



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS**  
**NATURALES RENOVABLES**  
**CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

**“EVALUACIÓN DE UN PIGMENTO COMERCIAL A  
DIFERENTES EDADES EN POLLO DE CARNE EN EL  
CANTÓN CHAGUARPAMBA DE LA PROVINCIA DE LOJA”**

**Tesis de grado previa a la  
obtención del título de Médica  
Veterinaria Zootecnista**

**AUTORA:**

**Gabriela Elizabeth Campoverde Gordillo**

**DIRECTOR:**

**Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez, Mg. Sc.**

**LOJA-ECUADOR**

**2020**

## CERTIFICACIÓN

**Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez, Mg. Sc.  
DIRECTOR DE TESIS**

### CERTIFICA:

Haber revisado la presente tesis titulada “EVALUACIÓN DE UN PIGMENTO COMERCIAL A DIFERENTES EDADES EN POLLO DE CARNE EN EL CANTÓN CHAGUARPAMBA DE LA PROVINCIA DE LOJA” realizada por la Srta. Gabriela Elizabeth Campoverde Gordillo, la misma que **CULMINÓ DENTRO DEL CRONOGRAMA APROBADO**, cumpliendo con todos los lineamientos establecidos en la reglamentación vigente de la Universidad Nacional de Loja, por lo cual, **SE AUTORIZA LA CONTINUACIÓN DEL TRÁMITE DE GRADUACIÓN.**

Loja, 07 de febrero de 2020

Atentamente,

GALO VINICIO  
ESCUDERO  
SANCHEZ

Firmado digitalmente por GALO  
VINICIO ESCUDERO SANCHEZ  
Fecha: 2020.08.11 14:34:11  
-05'00'

.....  
**Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez, Mg. Sc.  
DIRECTOR DE TESIS**

## APROBACIÓN

Que luego de haber procedido a la calificación de Tesis escrita, del trabajo de investigación titulado **“EVALUACIÓN DE UN PIGMENTO COMERCIAL A DIFERENTES EDADES EN POLLO DE CARNE EN EL CANTÓN CHAGUARPAMBA DE LA PROVINCIA DE LOJA”**, de la Srta. Egresada **Gabriela Elizabeth Campoverde Gordillo**, y al haber constatado que se ha incluido en el documento las observaciones y sugerencias realizadas por los miembros del tribunal, autorizamos continuar con los trámites como requisito previo a la obtención del título de **MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA**.

## APROBADO

Loja, 07 de agosto de 2020

**LUIS ANTONIO  
AGUIRRE  
MENDOZA**

Firmado digitalmente por  
LUIS ANTONIO AGUIRRE  
MENDOZA  
Fecha: 2020.08.10 11:10:49

.....  
-05'00'

**PhD.Luis Antonio Aguirre Mendoza  
PRESIDENTE**

**MAURO IVAN  
GUEVARA  
PALACIOS**

Firmado digitalmente por  
MAURO IVAN GUEVARA  
PALACIOS  
Fecha: 2020.08.08 20:41:25



Firmado electrónicamente por:  
**STEPHANIE  
FERNANDA CHAVEZ  
ARRESE**

.....  
-05'00'

**Ph.D. Mauro Iván Guevara  
VOCAL**

.....  
**Mg. Sc. Stephanie Fernanda Chávez  
VOCAL**

## AUTORÍA

Yo, **Gabriela Elizabeth Campoverde Gordillo**, declaro ser autora del presente trabajo de tesis titulada **“EVALUACIÓN DE UN PIGMENTO COMERCIAL A DIFERENTES EDADES EN POLLO DE CARNE EN EL CANTÓN CHAGUARPAMBA DE LA PROVINCIA DE LOJA”**, que ha sido desarrollada con base a una investigación exhaustiva y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma; los conceptos, ideas, resultados, conclusiones y recomendaciones vertidos en el desarrollo del presente trabajo de investigación, son de absoluta responsabilidad de su autora.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación del presente Informe de Tesis en el Repositorio Institucional- Biblioteca Virtual.

**AUTORA:** Gabriela Elizabeth Campoverde Gordillo

GABRIELA ELIZABETH  
CAMPOVERDE  
GORDILLO

Firmado digitalmente por  
GABRIELA ELIZABETH  
CAMPOVERDE GORDILLO  
Fecha: 2020.08.11 16:50:40

**FIRMA:**.....+08'00'

**CÉDULA:** 1104820889

**FECHA:** Loja, 07 de agosto 2020

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LA AUTORA PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Yo, Gabriela Elizabeth Campoverde Gordillo, declaro ser la autora de la tesis titulada **“EVALUACIÓN DE UN PIGMENTO COMERCIAL A DIFERENTES EDADES EN POLLO DE CARNE EN EL CANTÓN CHAGUARPAMBA DE LA PROVINCIA DE LOJA”**, como requisito para optar al grado de: Medica Veterinaria Zootecnista; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que, con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera, en el Repositorio Digital Institucional (RDI). Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo con el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, firmo en la ciudad de Loja, a los 07 días del mes de agosto del dos mil veinte.

GABRIELA  
ELIZABETH  
CAMPOVERDE  
GORDILLO



Firmado digitalmente por  
GABRIELA ELIZABETH  
CAMPOVERDE GORDILLO  
Fecha: 2020.08.11  
16:51:43 +08'00'

**Firma** .....

**Autora:** Gabriela Elizabeth Campoverde Gordillo

**Cédula de Identidad:** 1104820889

**Dirección:** Chaguarpamba, calle 10 de agosto

**DATOS COMPLEMENTARIOS:**

**Director de Tesis:** Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez, Mg. Sc.

**Tribunal de grado:**

Ph. D. Luis Antonio Aguirre Mendoza

Ph.D. Mauro Iván Guevara Palacios

Mg. Sc. Stephanie Fernanda Chávez

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer primero a Dios ya que ha sido mi guía en este camino de mi vida; me ha bendecido con unos padres maravillosos que me han sabido aconsejarme y llenarme de mucha sabiduría para poder lograr mi gran sueño de ser Médica Veterinaria. Sin ellos no hubiera logrado mi objetivo. Mi padre siempre me ha dicho “La carrera no es de velocidad sino de constancia”, y él ha sido ejemplo de eso pese a todas las adversidades logro sus objetivos y supo inculcarme esa perseverancia.

Mi agradecimiento especial a la Universidad Nacional de Loja que me abrió las puertas y acogió en sus aulas de la prestigiosa Carrera de Medicina Veterinaria y Zootecnia, a sus Autoridades y Docentes quienes a través de sus enseñanzas supieron formarme y brindarme los conocimientos necesarios para mi formación como profesional.

De igual manera agradecer a mi director de tesis Dr. Galo Vinicio Escudero Sánchez, Mg Sc.; quien, con su presencia incondicional, conocimientos, paciencia y experiencia supo orientarme siempre durante el desarrollo de esta investigación, igualmente, al Dr. Rodrigo Abad, PhD, quien siempre estuvo presto para ayudarme con sus conocimientos.

***Gabriela Elizabeth Campoverde Gordillo***

## DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de tesis a mis queridos padres, Elmo y Lety quienes son el pilar fundamental en mi vida y sobre todo por la educación y el sin número de consejos brindados que me han permitido ser una mejor persona.

A mis hermanos, Jorge, Diego, Javier, Brayan y sobrinos por ser el motor y motivo de mi vida quienes me han impulsado a lograr todos y cada uno de mis sueños con su amor y su compañía. De la misma manera a mis abuelitos, Vicente e Imelda, a mis tíos, Daniel, Leydi y Jenny, y demás familiares que de una u otra manera me apoyaron y animaron a seguir adelante.

De una manera muy especial a mis amigas, Dayana, Vanessa, Katty por ser una parte importante en mi vida, siempre apoyándome y por estar a mi lado cuando más lo necesité, regalándome los mejores recuerdos, consejos y experiencias.

## ÍNDICE

CERTIFICACIÓN.....	ii
APROBACIÓN.....	iii
AUTORÍA.....	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
DEDICATORIA .....	vii
ÍNDICE .....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	3
2.1. DIGESTIÓN Y METABOLISMO DE LAS GRASAS .....	3
2.1.1. Absorción de grasas.....	4
2.1.2. Metabolismo y excreción .....	4
2.2. PIGMENTOS Y CAROTENOIDES .....	5
2.2.1. Clasificación de los Pigmentos.....	6
2.2.1.1. Pigmentos Naturales.....	6
2.2.1.2. Pigmentos Sintéticos.....	7
2.2.2. Carotenoides.....	8
2.2.2.1. Metabolismos de los carotenoides.....	9
2.2.3. Pigmentación en la piel de los pollos.....	9
2.2.4. Factores que afectan la pigmentación del pollo .....	10
2.2.5. Fuentes de pigmentos.....	12
2.3. CINTA COLORIMÉTRICA.....	13
2.4. TRABAJOS RELACIONADOS .....	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	19
3.1. MATERIALES DE CAMPO .....	19
3.2. MATERIALES DE OFICINAS.....	19
3.3. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	20



3.4.	DESCRIPCIÓN Y ADECUACIÓN DE INSTALACIONES .....	21
3.4.1.	Desinfección del Galpón.....	21
3.4.2.	Preparación del Galpón .....	21
3.4.3.	Recepción del pollito .....	22
3.4.4.	Descripción e identificación de las unidades experimentales.....	22
3.4.5.	Descripción de los tratamientos.....	22
3.4.5.1.	Tratamiento 1.....	22
3.4.5.2.	Tratamiento 2.....	22
3.4.5.3.	Tratamiento 3.....	23
3.4.6.	Diseño Experimental .....	23
3.4.7.	Composición de las dietas administradas en los tratamientos. ....	23
3.4.8.	Variables en estudio .....	24
3.4.8.1.	Calidad de la canal .....	24
3.4.8.2.	Parámetros productivos. ....	24
3.4.8.3.	Indicadores económicos. ....	24
3.4.9.	Toma y Registro Datos. ....	25
3.4.9.1.	Calidad de la canal .....	25
3.4.9.2.	Color de tarsos.....	25
3.4.9.3.	Grasa abdominal.....	25
3.4.9.4.	Parámetros productivos. ....	25
3.4.9.4.1.	Pesos semanales .....	25
3.4.9.4.2.	Consumo de alimento.....	26
3.4.9.4.3.	Conversión Alimenticia .....	26
3.4.9.4.4.	Mortalidad .....	26
3.4.9.5.	Relación costo/beneficio .....	27
3.5.	Análisis Estadístico .....	27
4.	RESULTADOS .....	28
4.1.	CALIDAD DE LA CANAL .....	28
4.1.1.	Color de Tarsos.....	28
4.1.2.	Grasa Abdominal.....	29
4.2.	PARÁMETROS PRODUCTIVOS .....	29
4.2.1.	Peso semanal.....	29
4.2.2.	Consumo de Alimento .....	30
4.2.3.	Conversión Alimenticia .....	32

4.2.4.	Mortalidad (%).	33
4.2.4.1.	Análisis de porcentaje de mortalidad por tratamiento	33
4.3.	RENTABILIDAD	34
4.3.1.	Relación costo / beneficio	34
5.	DISCUSIÓN	36
5.1.	CALIDAD DEL CANAL	36
5.1.1.	Color de Tarsos.	36
5.1.2.	Grasa Abdominal	36
5.2.	PARÁMETROS PRODUCTIVOS	37
5.2.1.	Peso Semanales.	37
5.2.2.	Consumo de Alimento	38
5.2.3.	Conversión Alimenticia	38
5.2.4.	Mortalidad (%).	39
5.2.5.	Relación costo / beneficio	39
6.	CONCLUSIONES	40
7.	RECOMENDACIONES	41
8.	BIBLIOGRAFÍA	42
9.	ANEXOS	47
	ANEXO 1. Estimación de los parámetros productivos, peso vivo semanal (SAS University Edition-2018).	47
	ANEXO 2. Estimación de los parámetros productivos, consumo de alimento (SAS University Edition-2018).	49
	ANEXO 3. Estimación de los parámetros productivos, mortalidad por ascitis (SAS University Edition-2018).	51
	ANEXO 4. Estimación de los calidad del canal, pigmentación de tarsos (SAS University Edition-2018).	53

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición de la Dieta base para aplicación de pigmentos comercial en las diferentes edades. ....	23
Tabla 2. Análisis colorimétrico de tarsos desde la cuarta semana por tratamiento con el error estándar y P. Valor.....	28
Tabla 3. Análisis de peso promedio grasa abdominal de cada tratamiento.....	29
Tabla 4. Análisis del peso vivo de cada semana por tratamiento con el error estándar y P. Valor. ....	29
Tabla 5. Análisis del consumo de alimento de cada semana por tratamiento con el error estándar y P. Valor. ....	31
Tabla 6. Análisis de la conversión alimenticia de cada semana por tratamiento con el error estándar y P. valor.....	32
Tabla 7. Análisis de porcentaje de mortalidad por tratamiento.....	33
Tabla 8. Costos de producción de los tratamientos en dólares .....	34

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Escala para la evaluación del color del tarso .....	13
Figura 2. Ubicación de la finca Pedro Vicente .....	20
Figura 3. Escala para la evaluación del color del tarso .....	25
Figura 4. Pigmentación de los pollos broiler de acuerdo al abanico de colores de DSM.....	28
Figura 5. Peso vivo semanal de cada uno de los tratamientos .....	30
Figura 6. Consumo de alimento diario de cada uno de los tratamientos .....	31
Figura 7. Conversión alimenticia de cada tratamiento .....	32
Figura 8. Mortalidad acumulada por tratamiento.....	33
Figura 9. Costos de producción de los tratamientos de dólares.....	35

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Construcción de las jaulas.....	56
Ilustración 2. Ubicación de las cortinas.....	56
Ilustración 3. Desinfección de galpón .....	56
Ilustración 4. Elaboración de las dietas .....	57
Ilustración 5. Recepción de los pollitos.....	57
Ilustración 6. Toma de pesos de los animales individualmente.....	57
Ilustración 7. Medición de tarsos en cuarta semana .....	58
Ilustración 8. Registro del color de los tarsos.....	58
Ilustración 9. Registro de pesos semanales .....	58
Ilustración 10. Faenamiento de los pollos.....	59
Ilustración 11. Peso de los pollos sin viseras.....	59

**“EVALUACIÓN DE UN PIGMENTO COMERCIAL A  
DIFERENTES EDADES EN POLLO DE CARNE EN EL CANTÓN  
CHAGUARPAMBA PROVINCIA DE LOJA**

## RESUMEN

En la presente investigación se evaluó el efecto de pigmento comercial a diferentes edades en pollo de carne, mediante un diseño completamente aleatorizado, con 300 pollos boiler línea Cobb 500, distribuidos en tres tratamientos, cada unidad experimental conformada por 20 animales y 5 repeticiones. El tratamiento uno, consistió en suministrar pigmento a los 8 días de edad con dietas que cubran los requerimientos recomendados para la línea genética. En el tratamiento dos se aplicó pigmento en sus raciones de 15- 42 días. En el tratamiento tres, se proporcionó pigmento a los 21-42 días de edad. Los resultados mostraron que en el color de los tarsos a nivel de pigmentación no presentó diferencia estadística entre los tratamientos con valores entre 105 y 106 para tarso en el abanico DSM., La presentación de grasa abdominal fue baja debido a la presencia de niveles altos en fibra durante los 28 días iniciales del presente estudio. En el incremento de peso no hubo diferencias estadísticas entre tratamiento con valores inferiores al standart. La rentabilidad, fue mayor en el tratamiento tres con la adición de pigmento a partir de los 21 días de edad, ya que disminuyo los costos de la inclusión de pigmentos en etapas tempranas. Se concluye que a edades tempranas el pigmento no mejora la presentación de la canal elevando los costos de producción.

**Palabras claves:** Pigmento, fibra, tratamiento, dieta.

## ABSTRACT

In the present investigation, a commercial pigment was evaluated at different ages in meat chickens in the Chaguarpamba province of Loja, located at 800 meters above sea level. The experimental design was completely randomized, with 300 boiler chickens of the Cobb 500 line, distributed in three treatments, each experimental unit consisting of 5 repetitions, with 20 animals. Treatment one consisted of supplying pigment at 8 days of age with diets that covered the recommended requirements for the genetic line. In treatment two, pigment was applied to their 15- 42 day rations. In treatment three, pigment was provided at 21-42 days of age. The results determine that the color of the tartars at the pigmentation level did not exist statistical difference in the purchase in each one of the treatments with values between 105 and 106 for tartars in the DSM range, In abdominal fat was low due to the presence of high levels of fiber during the initial 28 days of the present study, in the increase of weight there were not statistical differences between treatments being a little low with respect to the standard of cobb 500 by the presence of high levels in fiber especially the first week and in yield The treatment three was the greater one with the addition of pigment as of the 21 days of age, since it diminished the costs of the inclusion of pigments in early stages. The conclusion was that pigment does not improve the presentation of the carcass at an early age, thus increasing production costs.

**Keywords:** Pigment, fiber, treatment, diet.



## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas de importancia económica en la producción avícola en Latinoamérica y en nuestro país es la presentación del producto final sea esto carne o huevos. En pollos la pigmentación de la piel y tarsos es muy importante; ya que la apariencia visual es una de las características que determina la elección o rechazo del producto en el consumo (Muñoz, 2010).

Las xantofilas son los carotenoides responsables de la coloración de la yema del huevo y de la pigmentación de la piel de los pollos. En muchos mercados, los consumidores asocian el color intenso de la yema del huevo y de la piel de los pollos con una alta calidad y frescura. Esta percepción que no es del todo cierta, aunque se justifica dado que los animales enfermos absorben de forma poco eficiente los carotenoides de la dieta (Sergi, 2018). La valoración del color es un instrumento importante para la industria avícola, ya que el costo de pigmentación es considerable, y en caso de que la parvada haya presentado problemas que su pigmentación, es posible que en la comercialización se presenten castigos económicos en el precio por kg de carne, pudiendo ocasionar pérdidas (Sergi, 2018)

Investigaciones sobre las preferencias de los consumidores en países latinos, han confirmado la relación existente entre lo que perciben como calidad está ligado con la intensidad de la pigmentación del pollo y la yema del huevo, puesto que se asocia con un pollo más saludable, de mejor calidad, de excelente sabor, y también asociado con parvadas criadas bajo condiciones naturales, lo cual ha traído como consecuencia una creciente competencia entre los avicultores para lograr identificar su marca comercial a través de la pigmentación de la piel del pollo de engorda y la yema del huevo, obteniéndose dicho mercado con un aumento en la demanda de su producto (Rocca, 2018).

Lograr estos niveles de pigmentación ha sido necesario incorporar altas la dosis de xantofilas naturales y la adición de pigmentos sintéticos buscando “el tono dorado” representando el 8 al 10% del costo total de la dieta más aún cuando la calidad de materias primas como el maíz no es garantizada, esa elevación de costos ha provocado que muchos productores no incluyan en su formulación, provocando decremento en los niveles de la pigmentación (Muñoz, 2010), la falta de investigación, no ha logrado determinar, como se puede mejorar esta característica en los pollos naturalmente, o de qué depende su pigmentación, ya que estas son características muy importantes para obtener más aceptabilidad en la comercialización, uniformidad de producción, mejorar ventas, y satisfacer las necesidades de los consumidores (Varas & Beltrán, 2010).

Con estos antecedentes se pretende evaluar un pigmento comercial en diferentes edades en pollo de carne en el cantón Chaguarpamba provincia de Loja, planteándose los siguientes objetivos específicos:

- Determinar el grado de pigmentación y calidad de la canal utilizando diferentes edades de administración de pigmento
- Evaluar los parámetros productivos de broilers de los diferentes tratamientos.
- Establecer la rentabilidad de los diferentes tratamientos.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. DIGESTIÓN Y METABOLISMO DE LAS GRASAS

En el estómago es posible una digestión parcial de las grasas, es el intestino delgado donde se lleva a cabo principalmente esta función. Las grasas alimentadas son atacadas por los fermentos lipolíticos (lipasas). Entre ellos, la esteapsina pancreática que divide las grasas en glicerina y ácidos grasos. Por su naturaleza se trata de un hidrólisis favorecida por las propiedades saponificantes y emulgentes del jugo pancreático o de la bilis (Eklund *et al.*, 2005).

Los componentes alcalinos del jugo pancreático reaccionan después en parte con los ácidos grasos liberados para formar jabones. Estos jabones producen emulsiones con la grasa, aumentando así considerablemente la superficie de ataque para que pueda actuar la esteapisina (Hoffman, 1969).

Los ácidos grasos inferiores pueden ser absorbidos, los de cadena larga y también las grasas menos emulsionadas sufren el ataque de los ácidos biliares, convirtiéndose en ácidos coleicos. Estos son solubles en agua y, por lo tanto, accesibles a la lipasa pancreática y aptos para ser incorporados al medio interno (Hoffman, 1969).

El desdoblamiento definitivo de las grasas en elementos aptos para la absorción (glicerina soluble y combinaciones solubles de ácidos coleicos), se debe a procesos de hidrólisis, saponificación y emulsión, gracias a la actividad del complejo páncreas, intestino delgado y bilis, lo cual es discutible aun en las aves.

Hoffmann (1969) señala, el hígado contribuye decisivamente a la solubilidad produciendo la bilis, cuyo pH es ácido en las aves, en oposición a los mamíferos.

Las digestiones de los carotenoides se liberan en el bolo alimenticio por medio de gotas lipídicas en el estómago o intestino, dándose luego la formación de vesículas multilaminares o micelas debido a la acción de sales biliares y lipasas pancreáticas (Parker, 1996).

### **2.1.1. Absorción de grasas.**

Las grasas divididas se reabsorben y por nueva síntesis se convierten en grasas neutras ya dentro de la pared intestinal. Inmediatamente son transportados por la linfa y la sangre de la vena porta. La mayor parte de la grasa absorbida adopta la forma de partículas pequeñas con un diámetro inferior a 0.5 micras en la linfa, que adquiere así un aspecto lechoso (quilomicrones) (Klasig KG, 2002).

En la sangre aparece la grasa en forma de fosfolípidos, esterios de la coleslerina (grasa biliar) y lipoproteínas (Hoffman, 1969).

### **2.1.2. Metabolismo y excreción.**

Cuando se han producido aminoácidos, glucosa y ácidos grasos libres son absorbidos y están listos para el proceso metabólico. El metabolismo incluye todos los procesos químicos que ocurren dentro del organismo, tales como el suministro de energía para producir calor, actividad muscular y crecimiento. Los productos de la digestión son empleados por ejemplo en la síntesis de tejidos o como reserva de energía en forma de grasa. Las proteínas entran al sistema circulatorio como aminoácidos y son transportados a los diferentes tejidos, mientras que aquellas que no han sido empleadas son excretadas vía renal en forma de ácido úrico y otros productos. Los carbohidratos entran al sistema circulatorio principalmente como glucosa y a escala celular se utilizan como energía. Los excedentes de glucosa son

almacenados como glucógeno; principalmente en el hígado y los músculos (Mack & Donald, 1989).

Cuando las reservas de glucógeno se saturan, en el hígado se lleva a cabo la transformación de glucosa en grasa y esta última puede utilizarse para la formación de la yema de huevo o para la producción de energía. Todos los procesos nutritivos importantes son regulados por secreciones hormonales en el cuerpo del animal. Las hormonas tienen un marcado efecto regulador de muchos aspectos del metabolismo, por ejemplo, la insulina, que es una hormona secretada por el páncreas, controla el nivel de glucosa en la sangre y así facilita su penetración a las células. Los productos finales del metabolismo de las aves son principalmente agua, CO<sub>2</sub>, ácido úrico y los minerales. El agua es excretada a través de la piel, los pulmones y los riñones. Debido a que los pollos no tienen glándulas sudoríparas, se pierde muy poca agua por la piel (Mack & Donald, 1989).

## **2.2. PIGMENTOS Y CAROTENOIDES**

Los pigmentos son sustancias (carotenoides o xantofilas) que colorean la yema del huevo, la grasa subcutánea y piel de los pollos, también el músculo y la grasa subcutánea de los salmónidos (Cuevas, Díaz, & Retamal, 2003).

La coloración por pigmentación en las aves proviene de tres grupos diferentes de pigmentos: carotenoides, melaninas y porfirinas (Azahara, 2019).

En los últimos años se ha dado mucha importancia en la avicultura al uso de sustancias pigmentantes para las aves. Esto ha sido una consecuencia de la demanda del público y no de requerimientos nutritivos. Esto hace que los compradores de pollos, paguen mejores precios por animales que tengan la piel y

patas amarillas, que aquellos que no la tienen o que presentan una coloración más clara (Cuca, Pino, & Mendoza, 1963).

Gracias a los avances en nutrición y genética las aves no tienen acceso a fuentes naturales de pigmentación, sin embargo, debido a la oferta y demanda del mercado los productores de pollo comenzaron a agregar pigmento en el alimento de las aves, ya que el color es una de las características más importantes donde determina su aceptación o rechazo por parte del consumidor (Martínez, Fuente, Hernández, Quiroz, & Ávila, 2013).

### **2.2.1. Clasificación de los Pigmentos.**

Los pigmentos pueden ser clasificados tomando en cuenta alguna de las características como origen (naturales, sintéticos o inorgánicos), la estructura del cromóforo (pueden tener sistemas conjugados como los carotenoides, las antocianinas y las betalainas), estructura de los pigmentos naturales (como los derivados del tetrapirrol, derivados de los isoprenoides, etc.) y como aditivos alimentarios (pueden ser certificados y no certificados, según la FDA) (Andrade, 2014).

#### **2.2.1.1. Pigmentos Naturales.**

La ventaja de los pigmentos naturales sobre los sintéticos ha aumentado debido a las propiedades biológicas de los pigmentos naturales que se han ido descubriendo. Además, algunos productos tienen un gran valor en el mercado solo la utilización de tintes naturales. Sin embargo, es necesario señalar que las ventajas de los colorantes sintéticos son muy conocidas como el alto poder de pigmentación, estabilidad, el almacenamiento, la facilidad del proceso de obtención y, además, son más baratos y están disponibles en cantidades ilimitadas (Maldonado, 2015).

- Maíz amarillo (*Zea mays* L.)
- Harina de alfalfa (*Megicago sativa* L.)
- Cempasuchil.
- Chiles (*Capsicum*).
- Microalgas (*Haemotococcus Pluviales*).
- Crustáceos.
- Leucaena (*Leucocephala*)
- Achiote (*Bixa orellana* L.)
- Harina de camarón
- Zanahoria (*Daucus carota* L.)

Carotenos permitidos por la FDA y la OMS son:

- Luteína
- Zeaxantina
- Cantaxantina
- Antoxantina
- Captaxantina.

#### **2.2.1.2. Pigmentos Sintéticos.**

Cuevas *et. al.* (2003) menciona, los más utilizados son las premezclas de cantaxantina, carotenoides de color rojo y apocarotenos, carotenoides de color amarillo. Se han transformado en una buena opción en cuanto a la coloración de yemas de huevos y piel en pollos broilers

En la última década se han sintetizado una serie de ellos, donde se destacan: Cantaxantina,  $\beta$ -apo-8'-carotenal (Bac), Éster etílico del ácido  $\beta$ -apo-8'-carotenoico, (Bace), Zeaxantina, Carophyll, Lutenal (Cuevas et. al., 2003).

Debido a que muchos de los ingredientes naturales ricos en carotenoides son bajos en energía, es difícil lograr niveles altos en pigmentación en aves de engorde sin emplear fuentes sintéticas (Latino, 2004).

## **2.2.2. Carotenoides.**

Son pigmentos naturales que existen en vegetales, frutas, granos, algas y algunos hongos y bacterias. Se han identificado más de 600 diferentes tipos entre esta clasificación se encuentra las xantofilas y los carotenos, la diferencia entre ellos radica en que las xantofilas poseen oxígeno en su estructura y los carotenos no (Ríos, 2018).

- **Alfa y beta carotenos:** Son precursores de la vitamina A y tienen función antioxidante.
- **Xantofilas:** tienen una función importante en la pigmentación: Luteína, Zeaxantina y Cantaxantina, siendo estas las de mayor relevancia en la industria Avícola, se encuentran en el maíz y subproductos como el gluten de maíz, en flores como calabaza y Flor de muerto o marygold *Tagetes erecta* (Andrade, 2014).

Las xantofilas se encuentran ligadas a los ácidos grasos, las cuales a través del proceso de saponificación (convierte las grasas en jabón), se hacen biodisponibles y se absorben en el tracto digestivo pasando al torrente sanguíneo, metabolizado en hígado y finamente depositando en la epidermis del pollo o en la yema de huevo. La saponificación permite una estandarización de la concentración y así, una mayor



efectividad del pigmento a nivel intestinal, principalmente en el duodeno y yeyuno superior (Ríos, 2018).

#### **2.2.2.1. Metabolismos de los carotenoides.**

El  $\beta$ -caroteno, uno de los carotenoides más comunes en la dieta de los animales domésticos, se transforma en vitamina A por la enzima  $\beta$ -caroteno-15, 15 'monooxigenasa, con una eficiencia de conversión que depende de la especie animal, entre otros factores. El pollo es uno de los convertidores más eficientes de  $\beta$ - caroteno en vitamina A, (Lopez *et al.*, 2012).

Según estudios se a demostrado que las xantofilas se incorporan a la sangre y son depositadas en la piel, en los tejidos grasos, hígado, y también en las yemas de los huevos de gallinas ponedoras; mientras que los carotenos se encuentran solamente en pequeñas cantidades en estos mismos órganos. Los investigadores han demostrado que los carotenos son transformados en Vitamina A y que de esta manera son utilizados por los animales, en lugar de depositarse en los órganos como lo hacen las xantofilas (Cuca et al., 1963).

Los principales pigmentos que confieren la variedad de colores existentes al plumaje de las aves son las melaninas y los carotenoides. Los carotenoides varían desde el amarillo pálido, pasando por la gama del naranja, al rojo escarlata. Son adquiridos con la dieta y transformados en pigmentos mediante la acción de enzimas (Urcola, 2011).

#### **2.2.3. Pigmentación en la piel de los pollos.**

En la industria avícola uno de los principales problemas de importancia económica, es la pigmentación de la piel y tarsos del pollo; ya es la apariencia visual, especialmente el color es una de las características más importantes que

determina la elección o el rechazo del producto por el consumidor. Aproximadamente se pueden invertir en pigmentación el equivalente a 35-40 millones de dólares al año en xantofilas por eso los productores adicionan pigmento a la dieta del pollo para mejorar su presentación en la dieta balanceada (Fernández, 2015).

#### **2.2.4. Factores que afectan la pigmentación del pollo.**

La pigmentación adecuada en el pollo de engorde no depende únicamente de la concentración de pigmento en la dieta, de hecho, se puede decir que el éxito o fracaso de cualquier estrategia pigmentante es el resultado de la interacción de muchos factores (Moeini, Ghazi, Sadeghi, & Malekizadeh, 2013).

Según Yagual Moreno (2016) a continuación se enlistan algunos factores:

- **Raza:** las distintas cruces genéticos que se han desarrollado pueden contribuir a que ciertas parvadas no pigmenten al grado deseable
- **Sexo:** las hembras tienen mayor capacidad de pigmentación que los machos, dado que su cantidad de grasa subcutánea es mayor.
- **Manejo:** es un factor importante, la densidad de población correcta debe ser 10 animales por metro cuadrado y algunos avicultores, ponen de hasta 12 y 15 por metro cuadrado, dando esto como consecuencia una mayor concentración de gases amoniacales lo cual es despigmentante. Se debe tener una adecuada ventilación y temperatura de los galpones; si estas condiciones cambian a temperaturas más altas, los pollos ingerirán mayores cantidades de agua, dando como consecuencia heces más fluidas que liberan igualmente cantidades mayores de amoníaco y humedad en las camas del

piso donde crecerán con mayor frecuencia algunos hongos y también son factores despigmentantes.

- **Alimentación:** una fórmula alimenticia mal homogenizada dará como consecuencia una pigmentación poco uniforme en la camada. La utilización de granos con toxinas, ya que estas afectaran el funcionamiento del páncreas en lo que toca a la absorción en el primer tercio del intestino de grasas, xantofilas y vitamina A, E, K.

Las grasas con mayor proporción de ácidos grasos poli-insaturados como el aceite de soya se absorben mejor y mucho más rápido que aquellas fuentes que poseen mayor proporción de ácidos saturados como sebo animal e incluso aceite de palma. Adicional el estado de la grasa, en la medida que una grasa esté presentando un proceso de oxidación los componentes lipofílicos como las vitaminas liposolubles y carotenoides también se oxidan disminuyendo su potencial pigmentante (Alemán, Ríos, & Romero, 2009).

- **Enfermedades:** enfermedades respiratorias no controladas, coccidiosis subclínica, enteritis, ascitis y en general todas las enfermedades digestivas son factores despigmentantes en los pollos (Yagual, 2016).
- **Tipo de carotenoide ofrecido a las aves.** Es necesario conocer las diferentes eficiencias pigmentantes de los carotenoides disponibles comercialmente para poder elaborar fórmulas eficientes. Es importante tomar en cuenta la capacidad de depósito del carotenoide en los tejidos del ave, aiyg iguales concentraciones en el alimento, la eficiencia de depósito del apoester en los tejidos es mayor que la de las xantofilas de tagetes (Fernández, 2015).

- **Planta procesadora.** Es un factor muy importante a tomar en cuenta cuando se está produciendo pollo pigmentado, ya que para obtener un desplumado óptimo del pollo, se necesita una temperatura en el agua de 60 C, sin embargo, a esta temperatura se produce separación de la epidermis, arrastrando con esto el pigmento de la piel y produciendo que el pollo pierda coloración. La temperatura del agua adecuada para desplumar sin causar la remoción del pigmento dérmico es alrededor de 52 C, arriba de 53 la cantidad de carotenoides en la piel disminuye drásticamente (Fernández, 2015).

### **2.2.5. Fuentes de pigmentos.**

El único pigmento natural aprovechable es la xantofila, ya que muchos ingredientes usados en la alimentación de las aves contienen xantofila, pero solamente el maíz amarillo y las hojas verdes de algunas plantas contienen cantidades suficientes para producir una coloración amarillo-oscuro en la piel del pollo. Otras fuentes importantes son: la harina de gluten de maíz amarillo, la harina de alfalfa deshidratada y el trébol ladino. La cantidad de xantofila requerida para producir una buena pigmentación en pollos de engorda varía de 50 a 60 mg por kilo de alimento (Cuca et al., 1963).

Los pigmentos son compuestos químicos que absorben luz en el intervalo de la longitud de onda de la región visible. La producción del color se debe a la estructura específica del compuesto (cromóforo), esta estructura capta la energía y la excitación que es producida por un electrón de una órbita exterior a una órbita mayor, la energía no absorbida es reflejada y refractada para ser capturada por el ojo, y los impulsos neuronales generados serán transmitidos al cerebro, donde pueden ser interpretados como color (Maldonado, 2015).

### 2.3. CINTA COLORIMÉTRICA

El abanico de colores desarrollado por DSM nutritional products. Los colores elegidos se han caracterizado mediante valores estándar del sistema colorimétrico de la CIE (1931) por consecuencia proveen una norma objetiva para la evaluación de la piel de pollos. (DSM Nutritional Products). Siendo el número 101 un color amarillo claro y el 108 un color anaranjado. Con este abanico se puede comprobar la absorción de los carotenos de la dieta de las aves (Astudillo, 2012).



*Figura 1. Escala para la evaluación del color del tarso*

*Fuente: DSM Broiler Color Fan (2006)*

### 2.4. TRABAJOS RELACIONADOS

Alzamora (2017) demuestran en la evaluación del efecto de un pigmento orgánico presente en harina de zanahoria, (*daucus carota*) sobre la coloración en carcasas de pollos broiler cuyo objetivo fue evaluar el efecto de un pigmento orgánico de harina de zanahoria, (*Daucus carota*) sobre la coloración en los tarsos y carcasas de los pollos Broiler a los 28 y 42 días de edad, mediante el uso del colorímetro de reflectancia Konica Minolta CR-300 y el abanico colorimétrico DSM para pollos. El

grupo experimental estaba conformado por 300 pollos broiler bb sin sexar, los cuales fueron divididos en 2 tratamientos de 150 aves cada uno. Ambos tratamientos fueron alimentados con balanceado comercial, pero solo al tratamiento 2 se adicionó 10% de harina de zanahoria. Los parámetros productivos fueron evaluados mediante el índice de eficiencia (IE) a los 28 y 42 días. A los 28 días, el IE del tratamiento 1 fue mejor en un 4 % y a los 42 días, el mejor IE se presentó en el tratamiento 2 con un 8%. Se aplicó la Prueba de Levene para igualdad de varianzas y el estadístico de Análisis de Varianza (ANOVA) y pruebas de rangos múltiples TUKEY HSD para muestras independientes entre el tratamiento 1 y 2, determinado que sí existen diferencias significativas entre tratamientos ( $p > 0.05$ ). Se concluyó que el grado de pigmentación entre tratamientos fue de un (01) delta de diferencia en comparación al tratamiento 1 (grupo testigo) además que la mejor relación costo/beneficio se presentó en el tratamiento 2 (grupo control), con una diferencia de \$0,08 centavos en relación al tratamiento 1.

Carvajal, Martínez, & Vivas (2017) en su investigación de la evaluación de parámetros productivos y pigmentación en pollos alimentados con harina de zapallo (*Cucurbita moschata*) donde indico que son diversos los productos obtenidos en un pequeño sistema agropecuario, que pueden contribuir a la economía del avicultor campesino como es el cultivo del zapallo (*Cucurbita moschata*), con la harina de este fruto (HZ) se evaluó, la pigmentación de piel y parámetros productivos en pollos con la inclusión del 0, 7,5 y 15% en dietas, se utilizó un DCA cuatro repeticiones y cuatro animales por unidad experimental. El análisis de varianza no arrojó diferencias estadísticas ( $p \leq 0,05$ ) para las variables consumo de alimento en las dos etapas, ganancia de peso y conversión alimenticia en la etapa final; las diferencias se presentaron para ganancia de peso y conversión alimenticia en la etapa inicial y

pigmentación. La pigmentación de piel de los animales alimentados con (HZ) fue amarillo más intenso de acuerdo al abanico colorimétrico DMS que los alimentados con el tratamiento testigo. La inclusión de (HZ) en dietas para pollos de engorde mayor al 7,5% y menor a 15%, como materia prima no convencional contribuye a la pigmentación de la piel, sin afectar parámetros productivos en la etapa final y se convierte en una alternativa para los sistemas de pequeños productores generando valor agregado en términos de pigmentación de la piel.

Solano (2018) en su estudio realizó la evolución del efecto de la zanahoria (*daucus carota*) y alfalfa forrajera (*medicago sativa*) en la pigmentación y características organolépticas de la carne de pollo broiler, en la ciudad de Loja. El desarrollo de la presente investigación denominada “Efecto de la zanahoria (*Daucus carota*) y alfalfa forrajera (*Medicago sativa*) en la pigmentación y características organolépticas de la carne de pollo broiler”, en la ciudad de Loja, se desarrolló en el sector Carigán Alto, tuvo como objetivos: Determinar el efecto de la zanahoria (*Daucus carota*) y alfalfa forrajera (*Medicago sativa*) en la pigmentación y características organolépticas de la carne de pollo broiler. Evaluar los parámetros productivos en el engorde de pollos con la utilización de zanahoria y alfalfa forrajera. Determinar la rentabilidad de la producción de pollos con la utilización de zanahoria y alfalfa forrajera. Socializar los resultados de investigación con productores avícolas. Para la investigación se utilizó un galpón avícola con una capacidad de 360 aves por lote de producción, en un área de 12m x 3m. Se utilizó el diseño de bloques al azar, con tres tratamientos y tres repeticiones cada uno. En el estudio se emplearon 33 unidades experimentales por repetición, dando un total de 297 pollos y tuvo una duración de 35 días. Las variables de estudio fueron: consumo de alimento, incremento de peso, conversión alimenticia, mortalidad, rendimiento a la canal,

rentabilidad, nivel de pigmentación y características organolépticas, en el tratamiento 0, tratamiento 1, y tratamiento 2. El manejo fue en forma intensiva y el alimento balanceado fue suministrado en raciones iguales. El suministro de agua para cada tratamiento fue diferente, de tal manera que el tratamiento 0 recibió agua pura, el tratamiento 1 recibió el 5% de extracto de zanahoria y alfalfa forrajera + 95% de agua pura y el tratamiento 2 recibió el 10% de extracto de zanahoria y alfalfa forrajera + 90% de agua pura. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: el tratamiento que presentó mayor consumo de alimento fue el tratamiento 0 (testigo) con 5842 gramos y el de menor

Rios (2018) realizó la evaluación del pigmentante natural bixa orellana i. (achiote) en la dieta de pollos de engorde en el cantón morona. En las instalaciones de la granja avícola "Santa Ana", ubicado, la vía Macas – Sevilla, cantón Morona, Provincia de Morona Santiago, se evaluó el efecto de diferentes niveles de pigmentante natural Bixa orellana I. (Achiote), (2,5 ; 5 y 7,5 %), las unidades experimentales estuvieron conformadas por 200 pollos, y fueron modelados bajo un diseño completamente al azar. Los resultados indican que la aplicación de achiote mejora la presentación del producto en cuanto al color de la piel y de la carne, para elevar la preferencia por parte del consumidor. La evaluación del comportamiento productivo, registró el mayor valor en el tratamiento T1 con 231,2 g a los 7 días; y 1240,2 g a los 21 días, y el tratamiento testigo T0 con 2918,6 a los 49 días. La ganancia de peso más alta registró el tratamiento control con 2871,82 g, y el mayor consumo de alimento el tratamiento T2 con 4645,4 g. El resultado más eficiente de conversión alimenticia registró el tratamiento T3 con 1,53, es decir que para producir 1 kg de carne se requiere 1,53 kg de alimento. En la pigmentación se observó, que el tratamiento T1 obtuvo el mejor grado de pigmentación con 8,4, en la escala del



colorímetro. El análisis económico determinó mayor rentabilidad en el tratamiento T1 con un valor de 1,25; lo cual significa que por cada dólar invertido se tiene una ganancia de 0,25 centavos, además se tiene la ventaja de utilizar un pigmentante natural que no afecta a la salud del consumidor.

Yagual (2016) evaluó la pigmentación de piel de pollo engorde, utilizando tres concentraciones de harina de ají peruano como aditivo al balanceado, esta investigación tuvo como objetivo de evaluar la influencia de la aplicación de balanceado mezclado con diferentes porcentajes de ají rocoto sobre el grado de pigmentación en tarsos y el índice de conversión alimenticia en peso de pollos parrilleros criados en la Granja Santa Inés de la Universidad Técnica de Machala. Con la finalidad de verificar la veracidad o falsedad de la hipótesis de investigación se establecieron cuatro tratamientos, en los cuales el testigo lo constituyó el Balanceado comercial (BALMAR), el cual se aplicó a todos los tratamientos hasta el inicio de la cuarta semana de vida de los pollos, fecha en que se adicionaron diferentes porcentajes de ají rocoto (0,5; 1,0 y 1,5%). Se utilizó un diseño completamente al azar debido a que el material y el entorno experimental presentan condiciones homogéneas. Se establecieron 16 unidades experimentales en las cuales se colocaron 15 pollos de la raza Cobb 500 para un total de 240 animales. A partir de la cuarta semana se comenzó a determinar el grado de pigmentación a partir del valor observado en la escala Broiler Color Fan. El índice de conversión alimenticia se calculó en base al consumo de alimento dividido para el peso del pollo y el consumo de alimento se determinó mediante el pesaje de la cantidad de balanceado aplicado diariamente para cada tratamiento objeto de estudio. El peso corporal de los pollos se determinó a partir del primer día de la investigación (peso inicial) y de ahí en adelante se registró durante seis semanas. Se efectuó análisis de

varianza de una vía para conocer si existen diferencias significativas entre los tratamientos objeto de estudio previo cumplimiento de los supuestos de normalidad de los datos y homogeneidad de varianzas y efectuó prueba HSD de Tukey para determinar el o los mejores tratamientos. El procesamiento estadístico de los datos se realizó mediante el Paquete Estadístico SPSS Versión 22 para Windows. En relación con los grados de pigmentación los tratamientos con 0,5%, 1,0% y 1,5% de ají rocoto mostraron valores superiores a 105, valor estadísticamente diferente al obtenido en el testigo (104) donde no se aplicó. En el consumo de alimento se obtuvieron valores entre 11054,2 y 11210,0 g, para todos los tratamientos donde se aplicó ají rocoto y no presentaron diferencia estadística con el testigo en el cual se obtuvo 1188,9 g durante las seis semanas evaluadas. La aplicación de 1,5% provocó una disminución en el peso de los pollos (1290,58 g) estadísticamente diferente a lo obtenido en el resto de los tratamientos (0.5%, 1.0% y testigo) en los cuales se obtuvieron valores superiores a 1352 g, lo que explica que el incremento del porcentaje por encima de 1% interfiere el aumento de peso de los pollos, sin embargo la variable índice de conversión no mostró diferencia estadística significativa entre los tratamientos objeto de estudio en los cuales se obtuvieron valores entre 1,37 y 1,42.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. MATERIALES DE CAMPO**

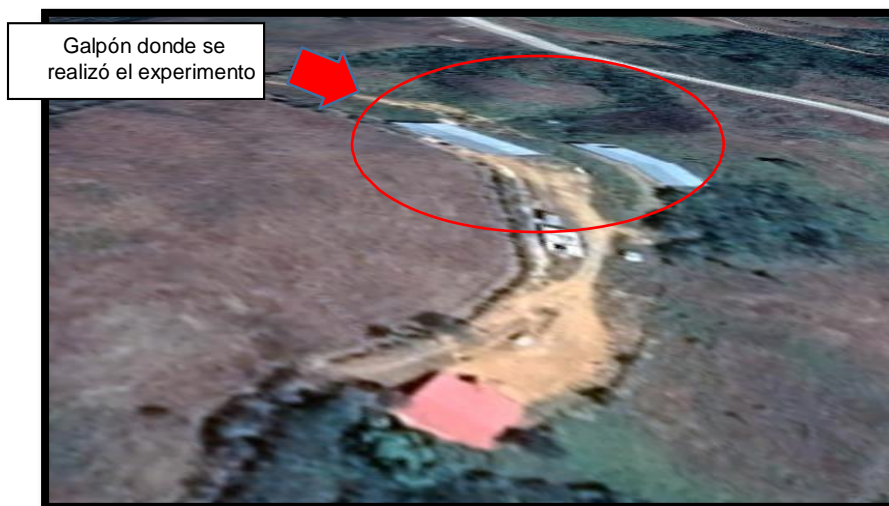
- Pollos
- Balanceado
- Vitaminas
- Vacunas
- Balanza
- Focos
- Termómetro
- Bebedero
- Comederos
- Lonas pasticas
- Malla ojo de pollo
- Tamo de arroz
- Cal
- Listones de madera
- Desinfectantes
- Criadora
- Gas

#### **3.2. MATERIALES DE OFICINAS**

- Registros
- Calculadora
- Computadora

- Papel bond A4
- Lapicero
- Resaltadores
- Marcadores
- Lápiz borrador
- Grapadora
- Perforadora
- Libreta
- Cámara fotográfica
- Tabla de consumo para pollo Cobb 500.
- Manual de pollo Cobb.

### 3.3. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO



**Figura 2.** Ubicación de la finca Pedro Vicente

**Fuente:** Google Maps (2019)

El experimento se realizó en el cantón Chaguarpamba de la Provincia de Loja, su población estimada es de 7.161 habitantes. Su extensión territorial es 311.7 km<sup>2</sup>, con una altitud promedio de 800 msnm. La temperatura promedio es de 24°C, Este cantón en los últimos años la producción avícola se ha ido incrementándose producto del proceso de bioseguridad como es el aislamiento y a las bondades climáticas. Sus límites son:

- Al norte con la provincia de El Oro.
- Al sur con los cantones Paltas y Olmedo.
- Al este con el cantón Catamayo.
- Al oeste con el cantón Paltas.

### **3.4. DESCRIPCIÓN Y ADECUACIÓN DE INSTALACIONES**

#### **3.4.1. Desinfección del Galpón.**

La desinfección del galpón se realizó 15 días antes de empezar el experimento, se inició con una limpieza general utilizando lanza llamas, luego se realizó una limpieza húmeda con detergentes y la desinfección con productos a base de amonio cuaternario y formaldehidos de igual forma se procedió con la desinfección del tamo de arroz como material de cama.

#### **3.4.2 Preparación del Galpón.**

El galpón tenía un área aproximada de 150 m<sup>2</sup>. Para la división de las jaulas se utilizó listones de madera y malla ojo de pollo, el área aproximada para cada repetición fue 1, 20 m<sup>2</sup> por 0, 70 m de altura.

El material de cama fue tamo de arroz, con un espesor de 10 a 15 cm. Para colocar los comederos de los pollitos se procedió hacer depresión de la cama. Las criadoras se encendieron 12 horas antes de la llegada de los pollitos, y fueron colocadas a 150 cm de altura ligeramente oblicuas para facilitar la combustión del gas. Tres horas antes de la llegada del pollito se procedió a ofrecer agua en bebederos manuales.

### **3.4.3. Recepción del pollito.**

Para la llegada de los pollitos la temperatura de recepción fue 30 a 32 °C. Se pesaron todos los pollitos y fueron colocados aleatoriamente en cada unidad experimental.

### **3.4.4. Descripción e identificación de las unidades experimentales.**

Se trabajó con 300 pollos broiler de la línea genética Cobb 500 (50% machos y 50% hembras), distribuidos en tres tratamientos, en cada tratamiento con 5 unidades experimentales conformadas por 20 animales.

### **3.4.5. Descripción de los tratamientos.**

En los tratamientos se aplicaron 1 kg/T de pigmento a partir de los 8 días hasta la finalización que es 42 días de edad. En todas las fases inicio, crecimiento y finalización los animales contarán con dietas que cumplieron las recomendaciones nutricionales de la línea genética Cobb 500.

#### **3.4.5.1. Tratamiento 1.**

Se le suministró 1 kg por tonelada de pigmento desde el día 8 hasta 42 días.

#### **3.4.5.2. Tratamiento 2.**

Se le ofreció 1 kg por tonelada de pigmento desde el día 15 hasta 42 días.

### 3.4.5.3. *Tratamiento 3.*

Se administró pigmento en sus raciones un 1 kg por tonelada desde el día 21 hasta 42 días.

### 3.4.6. **Diseño Experimental.**

Se utilizó un diseño completamente randomizado con los tratamientos y repeticiones.

### 3.4.7. **Composición de las dietas administradas en los tratamientos.**

Una vez realizada la distribución de tratamientos y repeticiones, se procedió a elaborar las dietas para cada uno de los tratamientos.

**Tabla 1.**

***Composición de la Dieta base para aplicación de pigmentos comercial en las diferentes edades.***

<b>Ingredientes</b>	<b>Dieta restricción(kg)</b>
Maíz	477.83
Afrecho de trigo	217.87
Cono de arroz	20,0
Torta de soya	224,49
Aceite de palma	18,37
Aceite de girasol	2,00
Carbonato de calcio	11,88
Fosfato monocalcico	11,04
Sal	2,35
Bicarbonato de Na	1,17
Núcleo	13,00
BG-MAX	1,00
Celmanax	1,00
Pigmento	1,00
<b>Composición química estimada de la dieta</b>	
Energía metabolizable kcal/kg	2277
Proteína Bruta %	18

Esta ración tiene un núcleo con los siguientes componentes Vitamina A 12000000 UI, Vitamina D3 2400000 UI, Vitamina E 15000 UI, Vitamina K3 2500 mg, Vitamina B1 3000 mg, Vitamina B2 8000 mg, Vitamina B6 3500 mg, Vitamina B12 15 mg, Niacina 35000 mg, Biotina 75 mg, Acido Pantoténico 12000mg, Ac. Fólico 1000 mg, Cloruro de Colina 1000 mg, Antioxidante 2000 mg, Manganeso 75000 mg, Zinc 50000 mg, Hierro 30000 mg, Cobre 5000 mg, Yodo 5000 mg, Cobalto 200 mg, Selenio 250 mg, Atrapador de Toxinas 2000 g,m, Antimicótico 5000 mg, Antioxidante 125g, Promotor de Crecimiento 40 g, Anticoccidial 500 g, Metionina 1500 g, Lisina 350 g, Treonina 100g, Enzimas 50 g, Excipientes c.s.p. 10000g. 2 Cultivo de levaduras, pared celular de levadura *saccharomyces cerevisiae*, aluminosilicato de sodio y calcio hidratado. Levadura hidrolizada, extracto de levadura y cultivo de levadura. Extractos de  $\beta$ -carotenos

### **3.4.8. Variables en estudio.**

#### **3.4.8.1. Calidad de la canal.**

- Color de tarzos
- Grasa abdominal

#### **3.4.8.2. Parámetros productivos.**

- Peso semanales
- Consumo de alimento
- Conversión alimenticia
- Mortalidad (%)

#### **3.4.8.3. Indicadores económicos.**

- Relación costo / beneficio



### **3.4.9. Toma y Registro Datos.**

#### **3.4.9.1. Calidad de la canal.**

Se evaluó el peso de cada animal al faenamiento sin vísceras y se la expresó como porcentaje del peso vivo.

#### **3.4.9.2. Color de tarsos.**

Se utilizó una escala para medir el color del tarso de los individuos.



*Figura 3. Escala para la evaluación del color del tarso  
Fuente: DSM Broiler Color Fan (2006)*

#### **3.4.9.3. Grasa abdominal.**

Se extrajo y se pesó la cantidad de grasa cada animal se la expresó en peso y porcentaje con respecto al peso corporal

#### **3.4.9.4. Parámetros productivos.**

##### **3.4.9.4.1. Pesos semanales**

Semanalmente se registró el incremento de peso, realizando el pesaje de los pollos de cada tratamiento y luego se realiza el promedio correspondiente.

#### **3.4.9.4.2. Consumo de alimento.**

El consumo de alimento se estableció utilizando una balanza digital ( $\pm$  5gramos de error/) ajustado a mortalidad la diferencia entre el alimento suministrado y el alimento sobrante, esto se realizó diariamente y se calculó un consumo promedio por ave a los 42 días de edad. Para determinarlo se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Consumo de alimento} = \text{Alimento suministrado} - \text{Alimento sobrante}$$

#### **3.4.9.4.3. Conversión Alimenticia.**

La conversión alimenticia estableció una relación entre alimento consumido y el incremento de peso obtenido esto es la cantidad de alimento que se necesita para incrementar un gramo o un kilo de peso mediante la siguiente formula:

$$\text{Conversion alimenticia} = \frac{\text{alimento consumido}}{\text{incremento de peso}}$$

#### **3.4.9.4.4. Mortalidad.**

La mortalidad se estableció mediante la observación diaria, la cual se va expresar en número y porcentajes. Para el cálculo del porcentaje de mortalidad mediante la siguiente formula:

$$\text{Mortalidad \%} = \frac{\text{N de pollos muertos}}{\text{N de pollos iniciados}} \times 100$$

#### **3.4.9.5. Relación costo/beneficio.**

La relación beneficio/costo, es el análisis económico de la investigación realizada, donde se determinó el costo de producción

Se aplicará la siguiente fórmula:

$$\text{Costo beneficio} = \frac{\text{total de ingresos}}{\text{total de costo}}$$

### **3.5. Análisis Estadístico**

Los parámetros productivos (excepto mortalidad) se analizaron a través de un modelo de medidas repetidas, utilizando el procedimiento MIXED del SAS (SAS University Edition 2016). En el modelo el tratamiento fueron las variables fijas y la unidad experimental la variable aleatoria. Una matriz de varianzas y covarianzas de tipo auto regresivo heterogéneo de orden uno, fue empleada en el modelo. La mortalidad fue analizada a través del procedimiento GENMOD del SAS, considerándola una variable binomial. Para analizar los resultados de los parámetros se realizó un análisis de varianza a través del procedimiento GLM del SAS. Las medias se compararon a través del test de TUKEY y contrastes polinomiales. Las probabilidades menores o igual a 0,05 fueron consideradas como significativas.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. CALIDAD DE LA CANAL

#### 4.1.1. Color de Tarsos.

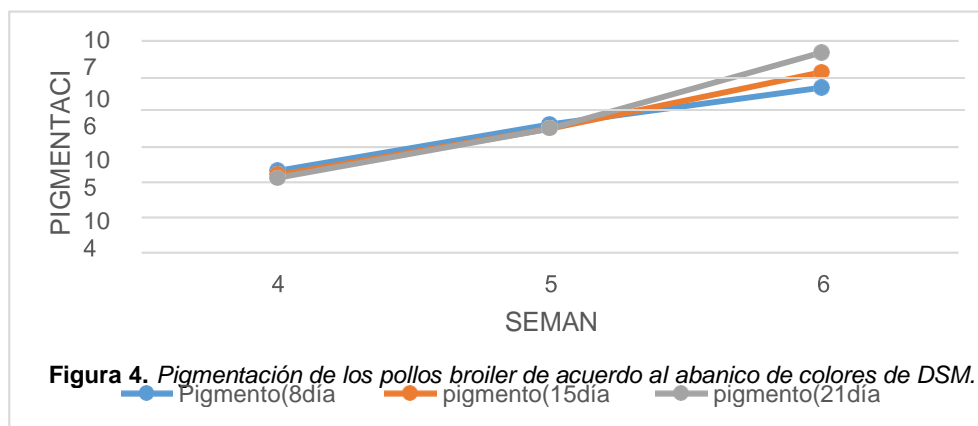
Estos resultados se expresaron de acuerdo a los valores del abanico de colores de la empresa DSM.

Tabla 2.

**Análisis colorimétrico de tarsos desde la cuarta semana por tratamiento con el error estándar y P. Valor.**

SEMANA	COLOR DE TARSOS			EE	P. valor
	T1(8-42)	T2(15-42)	T3(21-42)		
4	103,32	103,2	103,12	0,176	0,43
5	104,64	104,52	104,52	0,1761	0,63
6	105,68	106,12	106,68	0,1762	0,0005

Como se puede observar en la tabla 3, respecto a las variables de color de tarso para determinar el nivel de pigmentación generado por los nivel de xantofilas, incorporado a partir de los días 8, 15 y 21 no hubo diferencia estadística en la semana 4 y 5, mientras que en la semana 6 la coloración del tarso fue significativa ( $P=0,0005$ ).



#### 4.1.2. Grasa Abdominal.

Tabla 3.

***Análisis de peso promedio grasa abdominal de cada tratamiento***

	T1	T2	T3	EE	Valor
<b>Grasa (g)</b>	50,00	46,00	58,00	3,079202	0,2254
<b>%</b>	1,76	1,58	1,83		

Con respecto a la grasa abdominal no hubo diferencia estadística significativa entre tratamientos, ya que la ración alimenticia con niveles altos en fibra en ración inicio 1-28 días y final 29-42 días, en los tres tratamientos fue la misma, variando únicamente en la adición del pigmento comercial en diferentes edades de los pollos evaluados (tabla 4).

#### 4.2. PARÁMETROS PRODUCTIVOS

Los parámetros productivos en este trabajo de investigación se detallan en los siguientes items:

##### 4.2.1. Peso semanal.

Los pesos promedio de los tratamientos se expresan en la siguiente tabla:

Tabla 4.

***Análisis del peso vivo de cada semana por tratamiento con el error estándar y P. Valor.***

SEMANA	T1	T2	T3	EE	P. Valor
0	45	45	45	15,4426	0,999
1	125	120,5	117,6	15,4426	0,74
2	265,3	264,8	258,4	15,4426	0,75
3	527,3	530,4	555,8	15,4426	0,20
4	990,4	970	989,2	15,4426	0,35
5	1579,8	1553,1	1585,2	15,4426	0,15
6	2270,3	2247,4	2266,4	15,4426	0,30

Realizado el análisis estadístico de los datos de pesos semanales no existió diferencia estadística entre los tratamientos, solo diferencia numérica, los mejores pesos los alcanzó el tratamiento uno (8-42 días) con 2270,3 g; seguido del tratamiento tres (21-42 días) con 2266,4 g; finalmente, el tratamiento dos (15-42 días) con 2247,4 g.

Estos datos son inferiores a los indicados en la tabla de Cobb (2012) en la que se puede apreciar un peso promedio de 3876 gramos y una conversión alimenticia de 1.946 a los 61 días de edad.

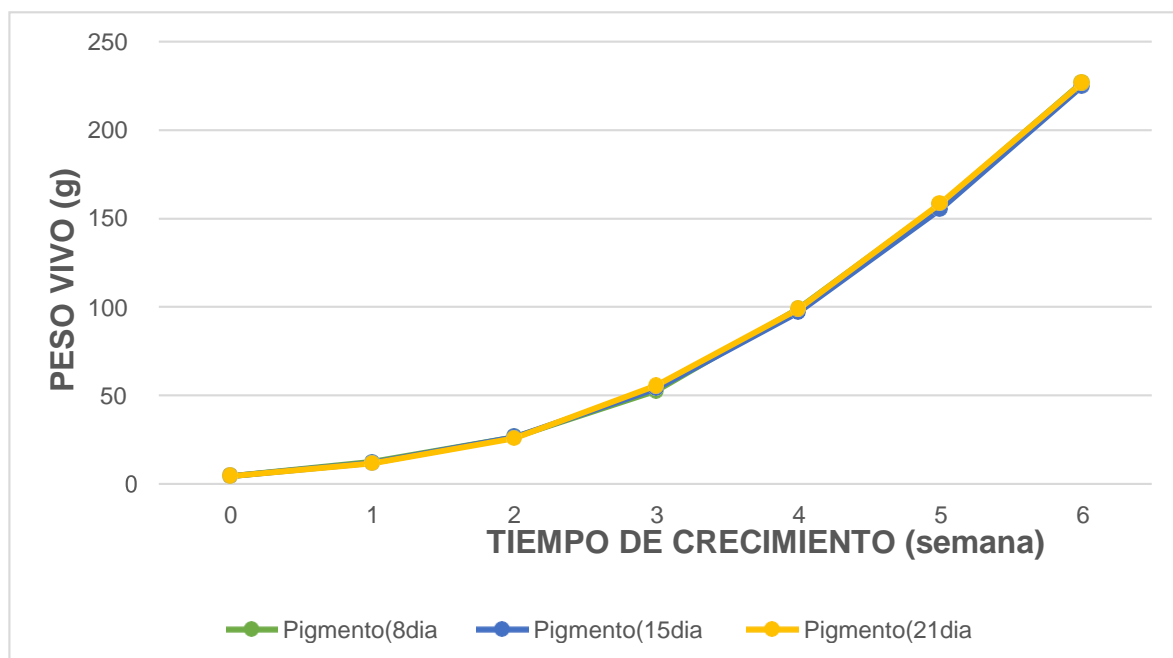


Figura 5. *Peso vivo semanal de cada uno de los tratamientos*

#### 4.2.2. Consumo de Alimento.

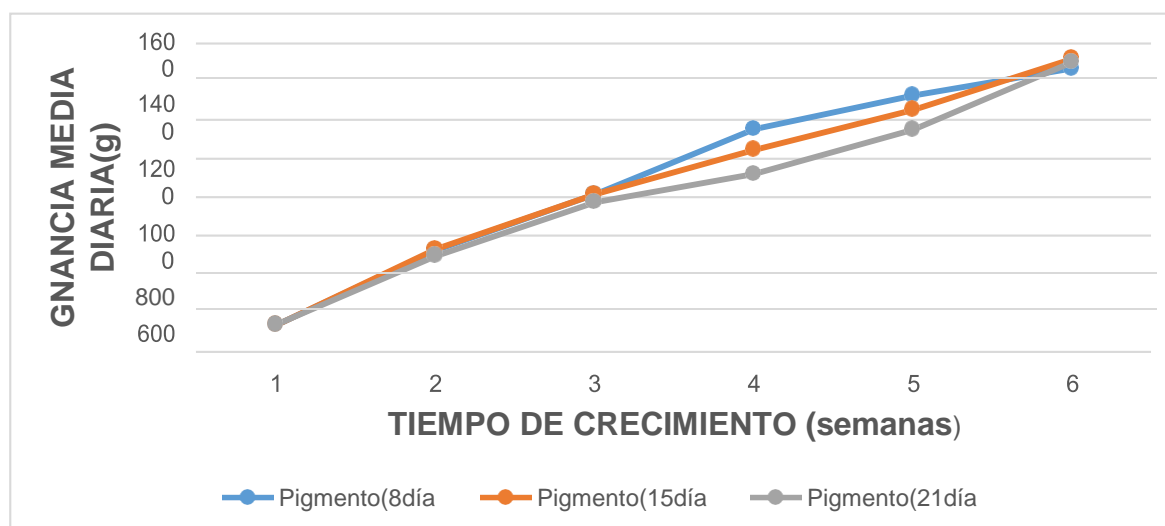
El consumo de alimento se lo ajusto a mortalidad y se lo representa en la siguiente tabla.

**Tabla 5.**

**Análisis del consumo de alimento de cada semana por tratamiento con el error estándar y P. Valor.**

SEMANA	CONSUMO DE ALIMENTO (g)			E ESTANDAR	P valor
	T1	T2	T3		
1	140,5	140,9	143,1	26.540	0,92
2	527,8	532,7	498,1	26.540	0,19
3	817,1	817,3	776,4	26.540	0,12
4	1155,1	1047,8	922,2	26.540	<.0001
5	1328,6	1255,3	1152,4	26.540	<.0001
6	1469,5	1521,1	1503,5	26.540	0,05
<b>Total</b>	<b>5438,62</b>	<b>5315,09</b>	<b>4995,73</b>		

La administración de alimento se lo efectuó en base a las tablas de consumo para pollos mixtos de Cobb Vantres 500 en la que se suministró diariamente, siendo las últimas dos semanas quinta y sexta donde se ofreció ad/ibitum, por lo que no existió diferencia estadística entre tratamientos, existiendo diferencia numérica siendo el tratamiento uno el que mayor consumo tuvo con 5438,62 g y el de menor consumo fue el tratamiento 3 con 4995,73 g.



**Figura 6.** Consumo de alimento diario de cada uno de los tratamientos

### 4.2.3. Conversión Alimenticia.

Tabla 6.

**Análisis de la conversión alimenticia de cada semana por tratamiento con el error estándar y P. valor.**

Semana	T1	T2	T3	EE	P.valor
1	1,76	1,87	1,97	0,1111	0,19
2	3,77	3,71	3,55	0,1111	0,15
3	3,14	3,11	2,62	0,1111	0,0013
4	2,51	2,40	2,15	0,1111	0,02
5	2,26	2,16	1,95	0,1111	0,19
6	2,14	2,20	2,25	0,1111	0,51
<b>CAA</b>	2,51	2,41	2,25		

Con respecto a conversión alimenticia el tratamiento más eficiente fue el tratamiento tres con 2,25 siendo el tratamiento 1 el menos eficiente ya que requirió 2,51 gramos para producir 1 g de carne, no existiendo diferencia estadística entre los tratamientos. Por semanas las conversiones se elevan en la segunda y tercera semana no existiendo diferencia entre tratamientos.

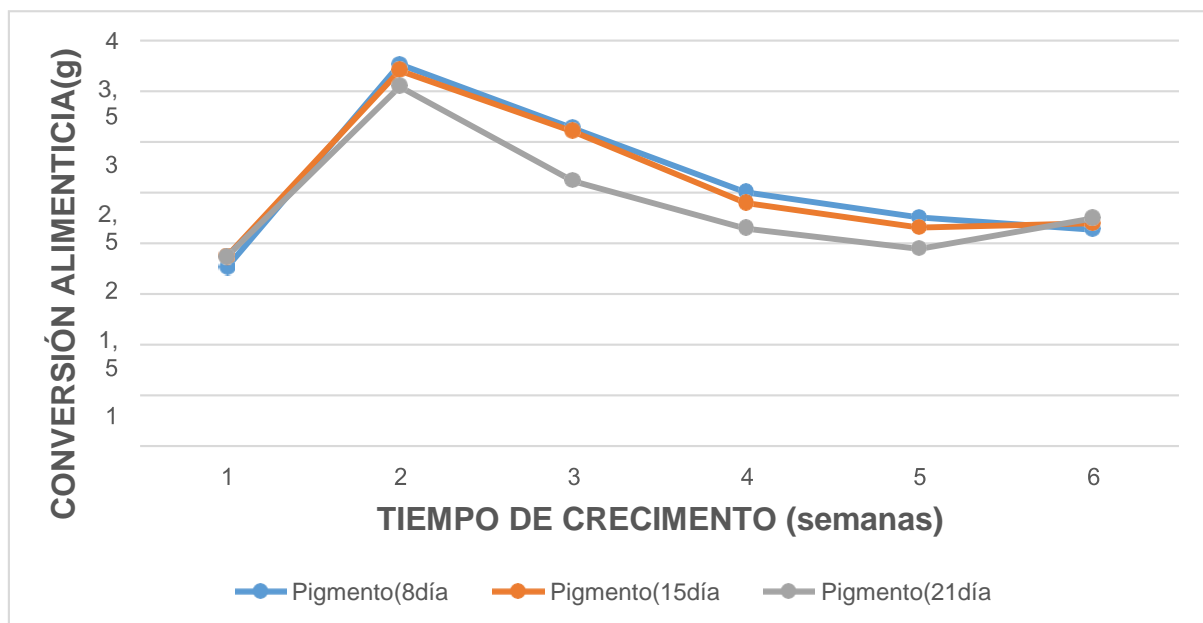


Figura 7. Conversión alimenticia de cada tratamiento



#### 4.2.4. Mortalidad (%).

La mortalidad se la expresa en número y porcentaje en la siguiente tabla:

##### 4.2.4.1. Análisis de porcentaje de mortalidad por tratamiento.

Tabla 7.

##### *Análisis de porcentaje de mortalidad por tratamiento*

Dietas	Mortalidad (%)
Pigmento (8días)	7
Pigmento (15días)	9
Pigmento (21días)	8
P.valor	0,90

La mortalidad en el presente trabajo de investigación tuvo resultados cercanos a los parámetros técnicos y por problemas respiratorios siendo mayor en el tratamiento dos con el 9,0% seguido del tres con el 8% y el más bajo el uno con el 7% no tiene relación la mortalidad con el comportamiento de los tratamientos.

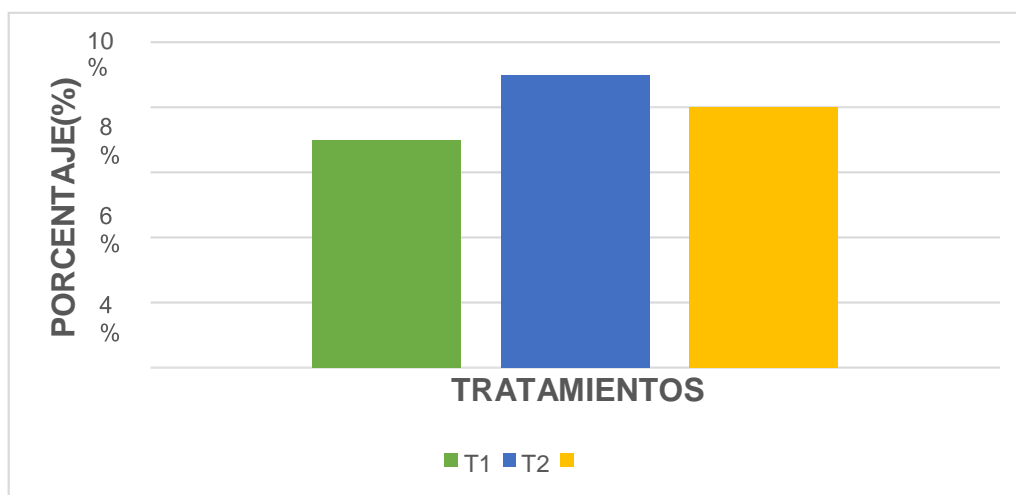


Figura 8. Mortalidad acumulada por tratamiento

### 4.3. RENTABILIDAD

La rentabilidad se la determino en una relación costo beneficio que se calculó con los costos o gastos que se generaron en el ensayo y los ingresos por concepto de venta de abono o poliniza y de pollo expresa en valor monetario y en porcentaje.

#### 4.3.1. Relación costo / beneficio.

Tabla 8.

#### *Costos de producción de los tratamientos en dólares*

RUBROS	T1	T2	T3
	<b>EGRESOS (\$)</b>		
<b>POLLO</b>	64	64	64
<b>ALIMENTACIÓN</b>	259,85	253,97	241,26
<b>SANIDAD</b>	13,3	13,3	13,3
<b>ALQUILER</b>	33,3	33,3	33,3
<b>MANO DE OBRA</b>	39,375	39,375	39,375
<b>CAMA</b>	3,33	3,33	3,33
<b>Subtotal</b>	413,15	373,98	361,26
	<b>INGRESOS(\$)</b>		
<b>VENTA POLLOS</b>	409,01	404,86	412,77
<b>ABONO</b>	5	5	5
<b>Subtotal</b>	414,01	409,86446	417,77456
	<b>UTILIDAD</b>		
<b>Ingresos- egresos</b>	0,86	35,89	56,51
<b>%</b>	<b>0,21</b>	<b>9,60</b>	<b>15,64</b>

La rentabilidad del tratamiento se expresó en porcentaje siendo el más rentable el tratamiento tres con el 15,64%, pigmento (21-42 días), siendo el menos rentable con el 0,21% el tratamiento uno con pigmento (8-42 días), incrementó los costos de alimentación.

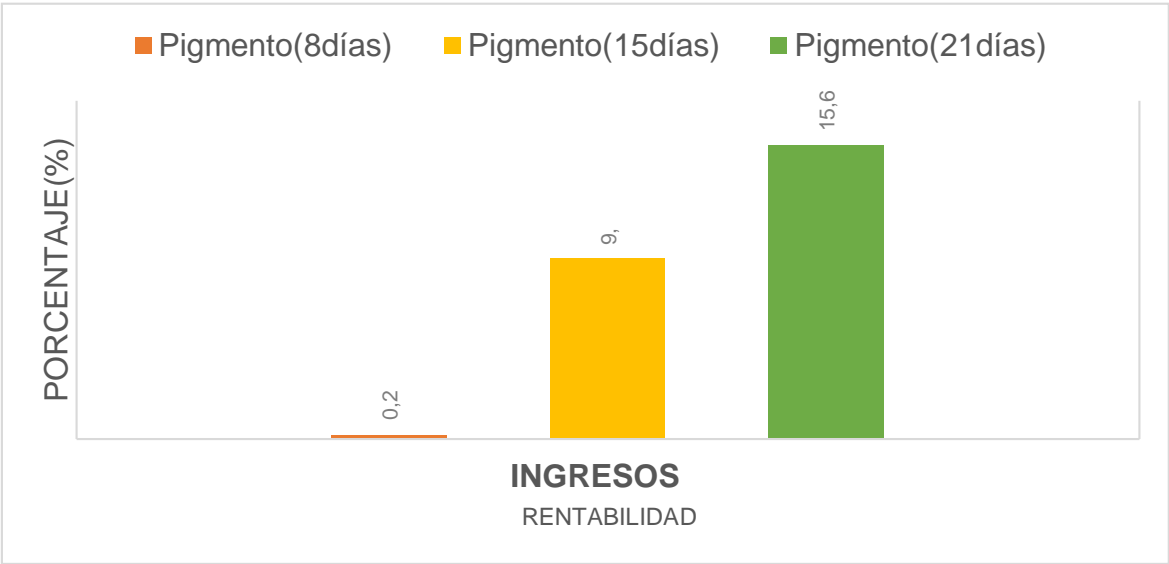


Figura 9. Costos de producción de los tratamientos de dólares

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. CALIDAD DEL CANAL

#### 5.1.1. Color de Tarsos.

Los datos obtenidos en el color de tarsos mediante el abanico de colores de DSM – BROIL FAN que arrojaron valores muy similares 106 entre los diferentes tratamientos. No existiendo diferencia significativa entre ellos; determinando que no hay mucha diferencia en la incorporación del pigmento comercial a los 8 días a los 15 días o a los 21 días, que de acuerdo a esta investigación debería hacerla partir de los 21 para disminuir costos de producción, siendo estos datos no comparables con los publicados por Yagual (2016), Solano (2018), Ríos (2018) y Carvajal *et al.*, (2017) quienes evaluaron pigmentantes naturales en diferentes niveles mas no su incorporación en diferentes edades del desarrollo del animal. Debemos mencionar que el valor obtenido en el abanico de colores es aceptable para lograr tonalidades amarillas atractivas para el consumidor. Las observaciones de campo indican mejor pigmentación en machos que en hembras, sin embargo, esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

Otro factor mencionado por Piraces y Cortez (1994), es el engrasamiento del ave, el cual favorece el depósito de xantofilas, que da un mejor color al animal, habiendo diferencias entre la capacidad de engrase entre hembras y machos pero que este trabajo no se evidencia ya que los niveles de fibra en las etapas iniciales esto es 1-28 días fueron altos disminuyendo esa posibilidad.

#### 5.1.2. Grasa Abdominal.

Los niveles de fibra aplicados a los tratamientos contribuyeron a una baja deposición de grasa mejorando la salud intestinal. Estos datos son comparables con

los publicados por Azanza (2017) quien trabajo con grasa by-pass teniendo poca deposición de grasa abdominal. Y concuerda con Meza (2019) quien indica que niveles de fibra insoluble tiene impacto positivo como mejora la conversión, rendimiento y calidad de carcasa entre ello poca grasa abdominal.

## **5.2. PARÁMETROS PRODUCTIVOS**

### **5.2.1. Peso Semanales.**

Los pesos son inferiores a los reportados en las tablas de performance de esta línea, probablemente se deba a la presentación de la dieta y a la densidad de la misma ya que la presentación de la dieta fue el maíz con granulometría gruesa y la presencia de fibra en las primeras semanas (1-28 días) en los tratamientos donde no hubo diferencia estadística significativa ya que recibieron los mismos requerimientos nutricionales solo fue diferente la inclusión del pigmento a partir de del día 9 de edad. Estos resultados no coinciden con los datos reportados por Meza (2019) quienes muestran que la ganancia de peso en pollos de engorde mejora de manera significativa cuando aumenta el contenido de fibra de la dieta de 14 a 21 días de edad, ni con los reportados por Alvarado *et al.* (2007), en términos de ganancia de peso ya que la fibra del subproducto del trigo causó un aumento de peso adicional de 100 g en 33 días a una tasa de inclusión de 0.8% semejante al nivel usado en el tratamiento T4.

La respuesta productiva de los pollos de engorde depende de las condiciones ambientales y de manejo, así como del suministro de los niveles nutricionales apropiados mediante una adecuada elección de materias primas (Meza, 2019). El desempeño de estas aves se correlaciona positivamente con el consumo de alimento durante los primeros días de vida (Gonzales *et al.*, 2003).

### **5.2.2. Consumo de Alimento.**

La administración de alimento se lo realizó en base a las tablas de Cobb Vantres 500 se observó bajos consumos en las primeras semanas debidos a la presentación del alimento con granulometría alta especialmente de maíz y la incorporación de fibra de subproductos de trigo que disminuyó el consumo, elevó el desperdicio especialmente en la segunda y tercera semana, incrementando la conversión alimenticia en las primeros fases.

El consumo de alimento no presentó diferencia estadística entre tratamientos. Posiblemente el tipo de fibra en este caso subproductos de trigo disminuye el consumo de alimento especialmente en los primeros días por tener un intestino inmaduro, pero en este ensayo afecto los parámetros productivos. Estos resultados no son comparables con lo observado por Meza (2009) quienes realizarón un ensayo con un con inclusión de fibra basado en lignocelulosa el cual reemplazó al salvado de trigo.

### **5.2.3. Conversión Alimenticia.**

El tratamiento tres resultó más eficientes con 2,25 mientras que el tratamiento uno menos eficiente ya que requirió 2,51 gramos para producir 1 g de carne, no existiendo diferencia estadística entre los tratamientos.

La conversión alimenticia fue elevada en las primeras semanas posiblemente debido a la granulometría especialmente de maíz y la presencia de fibra de subproductos de trigo, siendo inferiores a los valores que indica Cobb Vantres datos diferentes a los generados por Meza (2019).

#### **5.2.4. Mortalidad (%).**

La mortalidad tuvo distintos comportamientos a la de otros autores como Romero (2018) cuya mortalidad por ascitis, alcanzó una media de 17,9% animales muertos, con dietas altas en fibra, aunque se explotó broiler a una altitud 800 msnm. Y la mortalidad se debió a problemas de carácter respiratorio por una temporada de mucho viento julio-agosto que ocurrió en la zona de estudio.

#### **5.2.5. Relación costo / beneficio.**

La rentabilidad fue mejor en el tratamiento tres, esto se debió a los costos de producción de alimento fue más costoso en el tratamiento uno que se incorporó pigmento a partir de los 8 días luego en el dos a partir de los 15 días lo que se refleja un incremento de los costos en los resultados, no teniendo como comparar estos datos con otros autores ya que en su propuesta de investigación no incorpora el pigmento en diferentes fases del ciclo de vida del pollo de carne.

## 6. CONCLUSIONES

- El color de los tarsos a nivel de pigmentación no presento diferencia estadística entre tratamientos con valores entre 105 y 106 en el abanico DSM.
- La grasa abdominal fue baja debido a la presencia de niveles altos en fibra durante los 28 dias iniciales del presente estudio.
- En el incremento de peso no mostró diferencias estadísticas entre tratamiento siendo inferiores al standart de cobb 500.
- El tratamiento tres fue más rentables con la adición de pigmento a partir de los 21 dias de edad, ya que disminuyó los costos de la inclusión de pigmentos en etapas tempranas.



## **7. RECOMENDACIONES**

- Evaluar efecto de pigmento comercial a partir de los 21- 28 y 35 días para valorar su comportamiento
- Brindar dietas bajas en fibra durante los primeros 5 días y para mejorar la digestibilidad de las materia prima como el maíz se debe incluir un tamaño de partícula mediana o pequeña.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- Alcivar, A. D. (29 de septiembre de 2014). *Evaluación del pigmentante natural harina de achiote (Bixa Orellana l.) en pollos en pie*. Obtenido de Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/2708/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-41.pdf>
- Alemán, R. W., Ríos, T. T., & Romero, M. L. (2009). *Estudio por cromatografía de gases del perfil porcentual de los ácidos grasos más comunes presentes en los aceites de semillas recolectadas en la ciudad de León (Doctoral dissertation)*.
- Alzamora, L. E. (2017). *Evaluación del efecto de un pigmento orgánico presente en harina de zanahoria, (DAUCUS CAROTA) sobre la coloración en carcasas de pollos broiler*. Quito: Universidad de las Américas.
- Andrade, M. J. (2014). *Evaluación de la pigmentación del pollo en pie a partir del empleo de flor de Marigold (Tagetes erecta)*.
- Anonimo. (06 de 01 de 2015). *Pigmentación en pollo de engorde*. Obtenido de Sitio avicola: <http://www.elsitioavicola.com/articles/2658/pigmentacion-en-pollo-de-engorde/>
- Asanza, P. C. (2017). *Evaluación de un emulsificador de grasa en el comportamiento productivo de pollos de carne en el cantón Balsas, provincia de El Oro (Bachelor's thesis, Loja)*.

- Astudillo, V. M. (2012). *Elaboración y evaluación de dos dietas para la alimentación de aves rapaces mantenidas en cautiverio en el Zoológico de Quito en Guayllabamba.*
- Carvajal, T. J., Martínez, M. C., & Vivas, Q. N. (2017). *Evaluación de parámetros productivos y pigmentación en pollos alimentados con harina zapallo (cucurbita moschata) (Vol. 15(2)).* Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial.
- Cobb, V. (2012). *Suplemento informativo sobre rendimiento y nutrición de pollos de engorde. Cobb-vantress.*
- Cuca, M., Pino, J. A., & Mendoza, C. (1963). *El uso de pigmentos en la alimentación de las aves (Vol. 2).* Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias.
- Cuevas, B., Díaz, G., & Retamal, C. (2003). *Pigmentos utilizados en raciones de gallinas ponedoras.* Chile: Del Cardo.
- Díaz, J. I., Martínez, B. F., Velazco, X. H., & González, E. Á. (2008). *Evaluación de la pigmentación cutánea del pollo de engorda alimentado con diferentes niveles de energía metabolizable.* Centro de Enseñanza Investigación y Extensión en Producción Avícola de la FMVZ-UNAM.
- Eklund, E. B., & R, M. (2005). Nutrition. Nutrition Research Reviews.
- Fernández, M. (2015). *Pigmentación en pollo de engorde. Seminario Internacional de Manejo y Sistemas Operativos en Pollo de Engorde, AMEVEA, .* Bogotá, Colombia.

García, L. E., & Izaguirre, M. O. (2012). *Importancia de la expresión y actividad de la  $\beta$ -caroteno 15, 15' monooxigenasa y la vitamina A. Su papel en la producción animal. Revisión. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal.*

Gonzales, E., Kondo, N., Saldanha, E. S., Loddy, M., Careghi, C., & Decuyper, E. (2003). *Performance and physiological parameters of broiler chickens subjected to fasting on the neonatal period.* Obtenido de Poultry Science (82): 10.1093/ps/82.8.1250

Hoffman, G. (1969). *Anatomía y fisiología de las aves domésticas.* Zaragoza - España.

Klasig KG, A. K. (2002). *Fisiología digestiva de lipidos. Fisiología Digestiva.*

Latino, G. (2004). *Manual de explotación de aves de corral. Pigmentos.* Grupo Latino Ltda.

Mack, O. N., & Donald D, B. (1989). *Digestión y metabolismo cap. 24. Manual de producción avícola (traducción de la tercera edición).* . México: D. F: El manual moderno.

Maldonado, Z. M. (2015). *Evaluación de tres niveles de harina de achiote (Bixa orellana L.) en la pigmentación de piel en pollos parrilleros ross 308 en el Departamento de la Paz.* Obtenido de Universidad Mayor de San Andrés; Facultad de Agronomía:  
<https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/7114/T-2128.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Martínez, M. G., Fuente, M. B., Hernández, V. X., Quiroz, P. M., & Avila, G. E. (2013). *Respuesta a la adición de probióticos sobre los parámetros*

*productivos y la pigmentación de la piel del pollo de engorda in vivo. Sexta Reunión Anual AECACEM .*

Martinez, S. A. (13 de ENERO de 2010). *Evaluación del crecimiento celular y de los pigmentos obtenidos de la microalga Haematococcus pluvialis (chlorophyta: volvocales) Cultivada en diferentes medios.* Obtenido de Instituto Politecnico Nacional :

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/8226/EVALCREC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Meza, Q. I. (2019). *Efecto de dos tipos y niveles de fibra sobre la respuesta productiva y peso relativo de órganos en pollos de carne de 21 días de edad.*

Moeini, M. M., Ghazi, S. H., Sadeghi, S., & Malekizadeh, M. (2013). *The effect of red pepper (Capsicum annum) and marigold flower (Tagetes erectus) powder on egg production, egg yolk color and some blood metabolites of laying hens.*

Mozo, V., & Dyana, J. (2019). *Efecto de la proporción de goma de tara (caesalpinia spinosa) y salvado de trigo (triticum aestivum) sobre el porcentaje de absorción de grasa, firmeza, textura y color de empanizados de pollo.*

Muñoz, D. I., Fuente, M. B., Hernández, V. X., Quiroz, P. M., & Avila, G. E. (2014). *Pigmentacion en la piel de pollos de engorda con diferentes niveles de xantofilas en dietas sorgo-soya. Avícolas del Centro de México Ac.*

Parker, R. S. (1996). *Absorption, metabolism, and transport of carotenoids* (Vol. 10(5)). The FASEB Journal.

- Piraces, F., & R., C. (1994.). *Factores rias del V Seminario Internacional de que afectan la pigmentación del pollo de Patología Aviar. U.S.A. Memorias del seminario de avicultura , México.*
- Ríos, B. S. (2018). *Evaluación del pigmentante natural Bixa orellana I.(Achiote) en la dieta de pollos de engorde en el cantón Morona (Bachelor's thesis,).* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Rocca, A. (2018). *Factores que afectan la Pigmentación de los Pollo de Engorde.* Perú.
- Romero, M. Y. (2018). *Efecto de la restricción alimenticia cualitativa sobre el síndrome ascítico en broiler criados en la altura (Bachelor's thesis).* Loja.
- Sergi, J. (2018). *Factores que afectan a la pigmentación de los pollos.* España.
- Solórzano, C. J. (2018). *Efecto de la zanahoria Daucus carota y alfalfa forrajera Medicago sativa en la pigmentación y características organolépticas de la carne de pollo broiler, en la ciudad de Loja (Bachelor's thesis).* Loja.
- Urcola, M. (2011). *Aberraciones cromáticas en aves de la colección ornitológica del Museo Argentino de Ciencias Naturales "Bernardino Rivadavia". (Vol. 13(2)).* Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales nueva serie.
- Varas, R. B., & Beltrán, L. L. (2010). *Evaluar la pigmentación en la crianza de pollos broiler de engorde con un balanceado comercial adicionando tres porcentajes extras de harina de alfalfa (5%, 10% y 15%) a su composición alimenticia.*
- Yagual, M. M. (2016). *Evaluar la pigmentación de piel de pollo engorde utilizando tres concentraciones de harina de ají peruano como aditivo al balanceado.* Universidad Técnica de Machala, Machala.

## 9. ANEXOS

**ANEXO 1.** Estimación de los parámetros productivos, peso vivo semanal (SAS University Edition-2018).

Procedimiento Mixed		
<b>Información del modelo</b>		
Conjunto de datos	WORK.IMPORT	
Variable dependiente	PESO_VIVO	
Estructura de covarianza	Autoregresivo	
Efecto de sujeto	UE(TTO)	
Método de estimación	REML	
Método de varianza del residual	Perfil	
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo	
Método de grados de libertad	Between-Within	
<b>Información del nivel de clase</b>		
Clase	Niveles	Valores
TTO	3	T1 T2 T3
UE	5	1 2 3 4 5
SEMANA	7	0 1 2 3 4 5 6
<b>Dimensiones</b>		
Parámetros de covarianza	2	
Columnas en X	25	
Columnas en Z	0	
Sujetos	15	
Obs máx por sujeto	7	
<b>Número de observaciones</b>		
N.º observaciones leídas	105	
N.º observaciones usadas	105	
N.º observaciones no usadas	0	

Historial de iteración			
Iteración	Evaluaciones	-2 Res Log Like	Criterio
0	1	866.78197401	
1	2	866.17208954	0.00000001
2	1	866.17208470	0.00000000

Criterio de convergencia cumplido.

Estimaciones del parámetro de covarianza		
Parm Cov	Sujeto	Estimación
AR(1)	UE(TTO)	0.1196
Residual		1192.37

Estadísticas de ajuste	
Verosimilitud -2 Res Log	866.2
AIC (Mejor más pequeño)	870.2
AICC (Mejor más pequeño)	870.3
BIC (Mejor más pequeño)	871.6

Test del ratio de verosimilitud del modelo nulo		
DF	Chi-cuadrado	Pr > ChiSq
1	0.61	0.4348

Test de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	DF Num	Den DF	Valor F	Pr > F
TTO	2	12	1.04	0.3824
TTO*SEMANA	18	72	2574.60	<.0001

Medias de mínimos cuadrados							
Efecto	TTO	SEMANA	Estimación	Error estándar	DF	t valor	Pr >  t
TTO	T1		828.98	6.4672	12	128.18	<.0001
TTO	T2		818.74	6.4672	12	126.60	<.0001
TTO	T3		831.08	6.4672	12	128.51	<.0001
TTO*SEMANA	T1	0	45.0000	15.4426	72	2.91	0.0048
TTO*SEMANA	T1	1	124.70	15.4426	72	8.08	<.0001
TTO*SEMANA	T1	2	265.33	15.4426	72	17.18	<.0001
TTO*SEMANA	T1	3	527.30	15.4426	72	34.15	<.0001
TTO*SEMANA	T1	4	990.40	15.4426	72	64.13	<.0001
TTO*SEMANA	T1	5	1579.84	15.4426	72	102.30	<.0001
TTO*SEMANA	T1	6	2270.28	15.4426	72	147.01	<.0001
TTO*SEMANA	T2	0	45.0000	15.4426	72	2.91	0.0048
TTO*SEMANA	T2	1	120.50	15.4426	72	7.80	<.0001
TTO*SEMANA	T2	2	264.79	15.4426	72	17.15	<.0001
TTO*SEMANA	T2	3	530.39	15.4426	72	34.35	<.0001
TTO*SEMANA	T2	4	970.00	15.4426	72	62.81	<.0001
TTO*SEMANA	T2	5	1553.12	15.4426	72	100.57	<.0001
TTO*SEMANA	T2	6	2247.36	15.4426	72	145.53	<.0001
TTO*SEMANA	T3	0	45.0000	15.4426	72	2.91	0.0048
TTO*SEMANA	T3	1	117.55	15.4426	72	7.61	<.0001
TTO*SEMANA	T3	2	258.43	15.4426	72	16.74	<.0001
TTO*SEMANA	T3	3	555.77	15.4426	72	35.99	<.0001
TTO*SEMANA	T3	4	989.20	15.4426	72	64.06	<.0001
TTO*SEMANA	T3	5	1585.20	15.4426	72	102.65	<.0001
TTO*SEMANA	T3	6	2266.40	15.4426	72	146.76	<.0001



**ANEXO 2.** Estimación de los parámetros productivos, consumo de alimento (SAS University Edition-2018).

Procedimiento Mixed		
<b>Información del modelo</b>		
Conjunto de datos	WORK.IMPORT	
Variable dependiente	CONSUMO	
Estructura de covarianza	Autoregresivo	
Efecto de sujeto	UE(TTO)	
Método de estimación	REML	
Método de varianza del residual	Perfil	
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo	
Método de grados de libertad	Between-Within	
<b>Información del nivel de clase</b>		
Clase	Niveles	Valores
TTO	3	T1 T2 T3
UE	5	1 2 3 4 5
SEMANA	7	0 1 2 3 4 5 6
<b>Dimensiones</b>		
Parámetros de covarianza	2	
Columnas en X	22	
Columnas en Z	0	
Sujetos	15	
Obs máx por sujeto	6	
<b>Número de observaciones</b>		
N.º observaciones leídas	105	
N.º observaciones usadas	90	

Historial de iteración				
Iteración	Evaluaciones	-2 Res Log Like	Criterio	
0	1	490.48227533		
1	2	487.57859836	0.00000007	
2	1	487.57858665	0.00000000	
Criterio de convergencia cumplido.				
<b>Estimaciones del parámetro de covarianza</b>				
Parm Cov	Sujeto	Estimación		
AR(1)	UE(TTO)	0.1876		
Residual		35.2180		
<b>Estadísticas de ajuste</b>				
Verosimilitud -2 Res Log		487.6		
AIC (Mejor más pequeño)		491.6		
AICC (Mejor más pequeño)		491.8		
BIC (Mejor más pequeño)		493.0		
<b>Test del ratio de verosimilitud del modelo nulo</b>				
DF	Chi-cuadrado	Pr > ChiSq		
1	2.90	0.0884		
<b>Test de tipo 3 de efectos fijos</b>				
Efecto	DF Num	Den DF	Valor F	Pr > F
TTO	2	12	18.45	0.0002
TTO*SEMANA	15	60	618.53	<.0001
<b>Medias de mínimos cuadrados</b>				

Medias de mínimos cuadrados							
Efecto	TTO	SEMANA	Estimación	Error estándar	DF	t valor	Pr >  t
TTO	T1		129.49	1.2669	12	102.21	<.0001
TTO	T2		126.55	1.2669	12	99.89	<.0001
TTO	T3		118.95	1.2669	12	93.89	<.0001
TTO*SEMANA	T1	1	20.0657	2.6540	60	7.56	<.0001
TTO*SEMANA	T1	2	75.4053	2.6540	60	28.41	<.0001
TTO*SEMANA	T1	3	116.73	2.6540	60	43.98	<.0001
TTO*SEMANA	T1	4	165.01	2.6540	60	62.17	<.0001
TTO*SEMANA	T1	5	189.80	2.6540	60	71.52	<.0001
TTO*SEMANA	T1	6	209.93	2.6540	60	79.10	<.0001
TTO*SEMANA	T2	1	20.1257	2.6540	60	7.58	<.0001
TTO*SEMANA	T2	2	76.1026	2.6540	60	28.67	<.0001
TTO*SEMANA	T2	3	116.76	2.6540	60	43.99	<.0001
TTO*SEMANA	T2	4	149.68	2.6540	60	56.40	<.0001
TTO*SEMANA	T2	5	179.33	2.6540	60	67.57	<.0001
TTO*SEMANA	T2	6	217.30	2.6540	60	81.88	<.0001
TTO*SEMANA	T3	1	20.4400	2.6540	60	7.70	<.0001
TTO*SEMANA	T3	2	71.1642	2.6540	60	26.81	<.0001
TTO*SEMANA	T3	3	110.92	2.6540	60	41.79	<.0001
TTO*SEMANA	T3	4	131.74	2.6540	60	49.64	<.0001
TTO*SEMANA	T3	5	164.63	2.6540	60	62.03	<.0001
TTO*SEMANA	T3	6	214.79	2.6540	60	80.93	<.0001

**ANEXO 3.** Estimación de los parámetros productivos, mortalidad por ascítis (SAS University Edition-2018).

Información del modelo	
Conjunto de datos	WORK.IMPORT
Variable dependiente	CONVERSION
Estructura de covarianza	Autoregresivo
Efecto de sujeto	UE(TTO)
Método de estimación	REML
Método de varianza del residual	Perfil
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo
Método de grados de libertad	Between-Within

Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
TTO	3	T1 T2 T3
UE	5	1 2 3 4 5
SEMANA	7	0 1 2 3 4 5 6

Dimensiones	
Parámetros de covarianza	2
Columnas en X	22
Columnas en Z	0
Sujetos	15
Obs máx por sujeto	6

Número de observaciones	
N.º observaciones leídas	105
N.º observaciones usadas	90

Historial de iteración			
Iteración	Evaluaciones	-2 Res Log Like	Criterio
0	1	32.83693225	
1	2	32.46519905	0.00000000

Criterio de convergencia cumplido.

Estimaciones del parámetro de covarianza		
Parm Cov	Sujeto	Estimación
AR(1)	UE(TTO)	-0.07136
Residual		0.06172

Estadísticas de ajuste	
Verosimilitud -2 Res Log	32.5
AIC (Mejor más pequeño)	36.5
AICC (Mejor más pequeño)	36.6
BIC (Mejor más pequeño)	37.9

Test del ratio de verosimilitud del modelo nulo		
DF	Chi-cuadrado	Pr > ChiSq
1	0.37	0.5421

Test de tipo 3 de efectos fijos				
Efecto	DF Num	Den DF	Valor F	Pr > F
TTO	2	12	5.55	0.0197
TTO*SEMANA	15	60	37.66	<.0001

Medias de mínimos cuadrados							
Efecto	TTO	SEMANA	Estimación	Error estándar	DF	t valor	Pr >  t
TTO	T1		2.5997	0.04273	12	60.84	<.0001
TTO	T2		2.5734	0.04273	12	60.22	<.0001
TTO	T3		2.4138	0.04273	12	56.49	<.0001
TTO*SEMANA	T1	1	1.7624	0.1111	60	15.86	<.0001
TTO*SEMANA	T1	2	3.7745	0.1111	60	33.97	<.0001
TTO*SEMANA	T1	3	3.1454	0.1111	60	28.31	<.0001
TTO*SEMANA	T1	4	2.5130	0.1111	60	22.62	<.0001
TTO*SEMANA	T1	5	2.2595	0.1111	60	20.34	<.0001
TTO*SEMANA	T1	6	2.1438	0.1111	60	19.29	<.0001
TTO*SEMANA	T2	1	1.8660	0.1111	60	16.79	<.0001
TTO*SEMANA	T2	2	3.7088	0.1111	60	33.38	<.0001
TTO*SEMANA	T2	3	3.1117	0.1111	60	28.01	<.0001
TTO*SEMANA	T2	4	2.4009	0.1111	60	21.61	<.0001
TTO*SEMANA	T2	5	2.1564	0.1111	60	19.41	<.0001
TTO*SEMANA	T2	6	2.1964	0.1111	60	19.77	<.0001
TTO*SEMANA	T3	1	1.9728	0.1111	60	17.76	<.0001
TTO*SEMANA	T3	2	3.5475	0.1111	60	31.93	<.0001
TTO*SEMANA	T3	3	2.6162	0.1111	60	23.55	<.0001
TTO*SEMANA	T3	4	2.1480	0.1111	60	19.33	<.0001
TTO*SEMANA	T3	5	1.9494	0.1111	60	17.55	<.0001
TTO*SEMANA	T3	6	2.2486	0.1111	60	20.24	<.0001

**ANEXO 4.** Estimación de los calidad del canal, pigmentación de tarzos (SAS University Edition-2018).

Procedimiento Mixed		
<b>Información del modelo</b>		
Conjunto de datos	WORK.IMPORT1	
Variable dependiente	COLOR	
Estructura de covarianza	Autoregresivo	
Efecto de sujeto	UE(TTO)	
Método de estimación	REML	
Método de varianza del residual	Perfil	
Método SE de efectos fijos	Basado en el modelo	
Método de grados de libertad	Between-Within	
<b>Información del nivel de clase</b>		
Clase	Niveles	Valores
TTO	3	T1 T2 T3
UE	5	1 2 3 4 5
SEMANA	3	4 5 6
<b>Dimensiones</b>		
Parámetros de covarianza	2	
Columnas en X	13	
Columnas en Z	0	
Sujetos	15	
Obs máx por sujeto	3	
<b>Número de observaciones</b>		
N.º observaciones leídas	45	
N.º observaciones usadas	45	
N.º observaciones no usadas	0	

Historial de iteración				
Iteración	Evaluaciones	-2 Res Log Like	Criterio	
0	1	49.45512705		
1	2	44.66975811	0.00000000	
Criterio de convergencia cumplido.				
<b>Estimaciones del parámetro de covarianza</b>				
Parm Cov	Sujeto	Estimación		
AR(1)	UE(TTO)	0.4276		
Residual		0.1549		
<b>Estadísticas de ajuste</b>				
Verosimilitud -2 Res Log	44.7			
AIC (Mejor más pequeño)	48.7			
AICC (Mejor más pequeño)	49.0			
BIC (Mejor más pequeño)	50.1			
<b>Test del ratio de verosimilitud del modelo nulo</b>				
DF	Chi-cuadrado	Pr > Chi Sq		
1	4.79	0.0287		
<b>Test de tipo 3 de efectos fijos</b>				
Efecto	DF Num	Den DF	Valor F	Pr > F
TTO	2	12	0.78	0.4818
TTO*SEMANA	6	24	89.45	<.0001

**ANEXO 5.** Estimación de los calidad del canal, Grasa abdominal (SAS University Edition-2018).

Medias de mínimos cuadrados							
Efecto	TTO	SEMANA	Estimación	Error estándar	DF	t valor	Pr >  t
TTO	T1		104.55	0.1322	12	790.83	<.0001
TTO	T2		104.61	0.1322	12	791.33	<.0001
TTO	T3		104.77	0.1322	12	792.54	<.0001
TTO*SEMANA	T1	4	103.32	0.1780	24	588.95	<.0001
TTO*SEMANA	T1	5	104.84	0.1780	24	594.45	<.0001
TTO*SEMANA	T1	6	105.68	0.1780	24	600.36	<.0001
TTO*SEMANA	T2	4	103.20	0.1780	24	588.27	<.0001
TTO*SEMANA	T2	5	104.52	0.1780	24	593.77	<.0001
TTO*SEMANA	T2	6	106.12	0.1780	24	602.86	<.0001
TTO*SEMANA	T3	4	103.12	0.1780	24	585.82	<.0001
TTO*SEMANA	T3	5	104.52	0.1780	24	593.77	<.0001
TTO*SEMANA	T3	6	106.68	0.1780	24	608.04	<.0001

Procedimiento GLM		
Información del nivel de clase		
Clase	Niveles	Valores
SEXO	3	Macho hembras hembra
TTRA	3	T1 T2 T3

N.º observaciones leídas	30
Número de observaciones usadas	30

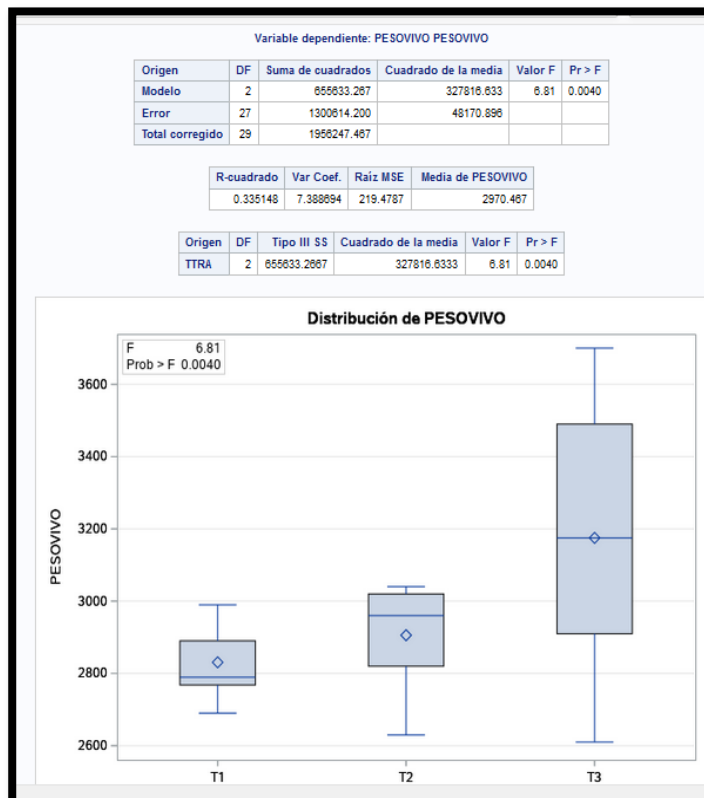
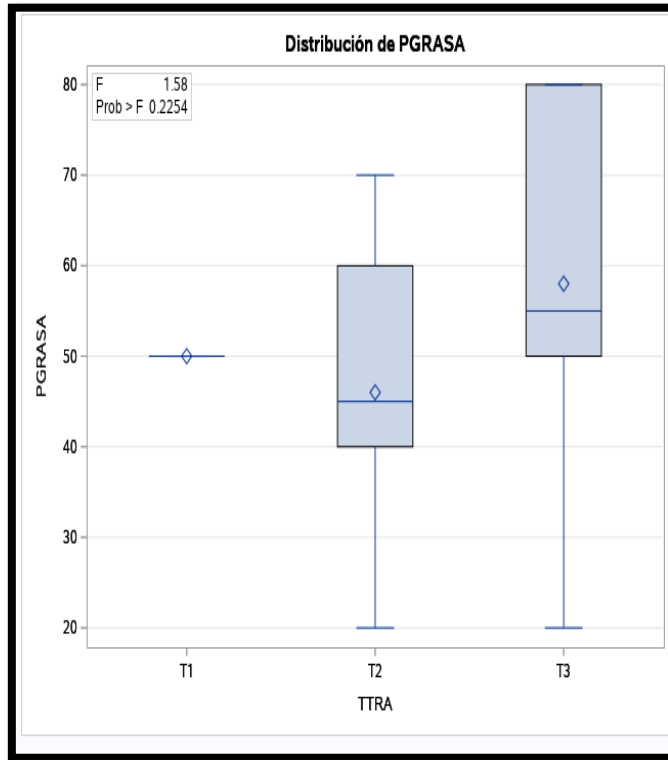
Procedimiento GLM					
Variable dependiente: PGRASA PGRASA					
Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Modelo	2	748.666667	373.333333	1.58	0.2254
Error	27	6400.000000	237.037037		
Total corregido	29	7148.666667			

R-cuadrado	Var Coef.	Raíz MSE	Media de PGRASA
0.104478	29.99222	15.39601	51.33333

Origen	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
TTRA	2	748.666667	373.333333	1.57	0.2254



**ANEXO 5. fotografías tomadas durante la realización del trabajo de campo**



*Ilustración 1. Construcción de las jaulas*



*Ilustración 2. Ubicación de las cortinas*



*Ilustración 3. Desinfección de galpón*





***Ilustración 4. Elaboración de las dietas***



***Ilustración 5. Recepción de los pollitos***



***Ilustración 6. Toma de pesos de los animales individualment***



**Ilustración 7. Medición de tarsos en cuarta semana**



**Ilustración 8. Registro del color de los tarsos**



**Ilustración 9. Registro de pesos semanales**



*Ilustración 10. Faenamiento de los pollos*



*Ilustración 11. Peso de los pollos sin viseras*