevo producido por la sedimentación o depósito del pigmento	Incremento de la pigmentación de la yema de huevo /semanal	Unidades de pigmento amarillo (UPA) basado en el abanico colorimétrico	UPA	#Basado colorímetro	Medición Directa

### 3.5 METODOLOGÍA

Para el presente estudio de base experimental, se realizaron lecturas semanales de la pigmentación de la yema de los huevos, a través, de la realización del levantamiento de información cada 7 días durante 21 días desde las Semana 0 a la Semana 5; tomando como base en la semana 0 criterios de inclusión y exclusión para la selección de las 120 que se dividieron de forma simétrica en grupos de 40 aves (Ver anexo 1) conformándose en:

- Tratamiento 1 (alimentado con balanceado+ adición pigmento natural). (ver figura 15)
- Tratamiento 2 (alimentado con balanceado+ adición pigmento sintético). (ver figura 16)
- Grupo control (alimentado únicamente con balanceado). (ver figura 17)

Se recolectaron 10 huevos de cada grupo al azar, es decir, una vez por semana durante 5 semanas consecutivas, utilizando el colorímetro de DSM (abanico) medida que maneja una escala del 15 va desde colores amarillos pálidos a colores marrones, los mismo que se utilizaron para evaluar el cambio en la coloración de la yema de huevo y determinar si existen diferencias significativas entre la pigmentación natural y sintética en los grupos muestrales.

El análisis utilizó la medida no paramétrica chi-cuadrado para la cual se manejaron variables como tiempo, tratamiento y coloración, sobre esta base se determinó las diferencias de tonalidad de la yema de huevo según las semanas y el tipo de pigmentante expuesto en el alimento del ave.

### **3.5.1 TOMA DE MUESTRA**

Para cada uno de los tratamientos (con pigmento natural, sintético y grupo control), la toma de muestras se realizó de forma independiente. Se realizaron en total 5 muestreos, que son considerados desde la semana 0 cuya característica es que el muestreo fue sin la adición de ningún pigmento previo, y las siguientes 4 semanas se los realizo con la adición de pigmentos tanto natural como sintéticos respectivamente.

En cada recolección se analizaron 10 huevos escogidos al azar, y esta evaluación se realizó cada 7 días evitando la ruptura, resquebrajamiento, manipulación excesiva para preservar las estructuras que conforman la yema de huevo (Ver Anexo 2).

### **3.5.2 ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS**

Para cada muestra se utilizó el abanico colorimétrico DSM (ver figura 9), como instrumento de medición que contiene escala colorimétrica desde colores amarillos a colores rojizos siendo identificados con valores del 1 al 15 siendo el 1 color con tendencia amarillo claro y 15 a colores afines al color marrón (Ver figura 21), con la finalidad de tener valores exactos de las tonalidades de la yema y tarsos del ave. Definiendo así, cuál de los pigmentos ya sean naturales o químicos versus el grupo control presenta mejores resultados.

### **3.5.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El estudio corresponde a un diseño experimental apalancado en el empleo de software de análisis predictivo IBM SPSS stadistics versión 22, mediante la aplicación de Chi Cuadrado de un factor en la cual se comparará diferentes grupos. Esta técnica se empleó para comparar la

distribución observada de muestras, se cotejo dos o más distribuciones para determinar que cualquier diferencia no se deba al azar y que sea estadísticamente significativa (Lizasoain, 2013).

Para realizar la ejecución de la estadística no paramétrica Chi Cuadrado (Gómez, 2008), se solicita una cantidad determinada de muestras independientes de la variable de interés, en este caso se suele rechazar la hipótesis nula  $H_0$  entre las variables aplicando la Regla de decisión de Fisher, por el contrario para aceptar la hipótesis alternativa  $H_1$ , la cual revela que hay relación entre las variables existentes y que es estadísticamente significativa y esta no se debe al azar. Presente en siguiente fórmula:

$$\chi^2_{(p\alpha;gl)} = \sum_{i=1}^n \frac{(fo - fe)^2}{fe}$$

X= resultado

F0= hipótesis nula

FE= hipótesis alternativa

El sentido para el presente estudio, se consideró un nivel de confianza del 95%, donde la significancia menor a 0,05 puede determinar que las variables están relacionadas.

## **4. CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A continuación, se muestran los resultados que arrojó el estudio los cuales se presentan con un análisis univariado (frecuencias/ análisis descriptivo) y análisis bivariado donde se expone la analítica sobre la cual estudio realizo la comparación mediante la Chi cuadrado.

#### **4.1.1 Análisis Univariado**

El comportamiento del pigmentante natural es homogéneo, sin embargo, en el caso del pigmentante sintético, este es acumulativo con una tendencia creciente. El grupo control, también fue objeto de análisis durante las 5 semanas en las cuales no presento una variación significativa de una semana a otra, ya que su alimentación fue solamente a base de balanceado.

##### **4.1.1.1 Evaluación de la pigmentación en el Grupo control**

Se evaluó con el colorímetro DSM y se encontró que la mayor concentración de pigmento se encuentra entre 4 y 5 basado en la escala DSM, durante las 5 semanas que se realizó el estudio, ya que en la alimentación no hubo ningún tipo de adición al balanceado. (Ver figura 5)

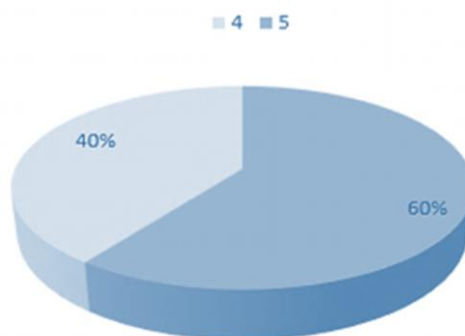


Figura 5. Porcentaje de pigmentación Escala DSM- Grupo control.

#### **4.1.1.1.1 Discusión de la Evaluación de la pigmentación en el Grupo control**

Considerando los hallazgos expuestos en “Crianza, Razas y comercialización de Gallinas ponedoras” (Sánchez, 2013), los consumidores prefieren yemas de huevo doradas o de amarillo limón, sin embargo, varía en naranjas intensos y coloraciones amarillentas dependiendo del cliente, estas diferencias al igual que las preferencias en la coloración del tarso tienen su razón de ser en la evolución en las formas de criar, la alimentación y la utilización de las distintas razas, así mismo, esta investigación determinó que sin la adición de ningún pigmentante la coloración oscila entre 4 y 5 puntos en escala DSM, lo que corrobora que la pigmentación en tonos amarillentos y amarillentos-anaranjados son los de mayor gusto a razón del consumidor.

Un huevo que presenta una yema pálida asocia que la gallina tuvo un manejo y alimentación deficiente, dando como resultado la percepción de que son alimentos baratos (Duran, 2016), ratificando que la mayor tonalidad en la escala DSM fue menor a la media lo que lleva a que al no ser alimentado sin ninguna adición más que el balanceado, pueda dar la percepción de poca calidad.



#### 4.1.1.2 Evaluación de la pigmentación en el Tratamiento 1 a base de la aplicación de pigmentante natural

Se evaluó mediante colorímetro DSM y se encontró que la mayor concentración de pigmento se encuentra entre 7 y 9 basado en la escala DSM, durante las 5 semanas que se realizó el estudio. Siendo el tratamiento al que se le administró (Ver figura 6).

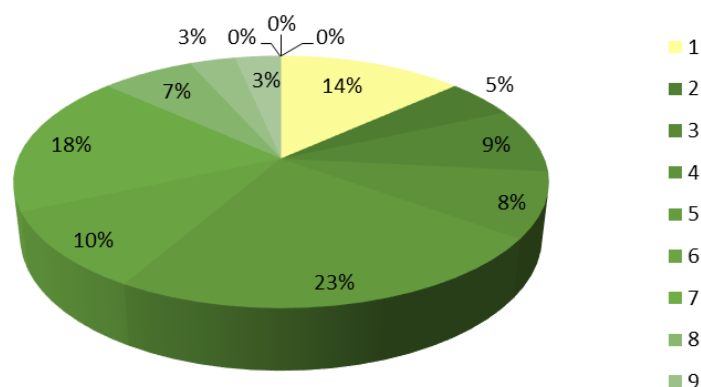


Figura 6. Porcentaje de pigmentación Escala DSM- Tratamiento 1.

##### 4.1.1.2.1 Discusión de la Evaluación de la pigmentación en el Tratamiento 1

Severson en su publicación “Lo que el color de la yema puede decirte sobre el huevo” menciona que el color de la yema de huevo está estrechamente relacionada por la dieta de la gallina, todo esto gracias a un grupo de nutrientes llamados carotenoides, entre ellas la zanahoria (Severson, 2018), mientras mayor proporción hay en la dieta de la gallina más rica es el color de la yema, lo que confirma que la adición de un pigmento natural favorece a la presentación de la yema de huevo aportándole colores más brillantes, y mejorando así su comercialización.

En Actualidad Avipecuaria, comparten que en varios países los consumidores asocian la coloración tanto de la piel y la pigmentación del huevo a la salud del animal, el interés de fuentes naturales de pigmentación ha despertado el interés

en la alimentación de animales con importancia zootécnica al reducir costos de producción y mejorar la calidad organoléptica del producto (Arnaiz, 2018), corroborando así que el estudio encuentra en la adición de pigmentante una forma de optimizar y mejorar la presentación de los huevos para consumo, en este caso la adición de zanahoria no tuvo una medida totalmente diferencial en relación al pigmentante sintético, presente una notable mejora en su coloración y brillantes de la yema de huevo.

#### 4.1.1.3 Evaluación de la pigmentación en el Tratamiento 2 a base de la aplicación del pigmentante sintético

Se evaluó mediante colorímetro DSM y se encontró que la mayor concentración de pigmento se encuentra entre 9 y 13 basado en la escala DSM, durante las 5 semanas que se realizó el estudio. (Ver figura 7)

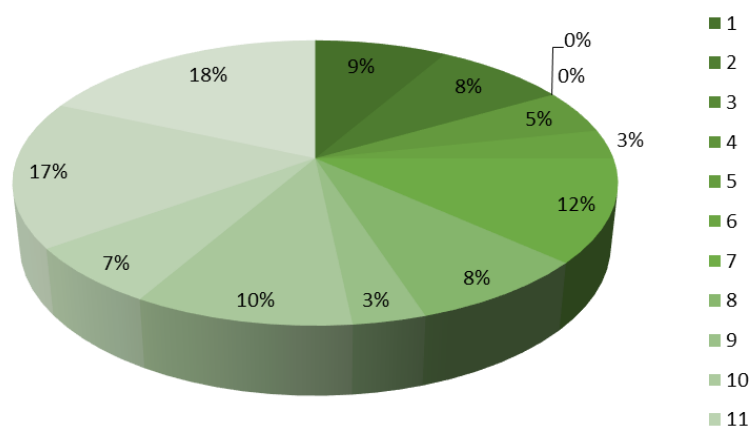


Figura 7. Porcentaje de pigmentación Escala DSM- Tratamiento 2.

##### 4.1.1.3.1 Discusión de la Evaluación de la pigmentación en el Tratamiento 2

Aureli, Fernández y Cisneros (Aureli R, 2014) ejecutaron un estudio comparativo para demostrar la eficacia en la pigmentación de yema de huevo con el empleo

de la zeaxantina (origen natural) comparada con apoester (origen sintético); dando como resultado que el uso de productos a base de apoester presentan mayor efectividad en la pigmentación la yema de huevo, que las de origen natural; ratificando así que esta investigación la cual está basada en la adicción controlada del colorante sintético (Carophyll) en el balanceado de las aves de postura, mostrando un mayor depósito de carotenoides y colores más brillantes en la yema de huevo que las presentadas por colorante de origen natural siendo la zeaxantina la utilizada en la presente investigación.

El estudio sobre la Eficacia de Apoester al (10%) y un extracto de flor de Marigol concentrado (10%) en la pigmentación de la yema de huevo (M. UMAR, JENN, SCHIERLE, CISNEROS, & MARTINEZ-ALESON, 2018) comenta que el contenido en carotenoides en la yema de huevo fue cuatro veces superior a los procedentes de las gallinas que habían consumido apoester, en relación a las que habían consumido zeaxantina y luteína. El color de las yemas también fue más intenso en los huevos procedentes de las gallinas que consumieron apoester, ratificando así, que la aplicación del Carophyll (el cual en su principio activo contiene apoester) es considerablemente más efectivo en tiempo y tonalidad que la aplicación de la harina de zanahoria (zeaxantina).

#### **4.1.2 Análisis bivariado**

El análisis de la prueba Chi Cuadrado se realizó en este caso en base al factor de pigmentación de acuerdo con el Colorímetro DSM; las hipótesis de contraste fueron las siguientes:

- El resultado de la aplicación del colorante natural es igual al resultado del colorante sintético.
- El resultado de la aplicación del colorante natural no es igual al resultado del colorante sintético. (Ver figura 8)

**Resumen de prueba de hipótesis**

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	Las medianas de Colorimétrico DSM son las mismas entre las categorías de Tratamiento Aplicado.	Prueba de medianas de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.
2	La distribución de Colorimétrico DSM es la misma entre las categorías de Tratamiento Aplicado.	Prueba Kruskal-Wallis de muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

Figura 8. Resumen de prueba de hipótesis.

Como resultado, se ha encontrado que efectivamente existen diferencia significativa entre el pigmentante natural y sintético. Esta evaluación estadística a su vez demostró que no hubo análisis perdidos, por lo que el estudio se realizó con 120 huevos.

#### 4.1.2.1 Evaluación de la pigmentación entre los dos Tratamientos aplicados

En la semana 0, las yemas de huevo de los 3 grupos presentan coloraciones bajas que no superan la escala 5 en tonalidad. A partir de la semana 1, con el empleo de los pigmentante se ve una diferencia considerable del 29% al de la semana 0, destacando el pigmentante sintético. (Ver figura 9)

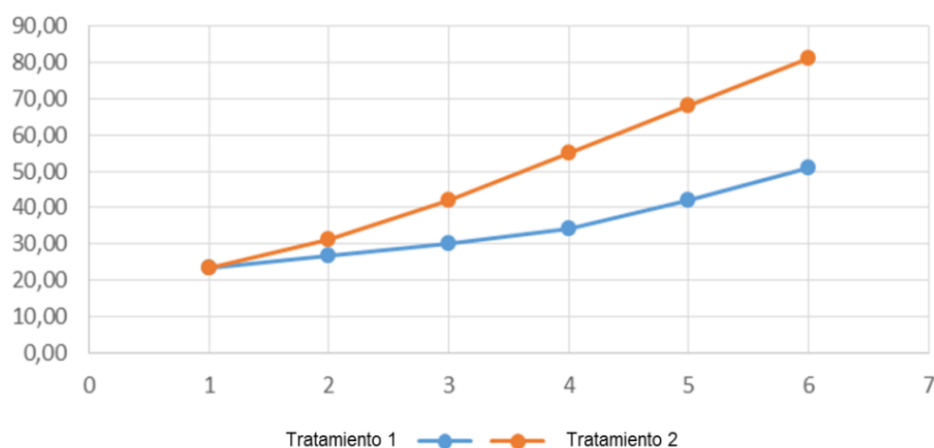


Figura 9. Porcentaje de coloración entre tratamiento por semana.

Desde la semana 3 a la semana 5 (Ver figura 19) las diferencias entre el uso de pigmentante fue más notoria demostrando así que el uso del pigmentante sintético logró coloraciones más altas en el rango DSM en menor tiempo, que el pigmentante natural que al finalizar las 5 semanas no presentó más de 10 tonalidades. (Ver figura 20). Durante el proceso de investigación, no se encontraron malformaciones ni rajaduras en la recolección de huevos ni las características propias de la yema en cada uno de los tres tratamientos.

#### 4.1.1.1 **Discusión de la Evaluación entre los dos Tratamientos aplicados**

La eficiencia relativa de los carotenoides (natural o sintético) para la fase de saturación como menciona (Cisneros, 2018) , presenta una mayor participación con el pigmentante sintético ya que la deposición del apoester es mayor (Ver Tabla 13), convirtiéndola en el pigmento más adecuado, afirmando así el análisis realizado en donde la implementación de (Carophyll) permitió cubrir espacios vacíos llegando a la fase de saturación con mayor eficiencia.

Tabla 14

Eficiencia relativa de pigmentación de los carotenoides amarillos

<b>Yellow carotenoids (saturation phase)</b>	<b>Relative pigmenting efficiency</b>
CAROPHYLL yellow (Apo-ester)	3
Lutein/Zeaxanthin	1

Adaptada de (DSM, 2017).

#### 4.1.3 **Análisis Beneficio / Costo**

A continuación, se observa el análisis de beneficio/costo del uso del pigmentante natural como sintético (Ver Tabla 14), en el cual se indica relación que existe o se genera entre el costo y el beneficio del tratamiento 1 es de USD \$ 7,37, es

decir que por cada dólar invertido se gana 0,37 centavos; mientras que en el tratamiento 2 es de USD \$ 2,21, ganando 0,21 centavos, demostrando que el mejor retorno se proporcionó en el Tratamiento 1 pese a no ser el huevo con mayor pigmentación en su yema.

Tabla 15

Análisis beneficio/ costo

VARIABLE	CANT	VAL / UNI	TOTAL	GC	T1	T2			
GALLINA PONEDORA	120	22	CT	40	CT	40	CT	40	CT
ALIMENTO	<b>KG</b>	<b>USD</b>	<b>USD</b>	<b>KG</b>	<b>USD</b>	<b>KG</b>	<b>USD</b>	<b>KG</b>	<b>USD</b>
BALANCEADO	60	37,5	37,5	20	12,5	20	12,5	20	12,5
HARINA DE ZANAHORIA	12,5	14	14	0		2	14	0	
CAROPHYLL	0,5	76	76	0		0		1,6	76
<b>COSTOS</b>									
<b>ALIMENTO</b>		<b>TOTAL</b>	127,5		12,5		26,5		88,5
<b>INGRESOS</b>					1302		1302		1302
<b>PVP HUEVO</b>	3906	0,15	585,9						
<b>INGRESOS</b>		<b>TOTAL</b>	585,9		195,3		195,3		195,3
<b>RELACION B/C</b>		<b>TOTAL</b>	<b>4,60</b>		<b>15,62</b>		<b>7,37</b>		<b>2,21</b>

Nota: GC= Grupo Control; T1= Pigmentante natural; T2= Pigmentante sintético; B/C= Beneficio-Costo; CANT= Cantidad; VAL / UNI= Valor Unitario; CT= Costo total; KG= kilogramo.

## 4.2 LIMITANTES

Al realizar este estudio se presentaron limitaciones en varias fases, entre las cuales encontramos:

- No se cuenta con información científica actualizada relacionada al tema de investigación.

- El acceso al colorímetro como instrumento para la valoración de la tonalidad de la yema de huevo se dificultó al no haber información que oferte estos materiales en el país.
- No se encontró en locales comerciales la harina de zanahoria que fue utilizada para un tratamiento de estudio, por lo cual se realizó de manera artesanal.
- El acceso al pigmentante sintético es limitado, ya que no se encuentra con facilidad en el país, siendo este necesariamente objeto de importación por empresas relacionadas a la producción animal con un costo elevado.

## 5 CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- La Evaluación de la tonalidad de la pigmentación de la yema de huevo, a través del empleo del colorímetro DSM fue corroborada estadísticamente en la cual se presentó una diferencia significativa en el grado de pigmentación de las yemas de huevo, mostrando así una coloración más intensa del pigmentante sintético en un 30% más que el pigmentante natural.
- La presencia relativa de la pigmentación en función de su uso se presentó de la semana 3 a la semana 5 señalando así que el empleo del pigmentante sintético logró una tonalidad más alta dentro de la escala DSM en menor tiempo.
- El estudio determinó que al emplear el pigmento natural representa un mayor beneficio/costo; aun cuando el beneficio/costo es mayor en este pigmento, la tonalidad no es tan intensa como en la aplicación del pigmentante sintético cuyo costo es mayor ya que el material es importado.



## 5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones de carotenoides de origen natural que sean endémicos de las zonas y que brinden mejor grado de pigmentación a la yema de los huevos a un bajo costo.
- Promover la elaboración de harina de zanahoria para pigmentos en yema, tarsos, carcasa tanto en aves de postura como engorde ofreciendo beneficios a un bajo costo.
- Aprovechar el beneficio del uso de carotenoides en alimentos, ya que pueden prevenir algunas enfermedades de origen cardiovascular y oncológicos de envejecimiento celular, debido a sus propiedades antioxidantes, aportando provitamina A (Laguna, 2015).
- Se recomienda experimentar con harina de remolacha y extracto de achiote para lograr pigmentaciones similares al del pigmentante sintético, ya que su valor es muy alto para una industria avícola rustica.

## REFERENCIAS

- Aureli R, S. F. (15 de 5 de 2014). Eficacia de pigmentación de yema de huevo de dos productos altos en zeaxantina comparados con Apo-ester. Recuperado el 27 de 11 de 2018, de <https://www.engormix.com/avicultura/articulos/eficacia-pigmentacion-yema-huevo-t30912.htm>
- Barroeta Ana Cristina, I. D. (19 de Marzo de 2013). Manual de avicultura. Recuperado el 30 de Abril de 2018, de Breve manual de aproximación a la empresa avícola para estudiante veterinario: [https://previa.uclm.es/profesorado/produccionanimal/ProduccionAnimalIII/GUIA%20AVICULTURA\\_castella.pdf](https://previa.uclm.es/profesorado/produccionanimal/ProduccionAnimalIII/GUIA%20AVICULTURA_castella.pdf)
- Burgos E, G. (2010). Utilización de mosqueta como pigmentante en raciones para ponedoras en jaula. Biblioteca Universal 5.
- Cisneros, F. (6 de Septiembre de 2018). DSM Nutricion Animal. Recuperado el 19 de 11 de 2018, de <https://www.dsm.com/anh/es/feedtalks/eggyolk-pigmentation-guidelines.html>
- Cuevas, B. (2013). Pigmentos utilizados en raciones de gallinas ponedoras. Chile: BLIBLIOTECA UNIVERSAL.
- Departamento Producción Animal, D. (20 de 06 de 2011). Universidad de las Palmas de Gran Canaria. Obtenido de ULPGC: <http://www4.ulpg.es/departamento/animal/nuticion>
- DSM. (6 de 10 de 2014). La pigmentación de huevos y pollos de engorde. Recuperado el 27 de 11 de 2018, de [https://www.dsm.com/markets/anh/en\\_US/Events/world\\_egg\\_day\\_lang-es/Pigmenting\\_eggs\\_and\\_broiler\\_chickens\\_lang-es.html](https://www.dsm.com/markets/anh/en_US/Events/world_egg_day_lang-es/Pigmenting_eggs_and_broiler_chickens_lang-es.html)
- DSM. (2017). Producción de Huevos “Reevaluación del mercado de los huevos y da pie. Brasil: Adventure .
- ENC. (2012). Egg Nutrition. Incredible Egg. Recuperado el 9 de 11 de 2018, de <https://www.incredibleegg.org/egg-nutrition/>
- Fernández, S. R. (2014). Pigmentación Pollos. Seminario Internacional de Manejo y Sistemas Operativos en Pollo de Engorde, AMEVEA,. Bogota. Recuperado el 15 de 12 de 2018, de <http://www.elsitioavicola.com/articles/2658/pigmentacion-en-pollo-de-engorde/>
- Gómez, O. T. (2008). Una aplicación de la prueba chi cuadrado con SPSS. Redalyc- Industrial Data, Industrial Data.

- INAMHI. (18 de Febrero de 2017). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Obtenido de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.: <http://186.42.174.241/pronostico/index.php>
- Laguna, C. d. (15 de Diciembre de 2015). Hábitos de consumo de zanahoria. Recuperado el 18 de 11 de 2018, de <http://repositorio.unan.edu.ni/1781/1/16982.pdf>
- Lizasoain, L. J. (2013). Gestión y análisis de datos con SPSS. Madrid: Thomson.
- MAGAP. (18 de Febrero de 2017). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Obtenido de Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Obtenido de <http://186.42.174.241/pronostico/index.php>
- Muñoz, S. (2013). Pigmentos utilizados en raciones de gallinas ponedoras. Chile: Del Cardo. Recuperado el 17 de 04 de 2018, de Biblioteca Virtual Universal: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/8911.pdf>
- PEREZ, V. A. (2011). Influence of Source and Ratio of Xanthophyll Pigments on Broiler Chicken Pigmentation and Performance. Poultry Science, 80. Recuperado el 22 de 10 de 2018, de [https://watermark.silverchair.com/poultrysci80-0320.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kKhW\\_Ercy7Dm3ZL\\_9Cf3qfKAc485ysgAAakUwggJBBgkqhkiG9w0BBwaggglyMIICLgIBADCCAicGCSqGS1b3DQEHATAeBg1ghkgBZQMEAS4wEQQMApmeRR3v2n7D7KAOAgEQgIIB-HiroPwS2zgtxoyMi3ZtmiT5YRmFRz2tkr-Y](https://watermark.silverchair.com/poultrysci80-0320.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kKhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAakUwggJBBgkqhkiG9w0BBwaggglyMIICLgIBADCCAicGCSqGS1b3DQEHATAeBg1ghkgBZQMEAS4wEQQMApmeRR3v2n7D7KAOAgEQgIIB-HiroPwS2zgtxoyMi3ZtmiT5YRmFRz2tkr-Y)
- Solla, S. (2018). Factores Claves en la Pigmentación- Dirección Nacional de Avicultura y Balanceados. Solla S.A, 3. Recuperado el 11 de 09 de 2018, de <https://www.solla.com/sites/default/files/productos/secciones/adjuntos/factoresclavesenlapigmentaciondelayemahuevocomercialsollanotas.pdf>
- Villagrán Lillo, R. (20 de Junio de 2014). Utilización del concho de mosqueta (*Rosa aff. rubiginosa* L.) como fuente pigmentante en raciones para ponedoras. Obtenido de Biblioteca Universal AR: <http://www.biblioteca.org.ar/libros/8912.pdf>
- Zamora, S. M. (2010). Análisis factorial: una técnica para evaluar la dimensionalidad de las pruebas. México, DF: Ceneval.

## **ANEXOS**



1	SANO	30	1.5	1		
3						
1	SANO	30	1.5			
4						
1	SANO	26	1.5	1		
5						
1	SANO	26	1.5			
6						
1	SANO	26	1.5			
7						
1	SANO	30	1.5	1		
8						
1	SANO	21	1.5			
9						
2	SANO	21	1.5			
0						
2	SANO	30	1.6	1		1
1						
2	SANO	26	1.6			1
2						
2	SANO	26	1.6	1		
3						
2	SANO	28	1.7			1
4						
2	SANO	27	1.6			1
5						
2	SANO	27	1.6			1
6						
2	SANO	27	1.6	1		
7						
2	SANO	22	1.5	1		1
8						

	2	SANO	26	1.7					1
	9								
	3	SANO	23	1.6					
	0								
	3	SANO	23	1.6					
	1								
	3	SANO	23	1.5	1		1		1
	2								
	3	SANO	22	1.5			1		1
	3								
	3	SANO	22	1.5	1		1		
	4								
	3	SANO	22	1.6		1			
	5								
	3	SANO	22	1.6	1		1		
	6								
	3	SANO	21	1.6			1		
	7								
	3	SANO	20	1.6			1		
	8								
	3	SANO	26	1.5		1			
	9								
	4	SANO	26	1.5			1		
	0								
					10	10	10	10	10
<b>Tratami ento 1</b>	1	SANO	23	1.5	1			1	
	2	SANO	23	1.5			1	1	
	3	SANO	22	1.5	1				
	4	SANO	22	1.6		1			1
	5	SANO	22	1.6	1			1	1
	6	SANO	22	1.6			1		1
	7	SANO	21	1.6	1				

8	SANO	20	1.5		1	1	
9	SANO	26	1.5	1			1
1	SANO	26	1.5		1	1	
0							
1	SANO	22	1.5			1	
1							
1	SANO	22	1.5		1	1	
2							
1	SANO	22	1.5			1	
3							
1	SANO	26	1.5			1	1
4							
1	SANO	26	1.5		1		1
5							
1	SANO	26	1.5				
6							
1	SANO	26	1.5				1
7							
1	SANO	26	1.5		1		1
8							
1	SANO	26	1.5				1
9							
2	SANO	25	1.5		1		
0							
2	SANO	24	1.5			1	
1							
2	SANO	24	1.5				
2							
2	SANO	24	1.5	1			1
3							
2	SANO	24	1.5				1
4							



2	SANO	24	1.5	1		
5						
2	SANO	23	1.5		1	1
6						
2	SANO	25	1.5	1		1
7						
2	SANO	25	1.7			1
8						
2	SANO	25	1.7	1		
9						
3	SANO	25	1.7			
0						
3	SANO	26	1.7	1		
1						
3	SANO	26	1.7			
2						
3	SANO	26	1.7		1	
3						
3	SANO	24	1.7		1	
4						
3	SANO	23	1.5			1
5						
3	SANO	23	1.5			
6						
3	SANO	23	1.6		1	
7						
3	SANO	23	1.6			
8						
3	SANO	26	1.6			
9						
4	SANO	26	1.6		1	1
0						

				10	10	10	10	10
<b>Tratami</b>	<b>1</b>	SAN	20	1.5				1
		O						
<b>ento 2</b>	<b>2</b>	SAN	23	1.5		1		
		O						
	<b>3</b>	SAN	20	1.5				
		O						
	<b>4</b>	SAN	20	1.5		1		1
		O						
	<b>5</b>	SAN	20	1.5	1	1		1
		O						
	<b>6</b>	SAN	24	1.5			1	1
		O						
	<b>7</b>	SAN	24	1.5	1			
		O						
	<b>8</b>	SAN	24	1.6			1	1
		O						
	<b>9</b>	SAN	20	1.7	1			
		O						
	<b>10</b>	SAN	20	1.5			1	
		O						
	<b>11</b>	SAN	21	1.5				
		O						
	<b>12</b>	SAN	21	1.5	1			
		O						
	<b>13</b>	SAN	22	1.5				
		O						
	<b>14</b>	SAN	24	1.5				1
		O						
	<b>15</b>	SAN	24	1.5	1			1
		O						

<b>16</b>	SAN	24	1.5	1				
	O							
<b>17</b>	SAN	24	1.5					1
	O							
<b>18</b>	SAN	24	1.5	1	1		1	
	O							
<b>19</b>	SAN	24	1.5				1	
	O							
<b>20</b>	SAN	24	1.5		1			
	O							
<b>21</b>	SAN	24	1.5			1		
	O							
<b>22</b>	SAN	24	1.5					
	O							
<b>23</b>	SAN	24	1.5					1
	O							
<b>24</b>	SAN	24	1.5	1			1	
	O							
<b>25</b>	SAN	24	1.5			1		
	O							
<b>26</b>	SAN	24	1.5	1				
	O							
<b>27</b>	SAN	24	1.5			1	1	
	O							
<b>28</b>	SAN	23	1.7	1			1	
	O							
<b>29</b>	SAN	23	1.7		1			
	O							
<b>30</b>	SAN	23	1.7					
	O							
<b>31</b>	SAN	23	1.6		1	1		
	O							

<b>32</b>	SAN	26	1.7			1		
	O							
<b>33</b>	SAN	26	1.7			1		1
	O							
<b>34</b>	SAN	26	1.7		1			1
	O							
<b>35</b>	SAN	23	1.7					
	O							
<b>36</b>	SAN	23	1.7					1
	O							
<b>37</b>	SAN	25	1.5		1		1	
	O							
<b>38</b>	SAN	25	1.5				1	
	O							
<b>39</b>	SAN	25	1.5		1			
	O							
<b>40</b>	SAN	23	1.5			1		
	O							
				10	10	10	10	10
<b>RESUL</b>	<b>12</b>	<b>SAN</b>	<b>23.9</b>	<b>1.55</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
<b>TADOS</b>	<b>0</b>	<b>O</b>						

## ANEXO 2

### MATRIZ BASE DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO- levantamiento de datos de huevos por grupos y semanas

<u>N°</u>	<u>Semana</u>	<u>Tratamiento</u>	<u>DSM</u>
1	Semana 0	Grupo control	3
2	Semana 0	Grupo control	3
3	Semana 0	Grupo control	3
4	Semana 0	Grupo control	4
5	Semana 0	Grupo control	3
6	Semana 0	Grupo control	3
7	Semana 0	Grupo control	4
8	Semana 0	Grupo control	4
9	Semana 0	Grupo control	4
10	Semana 0	Grupo control	3
11	Semana 0	Tratamiento 1	3
12	Semana 0	Tratamiento 1	3
13	Semana 0	Tratamiento 1	3
14	Semana 0	Tratamiento 1	4
15	Semana 0	Tratamiento 1	4
16	Semana 0	Tratamiento 1	4
17	Semana 0	Tratamiento 1	3
18	Semana 0	Tratamiento 1	3
19	Semana 0	Tratamiento 1	3
20	Semana 0	Tratamiento 1	3
21	Semana 0	Tratamiento 2	4
22	Semana 0	Tratamiento 2	4
23	Semana 0	Tratamiento 2	4
24	Semana 0	Tratamiento 2	3
25	Semana 0	Tratamiento 2	3
26	Semana 0	Tratamiento 2	3
27	Semana 0	Tratamiento 2	4

<b>28</b>	Semana 0	Tratamiento 2	4
<b>29</b>	Semana 0	Tratamiento 2	3
<b>30</b>	Semana 0	Tratamiento 2	3
<b>31</b>	Semana 1	Grupo control	3
<b>32</b>	Semana 1	Grupo control	3
<b>33</b>	Semana 1	Grupo control	3
<b>34</b>	Semana 1	Grupo control	4
<b>35</b>	Semana 1	Grupo control	3
<b>36</b>	Semana 1	Grupo control	3
<b>37</b>	Semana 1	Grupo control	4
<b>38</b>	Semana 1	Grupo control	4
<b>39</b>	Semana 1	Grupo control	4
<b>40</b>	Semana 1	Grupo control	3
<b>41</b>	Semana 1	Tratamiento 1	3
<b>42</b>	Semana 1	Tratamiento 1	5
<b>43</b>	Semana 1	Tratamiento 1	5
<b>44</b>	Semana 1	Tratamiento 1	6
<b>45</b>	Semana 1	Tratamiento 1	5
<b>46</b>	Semana 1	Tratamiento 1	5
<b>47</b>	Semana 1	Tratamiento 1	7
<b>48</b>	Semana 1	Tratamiento 1	7
<b>49</b>	Semana 1	Tratamiento 1	5
<b>50</b>	Semana 1	Tratamiento 1	6
<b>51</b>	Semana 1	Tratamiento 2	7
<b>52</b>	Semana 1	Tratamiento 2	7
<b>53</b>	Semana 1	Tratamiento 2	7
<b>54</b>	Semana 1	Tratamiento 2	8
<b>55</b>	Semana 1	Tratamiento 2	8
<b>56</b>	Semana 1	Tratamiento 2	9
<b>57</b>	Semana 1	Tratamiento 2	9
<b>58</b>	Semana 1	Tratamiento 2	9
<b>59</b>	Semana 1	Tratamiento 2	9

<b>60</b>	Semana 1	Tratamiento 2	9
<b>61</b>	Semana 2	Grupo control	3
<b>62</b>	Semana 2	Grupo control	3
<b>63</b>	Semana 2	Grupo control	3
<b>64</b>	Semana 2	Grupo control	4
<b>65</b>	Semana 2	Grupo control	3
<b>66</b>	Semana 2	Grupo control	3
<b>67</b>	Semana 2	Grupo control	4
<b>68</b>	Semana 2	Grupo control	4
<b>69</b>	Semana 2	Grupo control	4
<b>70</b>	Semana 2	Grupo control	3
<b>71</b>	Semana 2	Tratamiento 1	7
<b>72</b>	Semana 2	Tratamiento 1	6
<b>73</b>	Semana 2	Tratamiento 1	6
<b>74</b>	Semana 2	Tratamiento 1	6
<b>75</b>	Semana 2	Tratamiento 1	7
<b>76</b>	Semana 2	Tratamiento 1	7
<b>77</b>	Semana 2	Tratamiento 1	7
<b>78</b>	Semana 2	Tratamiento 1	7
<b>79</b>	Semana 2	Tratamiento 1	7
<b>80</b>	Semana 2	Tratamiento 1	7
<b>81</b>	Semana 2	Tratamiento 2	9
<b>82</b>	Semana 2	Tratamiento 2	9
<b>83</b>	Semana 2	Tratamiento 2	10
<b>84</b>	Semana 2	Tratamiento 2	11
<b>85</b>	Semana 2	Tratamiento 2	10
<b>86</b>	Semana 2	Tratamiento 2	10
<b>87</b>	Semana 2	Tratamiento 2	10
<b>88</b>	Semana 2	Tratamiento 2	10
<b>89</b>	Semana 2	Tratamiento 2	11
<b>90</b>	Semana 2	Tratamiento 2	12
<b>91</b>	Semana 3	Grupo control	3

<b>92</b>	Semana 3	Grupo control	3
<b>93</b>	Semana 3	Grupo control	3
<b>94</b>	Semana 3	Grupo control	4
<b>95</b>	Semana 3	Grupo control	3
<b>96</b>	Semana 3	Grupo control	3
<b>97</b>	Semana 3	Grupo control	4
<b>98</b>	Semana 3	Grupo control	4
<b>99</b>	Semana 3	Grupo control	4
<b>100</b>	Semana 3	Grupo control	3
<b>101</b>	Semana 3	Tratamiento 1	8
<b>102</b>	Semana 3	Tratamiento 1	7
<b>103</b>	Semana 3	Tratamiento 1	7
<b>104</b>	Semana 3	Tratamiento 1	7
<b>105</b>	Semana 3	Tratamiento 1	8
<b>106</b>	Semana 3	Tratamiento 1	8
<b>107</b>	Semana 3	Tratamiento 1	8
<b>108</b>	Semana 3	Tratamiento 1	7
<b>109</b>	Semana 3	Tratamiento 1	8
<b>110</b>	Semana 3	Tratamiento 1	7
<b>111</b>	Semana 3	Tratamiento 2	13
<b>112</b>	Semana 3	Tratamiento 2	12
<b>113</b>	Semana 3	Tratamiento 2	12
<b>114</b>	Semana 3	Tratamiento 2	14
<b>115</b>	Semana 3	Tratamiento 2	12
<b>116</b>	Semana 3	Tratamiento 2	13
<b>117</b>	Semana 3	Tratamiento 2	12
<b>118</b>	Semana 3	Tratamiento 2	12
<b>119</b>	Semana 3	Tratamiento 2	13
<b>120</b>	Semana 3	Tratamiento 2	13
<b>121</b>	Semana 4	Grupo control	3
<b>122</b>	Semana 4	Grupo control	3
<b>123</b>	Semana 4	Grupo control	3



<b>124</b>	Semana 4	Grupo control	4
<b>125</b>	Semana 4	Grupo control	3
<b>126</b>	Semana 4	Grupo control	3
<b>127</b>	Semana 4	Grupo control	4
<b>128</b>	Semana 4	Grupo control	4
<b>129</b>	Semana 4	Grupo control	4
<b>130</b>	Semana 4	Grupo control	3
<b>131</b>	Semana 4	Tratamiento 1	10
<b>132</b>	Semana 4	Tratamiento 1	9
<b>133</b>	Semana 4	Tratamiento 1	10
<b>134</b>	Semana 4	Tratamiento 1	8
<b>135</b>	Semana 4	Tratamiento 1	9
<b>136</b>	Semana 4	Tratamiento 1	11
<b>137</b>	Semana 4	Tratamiento 1	10
<b>138</b>	Semana 4	Tratamiento 1	12
<b>139</b>	Semana 4	Tratamiento 1	11
<b>140</b>	Semana 4	Tratamiento 1	12
<b>141</b>	Semana 4	Tratamiento 2	14
<b>142</b>	Semana 4	Tratamiento 2	14
<b>143</b>	Semana 4	Tratamiento 2	14
<b>144</b>	Semana 4	Tratamiento 2	15
<b>145</b>	Semana 4	Tratamiento 2	14
<b>146</b>	Semana 4	Tratamiento 2	14
<b>147</b>	Semana 4	Tratamiento 2	14
<b>148</b>	Semana 4	Tratamiento 2	14
<b>149</b>	Semana 4	Tratamiento 2	14
<b>150</b>	Semana 4	Tratamiento 2	14
<b>151</b>	Semana 5	Grupo control	3
<b>152</b>	Semana 5	Grupo control	3
<b>153</b>	Semana 5	Grupo control	3
<b>154</b>	Semana 5	Grupo control	4
<b>155</b>	Semana 5	Grupo control	3

---

<b>156</b>	Semana 5	Grupo control	3
<b>157</b>	Semana 5	Grupo control	4
<b>158</b>	Semana 5	Grupo control	4
<b>159</b>	Semana 5	Grupo control	4
<b>160</b>	Semana 5	Grupo control	3
<b>161</b>	Semana 5	Tratamiento 1	10
<b>162</b>	Semana 5	Tratamiento 1	9
<b>163</b>	Semana 5	Tratamiento 1	9
<b>164</b>	Semana 5	Tratamiento 1	9
<b>165</b>	Semana 5	Tratamiento 1	9
<b>166</b>	Semana 5	Tratamiento 1	9
<b>167</b>	Semana 5	Tratamiento 1	9
<b>168</b>	Semana 5	Tratamiento 1	9
<b>169</b>	Semana 5	Tratamiento 1	9
<b>170</b>	Semana 5	Tratamiento 1	9
<b>171</b>	Semana 5	Tratamiento 2	15
<b>172</b>	Semana 5	Tratamiento 2	15
<b>173</b>	Semana 5	Tratamiento 2	15
<b>174</b>	Semana 5	Tratamiento 2	15
<b>175</b>	Semana 5	Tratamiento 2	15
<b>176</b>	Semana 5	Tratamiento 2	15
<b>177</b>	Semana 5	Tratamiento 2	15
<b>178</b>	Semana 5	Tratamiento 2	15
<b>179</b>	Semana 5	Tratamiento 2	15
<b>180</b>	Semana 5	Tratamiento 2	15

---

### ANEXO 3

#### REGISTRO FOTOGRÁFICO



Figura 10. Hacienda "La Concepción", Pifo- Pichincha.



Figura 11. Gallina Línea Lohman Brown, Hacienda "La Concepción".



Figura 12. Zanahoria deshidratada- Elaboración de harina de zanahoria.



Figura 13. Molido de zanahoria deshidratada- Elaboración de harina de zanahoria.





Figura 14. Elaboración de harina de zanahoria.



Figura 15. Alimentación de las Gallina, incluyendo pigmentante natural.



Figura 16. Alimentación de las Gallina, incluyendo pigmentante sintético.



Figura 17. Alimentación de las Gallina, grupo control.



Figura 18. Presentación Colorímetro DSM (abanico).



Figura 19. Medición de coloración de yema de huevo con Colorímetro DSM (semana 2 y semana 5 respectivamente).





Figura 20. Yemas de huevo, presentando diferentes tonalidades ( 7 y 10 en escala DSM, respectivamente).



Figura 21. Yema de huevo con Colorimetro DSM tonalidad 15.





Figura 22. Yema de huevo con Colorimetro DSM tonalidad 11.



Figura 23. Yema de huevo con Colorimetro DSM tonalidad 12.

