



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO ZOOTECNISTA**

**“EFECTO DE LA HARINA DE ACHIOTE (BIXA ORELLANA L.) SOBRE LA  
PIGMENTACIÓN DE LOS TARSOS Y PRESENCIA DE ENTEROBACTERIAS  
EN POLLOS CAMPEROS”**

**KEVIN GONZALO PORTILLA ORTIZ**

**TUTOR: MSc. MÓNICA PATRICIA VELÁSTEGUI MORENO**

**IBARRA – ECUADOR**

**AGOSTO, 2024**

Ibarra, 26 de agosto del 2024

## CERTIFICACIÓN TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación titulado: “EFECTO DE LA HARINA DE ACHIOTE (*BIXA ORELLANA* L.) SOBRE LA PIGMENTACIÓN DE LOS TARSOS Y PRESENCIA DE ENTEROBACTERIAS EN POLLOS CAMPEROS”, presentado por el estudiante Kevin Gonzalo Portilla Ortiz con cédula de ciudadanía N° 0401828009, para obtener el Título de Ingeniero en Zootecnia.

Certifico que el trabajo cumple con todos los parámetros establecidos, mediante el cual el estudiante demuestra el desarrollo de competencias en el campo de conocimiento de su profesión con un nivel de argumentación coherente, para ser sometido a la evaluación por parte de los lectores.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de originalidad de TURNITIN.



Mgs. Mónica Velástegui Moreno  
**TUTOR DE TRABAJO**  
C.C.: 0503323024

## PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El tribunal examinador, aprueba el presente trabajo en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra:



MSc. Mónica Velástegui Moreno

C.C.: 0503323024



MSc. Maritza Mier Quiroz

C.C.: 1002878286



PhD. José Valdemar Andrade

C.C.: 1001927167

## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo, *Kevin Gonzalo Portilla Ortiz*, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilidades de sus obras o prestaciones a título gratuito y oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 26 de agosto del 2024

A handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn oval. The signature is stylized and appears to read 'Kevin Gonzalo Portilla Ortiz'.

*Kevin Gonzalo Portilla Ortiz*

C.C.: 0401828009

## **AUTORIA**

Yo, *Kevin Gonzalo Portilla Ortiz*, portador de la cedula de ciudadanía N° 0401828009, declaro que el presente trabajo de investigación es de total responsabilidad del autor, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

A handwritten signature in black ink, enclosed within a hand-drawn oval. The signature is stylized and appears to read 'Kevin Gonzalo Portilla Ortiz'.

*Kevin Gonzalo Portilla Ortiz*

C.C.: 0401828009

## **DEDICATORIA**

A Dios por permitirme lograr esta nueva meta en mi vida, por guiarme por el mejor camino y siempre cuidar de mí.

A mis padres Gonzalo Portilla y Lidia Ortiz, por inculcarme buenos valores, por su apoyo incondicional, por todo el sacrificio que han hecho por mí, gracias a ellos son mis logros.

A mi esposa Génesis Fernández, por su paciencia y comprensión por estar siempre a mí lado en los momentos más difíciles ya que es el mejor apoyo que pude tener en mi vida y para culminar mi trabajo de titulación.

A mis hijas Doménica y Lya por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder motivarme cada día más y así poder culminar mis estudios.

A mis hermanas Lizbeth y Yadira quienes, con sus palabras de aliento me motivaron día a día para no rendirme en este trayecto.

A mis familiares por aportar con un granito de arena con sus consejos y palabras de aliento.

Kevin Gonzalo

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por nunca permitir que yo me rinda y por ayudarme a cumplir mis sueños y metas.

Estoy agradecido con la vida por darme una familia amorosa ya que son quienes han estado siempre para mí, y son un pilar fundamental en mi vida.

Agradezco a mi asesora MSc. Mónica Velástegui, por su enseñanza y conocimientos que adquirí en mi trayecto universitario, gracias por la confianza que depositó en mí para la realización de mi trabajo de titulación.

Agradezco a mis profesores: Valdemar Andrade, Maritza Mier, Santiago Mafla, Cristian Arroyo, Diego Mejía y Moraima Mera, por la enseñanza y confianza que depositaron en mí, por su cariño, consejos y amistad.

A la PUCE-I por abrirme sus puertas y poder culminar mis estudios, por el conocimiento y experiencias que adquirí en tan prestigiosa universidad.

Kevin Gonzalo

## ÍNDICE

PORTADA	
CERTIFICACIÓN TUTOR .....	ii
PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL .....	iii
ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS.....	iv
AUTORIA .....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xiii
RESUMEN.....	14
ABSTRACT .....	15
CAPÍTULO I.....	16
INTRODUCCIÓN.....	16
CAPÍTULO II.....	18
OBJETIVOS.....	18
2.1. Objetivo general .....	18
2.2. Objetivos específicos .....	18
2.3. Hipótesis.....	18
CAPÍTULO III .....	19
ESTADO DEL ARTE.....	19
3.1. Avicultura.....	19
3.1.1. Avicultura en el Ecuador .....	19
3.2. Raza o biotipo de gallinas criollas .....	20
3.2.1. Línea.....	21
3.2.2. Pollo campero .....	21
3.2.3. Manejo del pollo campero .....	22
3.2.4. Condiciones de crianza .....	23
3.3. Alimentación .....	24

3.4. Aditivos en la avicultura .....	25
3.5. Los pigmentos y su importancia en la industria avícola.....	25
3.5.1. Pigmentación en pollos.....	26
3.5.1.1. Efectos de la pigmentación en pollos.....	27
3.5.1.2. Tipos de pigmentantes.....	28
3.5.2. Métodos para evaluar la pigmentación en las aves .....	29
3.6. Achiote ( <i>Bixa orellana</i> L.).....	29
3.7. Composición nutricional del achiote .....	30
3.7.1. Usos del achiote .....	30
3.8. Carotenos presentes en el achiote .....	31
3.9. Harina de achiote.....	31
3.10. Mecanismo de acción de la harina de achiote.....	31
CAPÍTULO IV .....	33
MATERIALES Y MÉTODOS .....	33
4.1. Materiales.....	33
4.1.1. Fase de campo .....	33
4.1.1.1. Materiales de campo .....	33
4.1.1.2. Materiales biológicos.....	33
4.1.1.3. Materiales de desinfección y limpieza.....	33
4.1.1.4. Insumo alimenticio.....	34
4.1.2. Fase experimental.....	34
4.1.2.1. Materiales de laboratorio .....	34
4.2. Métodos.....	35
4.2.1. Método de campo.....	35
4.2.1.1. Ubicación.....	35
4.2.1.2. Diseño Experimental .....	37
4.2.1.4. Manejo del experimento.....	39
• Preparación del galpón.....	39
4.2.2. Proceso de laboratorio .....	41
4.2.2.1. Toma de datos .....	41
4.2.2.2. Variables.....	42
CAPÍTULO V .....	44

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
5.1. Prueba de normalidad y homogeneidad de varianza .....	44
5.2. Análisis estadístico de las variables .....	45
5.2.1. Pesos semanales de los pollos.....	45
5.2.2. Conversión alimenticia .....	48
5.2.3. Índice colorimétrico .....	50
5.2.4. Presencia de <i>Salmonella spp</i> y <i>E. coli</i> (UFC).....	52
CAPÍTULO VI.....	54
CONCLUSIONES.....	54
CAPÍTULO VII.....	55
RECOMENDACIONES .....	55
CAPÍTULO VIII .....	56
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	56
ANEXOS .....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dieta para pollos camperos .....	25
Tabla 2. Composición nutricional del achiote ( <i>Bixa orellana</i> L.) .....	30
Tabla 3. Tratamientos .....	37
Tabla 4. Modelo de análisis de varianza (ANOVA).....	39
Tabla 5. Programa de vacunación .....	40
Tabla 6. Resultados de la prueba de normalidad para las variables dependientes .....	43
Tabla 7. Análisis de varianza de los pesos semanales de los pollos .....	44
Tabla 8. Análisis de varianza para conversión alimenticia semana 1 a semana 11 .....	47
Tabla 9. Análisis de varianza para IC Inicio, crecimiento y finalización .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación en el que se desarrolló el experimento .....	35
Figura 2. Aleatorización y distribución de los tratamientos .....	37
Figura 3. Comparación múltiple de promedios de ganancia de peso (g).....	45
Figura 4. Comparación múltiple de promedios Tukey al 5% de la variable peso semana 11.....	45
Figura 5. Comparación múltiple de promedios conversión alimenticia .....	48
Figura 6. Comparación múltiple de promedios Tukey al 5% de la variable conversión alimenticia semana 8 .....	48
Figura 7. Comparación múltiple de promedios Tukey al 5% de la variable Índice colorimétrico (IC) de la etapa finalización.....	50
Figura 8. Comparación múltiple de promedios índice colorimétrico (IC) .....	50
Figura 9. Conteo de <i>Escherichia coli</i> y <i>Salmonella</i> spp .....	51

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Fase de campo.....	61
Anexo 2. Fase de laboratorio.....	65
Anexo 3. Base de datos.....	66

## RESUMEN

El presente trabajo muestra como el uso de harina de achiote sirve de aditivo alimenticio dentro de la dieta de pollos camperos, presentándose como una alternativa para el mejoramiento de la pigmentación y la disminución de enterobacterias que se manifiestan en la producción avícola, sustituyendo a productos sintéticos o farmacéuticos. El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la granja Experimental de la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), en la ciudad de Ibarra, el cual tuvo como objetivo evaluar el efecto de las diferentes dosis de harina de achiote (*Bixa orellana* L.) T1 (0,5%), T2 (1%) y T3 (1,5%) más un Testigo, para determinar su eficacia como un antibacteriano frente a *Escherichia coli* y *Salmonella* spp., además de visualizar el grado de pigmentación en tarsos. Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones con un total de 160 pollos camperos de 15 días de edad, los cuales fueron distribuidos de manera aleatoria en 16 diferentes grupos con 10 pollos/m<sup>2</sup>. Para identificar cual tratamiento fue el mejor se aplicó el ANOVA y Test de Tukey al 5%. Al finalizar el experimento se demostró la efectividad del uso de harina de achiote en la dieta de pollos camperos, los resultados no tuvieron una diferencia significativa en cuanto a parámetros productivos pero el que mejor se destacó fue (T1) con un peso de 3648g, al igual que en la conversión alimenticia con un resultado de 1,21 (T2) en la semana 8. La adición de harina de achiote demostró su eficiencia al reducir la presencia de enterobacterias en las aves, así como la pigmentación de los tarsos, siendo más apetecido para el consumidor.

**Palabras clave:** pollo campero, harina de achiote, enterobacterias, pigmentación, parámetros productivos.

## ABSTRACT

This work shows how the use of annatto flour serves as a food additive in the diet of free-range chickens, presenting itself as an alternative for improving pigmentation and reducing enterobacteria that occur in poultry production, replacing synthetic or pharmaceutical products. The study was carried out at the facilities of the Experimental Farm of the School of Agricultural and Environmental Sciences (ECAA), in the city of Ibarra, which aimed to evaluate the effect of different doses of annatto flour (*Bixa orellana* L.) T1 (0.5%), T2 (1%) and T3 (1.5%) plus a Control, to determine its effectiveness as an antibacterial against *Escherichia coli* and *Salmonella* spp., in addition to visualizing the degree of pigmentation in tarsi. A completely randomized design (CRD) was used with 4 treatments and 4 repetitions with a total of 160 free-range chickens of 15 days of age, which were randomly distributed in 16 different groups with 10 chickens/m<sup>2</sup>. To identify which treatment was the best, the ANOVA and Tukey test at 5% were applied. At the end of the experiment, the effectiveness of the use of annatto flour in the diet of free-range chickens was demonstrated. The results did not have a significant difference in terms of productive parameters but the one that stood out the best was (T1) with a weight of 3648g, as well as in feed conversion with a result of 1.21 (T2) in week 8. The addition of annatto flour demonstrated its efficiency in reducing the presence of enterobacteria in birds, as well as the pigmentation of the tarsi, being more appetizing for the consumer.

**Keywords:** camper chicken, sannatto flour, enterobacteria, pigmentation, productive parameter.

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

El sector avícola del Ecuador ha crecido de manera paulatina en los años 2018 y 2019, en un 27%. Según la Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador CONAVE (2020), menciona que, el consumo de carne de pollo ocupa el segundo lugar a nivel mundial luego de la carne de cerdo, forma parte vital de la dieta de los ecuatorianos, la producción avícola existente en el país está formado por pequeños, medianos y grandes productores, lo cual genera una demanda. Al querer implementar aditivos en la dieta de los pollos para obtener una mejor producción hace que los aditivos eleven su costo, con esto se trata de implementar nuevas iniciativas para poder economizar la producción con una buena nutrición y menor tiempo para la crianza de estas aves (Sánchez et al., 2020)

La carne de pollo es un alimento que proporciona un alto valor nutritivo contiene vitaminas, carbohidratos, proteínas y grasas, por la cual es una de las opciones más económicas a la hora de su consumo con un valor de \$1,40 la libra, por tanto, cada vez se vuelve más imperante que en los planteles avícolas se establezca criterios en pro del consumidor al momento de elegir los aditivos y materias primas para la elaboración de balanceados, los cuales deben estar ajustados dentro de una nutrición eficiente para el animal, como el respeto a las salud pública (Solorzano, 2018).

Dentro de estudios realizados por Solorzano (2018), uno de los aditivos que se usan en pollos es el achiote ya que contiene características nutritivas, como medicinales, es un importante componente en alimentos balanceados que mejoran la calidad del animal, es una buena opción para la alimentación animal, contiene elevados niveles de vitaminas A, B y C, Calcio, Hierro y carotenoides, las propiedades medicinales en las cuales se destaca que contiene el achiote es: antiinflamatorias, antivirales, anti parasíticas, antimicrobianas y antibacterianas, esto frente a *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp*, *Escherichia coli*. Es una materia prima que se ha utilizado en la dieta de los pollos y es especial para poder efectuar

mezclas, ya sea con otros tipos de harinas o balanceados para animal (Moncayo y Ramírez, 2020).

Otro de los aspectos que mejoran la rentabilidad de la producción avícola es la pigmentación de la piel y tarsos, puesto que se vuelve muy atrayente para el consumidor actual, en tal virtud, en el presente trabajo se aplicó harina de achiote como un aditivo en la formulación del balanceado avícola, con el fin de lograr una buena pigmentación y encontrar mejores parámetros de producción, para poder beneficiar a los pequeños productores avícolas y a la economía de ellos (Olaya, 2022).

El aditivo que se utilizó en el proyecto no tuvo consecuencias negativas con la crianza que se realiza habitualmente, ya que a la alimentación se le añadió el aditivo de harina de achiote con la cual se pudo evaluar parámetros productivos como pesos, conversión alimenticia, colorimetría y la existencia de bacterias como *Salmonella* spp y *Escherichia coli*.

## CAPÍTULO II

### OBJETIVOS

#### 2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de las diferentes dosis de harina de achiote, sobre la presencia de enterobacterias y grado de pigmentación de los tarsos en pollos camperos.

#### 2.2. Objetivos específicos

- Determinar el grado de pigmentación en los tarsos de los pollos camperos alimentados con aditivo de harina de achiote en diferentes dosis, utilizando un colorímetro frente a un testigo
- Evaluar la presencia de enterobacterias *Escherichia coli* y *Salmonella* spp mediante hisopados cloacal para el mejoramiento de la sanidad de los parámetros productivos en pollos camperos

#### 2.3. Hipótesis

**Ha:** La adición de harina de achiote en la alimentación de los pollos camperos mejora la pigmentación de los tarsos y reduce la presencia de enterobacterias

**Ho:** La adición de harina de achiote en la alimentación de los pollos camperos no mejora la pigmentación de los tarsos y no reduce la presencia de enterobacterias

## **CAPÍTULO III**

### **ESTADO DEL ARTE**

#### **3.1. Avicultura**

La palabra avicultura se refiere a la práctica de criar aves con la finalidad de obtener un objetivo comercial. La explotación avícola cumple un rol muy importante ya que es una de las bases de la alimentación humana. Los productos que estos animales ofrecen como: carne y huevos proporcionan al ser humano alimentos de buena calidad y son ricos en proteínas (Palomeque, 2016).

Se denomina “avicultor” a la persona que cuida a las aves, no necesariamente con un fin económico. El término avicultura abarca muchos ámbitos en el cual está incluido el cuidado y explotación comercial de las diferentes especies avícolas, tales como: pollos, pavos, patos, codornices e incluso en especies que se consideran silvestres como ñandú y la perdiz colorada (Palomeque, 2016).

##### **3.1.1. Avicultura en el Ecuador**

En el Ecuador la avicultura es relevante de una manera socioeconómica, contribuye con la garantía y soberanía alimentaria del país, el producto que proporcionan los pollos es alto en proteínas y por su bajo costo para la población puede acceder a estos productos (Sánchez et al., 2020). El valor bruto de la avicultura ecuatoriana es de 2 mil millones de dólares que representa el 2% del Producto Interno Bruto Nacional. En la parte de la participación el PIB agropecuario es del 18%. Hoy en día, se genera 220 mil empleos que ofrece la industria avícola. Por tanto, la producción de la carne de pollo es de 529 mil toneladas/ año y en las gallinas ponedoras o de postura es de 14,5 millones y tiene una producción de 3.650 millones de huevos anualmente (Espín, 2020).

Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE), es una entidad fundada en 1994, sin fines de lucro, en las cuales están agrupadas cerca del 80% de productores del país. Representa al sector avícola tanto del país como a nivel internacional tanto en el sector privado como también en el sector público. Los objetivos que tiene la organización es mostrar cual es la importancia que tiene el sector avícola en el país, no solo por sus productos, también como un generador de empleos (Sánchez et al., 2020).

### **3.2. Raza o biotipo de gallinas criollas**

Dentro de las razas encontramos lo que es el genotipo, fenotipo, biotipo y raza, a continuación, se detallará el significado de cada uno de estos términos:

**Genotipo:** es el material físico que está conformado por el ADN el cual es heredado por los padres y pasan a un organismo, los organismos que se reproducen sexualmente el material físico que es el ADN será aportado por dos progenitores al huevo fertilizado; para los organismos que se reproducen de manera asexual, el material físico es una copia directa de ADN y este será heredado directamente a su progenitor (Rival y Durand-Gasselín, 2013).

**Fenotipo:** son las características físicas y de comportamiento que posee un individuo, como, su tamaño, forma, color, entre otros. El fenotipo se debe a las influencias de las diversas interacciones entre el medio ambiente y los genes progenitor (Rival y Durand-Gasselín, 2013).

**Biotipo:** son las características de los gallos o gallinas, como la interacción y su forma de adaptarse al medio ambiente (Andrade, 2005).

**Raza:** son individuos de la misma especie en la cual sus características se han revelado cualidades o aptitudes diferentes a los de su especie originaria, con la finalidad de obtener cualidades específicas para su producción (Castelló, 2020).

Según Angarita y Castrillón (2020), las aves se las clasifica según su tamaño y propósito, están características se transmiten o se heredan a su descendencia para su clasificación se toma en cuenta estos aspectos:

- Forma y tamaño
- Distribución y color de las plumas
- Color de la cáscara de los huevos
- Color de carne y piel
- Forma de la cresta
- Forma y largo de los tarsos
- Número de dedos.

### **3.2.1. Línea**

Se refiere al grupo de animales los cuales pueden pertenecer a una raza, estirpe o variedad, puede presentar características genéticas similares que se obtienen mediante la selección que contienen ciertas características de interés (Taípe, 2016).

En avicultura se habla de líneas genéticas, debido a que son híbridos y el nombre corresponde a la empresa que las produce. La adquisición de las líneas se basa en la cruce de razas distintas. La línea padre contribuye con las características fisiológicas o de conformación como es: anchura y profundidad del tórax, separación de las patas, rendimiento de la canal, crecimiento, entre otros. Dentro de la línea madre se busca características reproductivas como es la fertilidad y la producción de huevos (Suárez et al., 2020).

Para Suarez et al (2020), las características que se desea obtener dentro de estas líneas son:

- Crecimiento acelerado
- Buena conversión alimenticia a carne
- Buen rendimiento de la canal
- Menor incidencia de enfermedades.

### **3.2.2. Pollo campero**

Son un tipo de aves híbridas que poseen colores variados, poseen un crecimiento más lento entre un 20 a 25% siendo este inferior a las líneas que son especializadas de pollo de

ceba, estos por lo general se desarrollan en poblaciones pequeñas en condiciones semi intensiva o extensivas (Andrade et al., 2017).

Pero lo que se resalta de este animal es su rusticidad y poca exigencia nutricional y ambiental si las comparamos con las demás líneas. Se obtiene como resultado un producto más natural, con un buen sabor, pero, un poco más caro. El hecho de que sea un sistema de manejo semi extensivo de los animales, hace que el valor añadido de este producto (García, 2005).

Su alimentación es a base de balanceado, la etapa de finalización es entre los 70 a 90 días, esto depende del medio en donde se encuentre y la alimentación que se le proporciona al ave (Zhiñin, 2019).

### **3.2.3. Manejo del pollo campero**

El pollo campero es un ave de crecimiento más lento a diferencia del pollo parrillero, para la producción de este tipo de ave se pueden utilizar los mismos galpones que para la crianza de los parrilleros. Se utiliza 1 metro cuadrado por cada diez pollos en climas cálidos se ponen 8 pollos/m<sup>2</sup>. El galpón debe ser cerrado, esta debe tener una cortina plástica como una barrera de protección que sea contra el viento y lluvia, también deben tener acceso a un lugar que tenga pasto para su alimentación (Canet y Terzaghi, 2006).

Para el manejo del galpón este deberá estar en 32°C para los pollinos de un día de nacidos y deberá ir disminuyendo conforme vayan creciendo, a razón de 2-3°C. si las condiciones climáticas son óptimas los pollitos podrán salir al parque exterior a partir de los 15 días durante la media mañana; en cuanto a los bebederos y comederos estos deberán estar colocados dentro del galpón (Tigre, 2010).

Según González (2010), la cría de pollo campero se basa en un sistema semi-intensivo, en donde se busca tener un producto de máxima calidad orgánica que sea diferente al pollo parrillero, este tipo de ave debe consumir pasto, insectos y granos a lo largo de su etapa productiva ellos consumirán los siguiente:

<b>Requerimientos</b>	<b>Pienso Inicio</b>	<b>Pienso de crecimiento</b>	<b>Pienso de finalización</b>
<b>Kcal de E.M/Kg</b>	3000	2900	2900
<b>PB (%)</b>	21	18	17
<b>FB (%)</b>	4,5	-	-

*Nota.* González (2010).

### 3.2.4. Condiciones de crianza

Según García (2005), en la crianza lo que se busca es obtener condiciones que sean favorables para el buen desarrollo de las aves, evitando el estrés ya sea por falta de comida, agua o ventilación, los equipos que se utilizan dentro de la producción avícola son las mismas en todo tipo de pollos, con la diferencia de que el pollo campero sus equipos son sin automatizar. Los equipos que se ocupan dentro de la crianza son los siguientes:

**Iniciación:** se utiliza un plato redondo de 40 a 50cm de diámetro/100 aves, esto se aplica a las aves de 6 a 8 días de edad.

**Engorde:** se utilizan 3 tolvas de 45 cm de diámetro/100 pollos, o si son automáticos 2 tolvas hasta la finalización, debe también incluir un bebedero si este es automático puede llegar abastecer hasta 80 pollos, esto dependerá de la cantidad de almacenamiento que tenga el tanque, cabe recalcar que si los bebederos son manuales se deberá colocar un bebedero/50 pollitos, los bebederos deben estar a la altura del cuello de los pollos (Camacho, 2017).

Tanto comederos como bebederos deben ser instalados a no más de 3m de distancia ya que las aves no deben caminar más de esa distancia ya que utilizan demasiada energía para beber y comer (García, 2005).

**Cama o yacija:** las camas que son más utilizadas dentro de las explotaciones avícolas son de tres tipos: cascarilla de arroz, cáscara de girasol y viruta de madera. En cuanto al uso de viruta tiene que ser preferentemente de maderas blancas y blancas que no sean resinosas. Con respecto a la viruta, esta es la más utilizada debido a su bajo costo y su accesibilidad, para

ser aplicada al galpón se deberá colocar unos 10cm de espesor, la viruta debe estar seca, sin polvo para que no sea tóxica para las aves (Zhiñin, 2019).

**Calefacción:** esto dependerá de la temperatura del medio ambiente en el que se encuentren las aves, por lo general en los climas fríos es en donde más se utilizan las criadoras, por lo general su utilización es el los pollitos de 0 a 10 días de edad, esto con la finalidad de mantener el calor corporal (Quiles y Hevia, 2020).

### 3.3. Alimentación

Según García (2005) menciona que, dentro de la alimentación del pollo campero no posee ninguna característica que sea diferente a los de los parrilleros, ya que se utiliza las mismas materias primas, la diferencia entre estos es que el pollo campero consume vegetación ya que su crianza por lo general es de manera semiextensiva a extensiva, los piensos que deben ser incluidos en un porcentaje de cereales no debe ser menor al 70% debido a que su desarrollo dependerá de este.

Una dieta que puede ser incluida para pollos camperos puede ser de la siguiente manera:

**Tabla 1.**

*Dieta para pollos camperos.*

Componente		Inicial 0 a 28 días	Crecimiento 29 a 70 días	Final 70 días hasta la venta
Energía Metabolizable (E.M)		2850 – 2950kcal	2850 – 2950kcal	2900 – 2950kcal
Proteína (%)		21 - 23	17 - 18	16 – 18
Grasa (%)		3,0 – 3,5	3,0 – 3,5	3,0 – 3,5
Fibra (%)		3,5 – 4,0	3,5 – 4,0	3,5 – 4,0
Calcio (%)		1,05 – 1,1	0,9 – 1,0	0,8 – 0,9
Fósforo total (%)		0,7 – 0,75	0,65 – 0,70	0,6 – 0,65

**Nota.** Zhiñin (2019).

### **3.4. Aditivos en la avicultura**

La utilización de aditivos son sustancias que son agregadas a los alimentos, pero, no obligatoriamente deben poseer valor nutricional. Los objetivos que se obtienen al implementar aditivos son: cumplir necesidades alimentarias, perfeccionar características del producto, parámetros productivos, obtener un color específico en el producto final, reducir impactos negativos de la producción sobre el medio ambiente, los aditivos que se suministran no deben ser perjudiciales tanto para los animales como las personas. Son utilizados con el fin de asegurar que los nutrientes de la dieta sean ingeridos, digeridos. Los aditivos podrían cambiar el metabolismo de las aves para iniciar el crecimiento y mejorar el producto final (Millet, 2022).

Dentro de la nutrición animal los aditivos alimenticios son sustancias o preparaciones en los cuales se adicionan en el alimento del animal con el fin de producir un efecto favorable a los animales, por ejemplo, el favorecimiento del color en este caso sería en las aves y peces, también en la satisfacción de las necesidades nutricionales o en algunos casos el bienestar del animal como es la reducción de bacterias o parásitos, mejora de la microflora gastrointestinal, entre otros. La Unión Europea clasifica a los aditivos en 5 categorías, esto dependerá de sus propiedades y funcionalidad, estos son: sensoriales, tecnológicos, zootécnicos, nutricionales y coccidostatos e histomonastatos (Afanador et al., 2020).

### **3.5. Los pigmentos y su importancia en la industria avícola**

Antiguamente en la avicultura no había necesidad de la pigmentación ya que eso era poco relevante, actualmente el mercado exige un mejor color del ave ya que es más atractivo para el consumidor, se busca que el alimento sea lo más amarillo posible para cumplir con dicha pigmentación, la genética es otro factor importante por lo cual los consumidores optan por comprar pollos camperos por su color (Hernández y Ávila, 2009).

En los pollos de engorde los pigmentos carotenoides se depositan en la piel, tarsos y grasa subcutánea. En el caso de la pigmentación, para Varas y Beltrán (2010), “lo más importante en la pigmentación es lograrlo de una manera natural, ya sea como única fuente

de pigmentación o complementando la dieta que ya contiene alguna fuente de carotenoides”. el uso de aditivos alimentarios solo puede ser autorizados y usados si no ponen en riesgo la salud humana, esto se basa en el nivel de utilización que es establecida en pruebas científicas disponibles (Parra, 2004).

Sus cálculos se fundamentan en la revisión de toda la información toxicológica disponible, esto incluye pruebas realizadas en ambientes, estas pruebas son estudiadas en la alimentación con el fin de analizar que el alimento no sea tóxico; se determina un nivel máximo de aditivo que no indique efectos tóxicos, esto se expresa en mg de aditivo por día/kg de peso corporal (mg/kg peso corporal día) (Montilla y Angula, 2009).

Según el método de crianza varía la alimentación de las aves, en el campo o pequeñas granjas el alimento más común son los granos y plantas los cuales le otorgan un color característico a comparación de aves criadas en grandes galpones. En las industrias avícolas se ha optado por adicionar al alimento balanceado que contengan pigmentos naturales con la finalidad de que se obtenga la misma coloración de los animales de campo. Los balanceados que se les suministra a las aves por lo general no poseen algún tipo de pigmento que sea deseado para la piel de pollo como para la yema de huevo (Guevara, 2023).

La pigmentación de las aves en el mercado cumple un factor muy importante, ya que, de ello depende su comercialización al poseer un color que sea agradable a la vista tanto en su color de piel como en la yema de huevo, la harina de achiote cumple esa función de aportar ese color deseado y sobre todo se debe mantener a las aves en buenas condiciones de salud (Guevara, 2023).

### **3.5.1. Pigmentación en pollos**

Martínez (2022), menciona que, en la actualidad gracias a los avances científicos en nutrición y genética, las aves consumen menos alimento y no tienen acceso a fuentes naturales de pigmentación, debido a la competencia en el mercado, los productores avícolas han comenzado a implementar pigmentos en la alimentación, de esta manera el consumidor relaciona el color del pollo con la salud y frescura del producto. En la avicultura al principio

la actividad productiva y conversiones alimenticias era muy ineficientes; por ejemplo, para alcanzar un peso corporal de 2,4kg, el ave tenía que consumir 7 kg de alimento, en la actualidad, ese mismo peso se obtiene consumiendo 4,8kg.

Fernández (2015), indica que, los pollos se criaban en sistemas de semipastoreo, en el cual se encontraban en superficies donde tenían acceso al consumo de pastos o plantas nativas, de esta manera los pollos se pigmentaban ya que contenían alto porcentaje de carotenos, en la actualidad las aves son criadas bajo modelos intensivos con una alimentación baja en carotenos disminuyendo su pigmentación siendo este no atractivo al consumidor.

#### **3.5.1.1. Efectos de la pigmentación en pollos**

Fernández (2015), manifiesta que, el color es una de las características más cruciales de los alimentos ya que influye en la aceptación o rechazo por del consumidor, los pollos que no poseían un color atractivo se las asociaba a que estaban enfermas.

Según Pardo (2007), la pigmentación tiene mucha importancia para el consumo, existen varios puntos y son:

- El color influye en la decisión del consumidor de aceptar o rechazar el producto.
- Investigaciones en Europa revelan que los consumidores asocian los colores naranjas y rojizos con una mayor calidad del producto.
- La preferencia de color está dada a que lo consumidores la asocian con la buena salud del animal, últimamente se emplea una alta variedad de aditivos en la dieta de las aves, generalmente no aportan nutrientes, esta utilización es solo para mejorar las características físicas de la dieta, muchos aditivos ricos en carotenos son bajos en energía, por lo que es difícil alcanzar altos niveles de pigmentación en aves de engorde sin recurrir a fuentes sintéticas.

El único pigmento rojo que se deposita en la piel de manera cuantitativa es la cantaxantina, esta molécula existe en la naturaleza como en las plumas y piel del flamenco, la piel del faisán, en diversas algas, plantas (achiote) y hongos. En la avicultura el color de los productos tiene una gran importancia económica,

especialmente en la finalización del proceso productivo que es la comercialización, tanto a nivel industrial como individual, los consumidores tienden a preferir productos con colores vivos (Cisneros, 2012).

### 3.5.1.2. Tipos de pigmentantes

Según Martínez (2010), los pigmentos son clasificados en naturales y sintéticos.

**Pigmentos sintéticos:** dentro de estas encontramos las premezclas de cantaxantina, son carotenoides de color rojo y apocarotenos que son carotenoides de color amarillo. Los más utilizados en la actualidad son: cantaxantina, santina y ácido  $\beta$ -apo-8-carotenoico, estos ayudan a la coloración que va desde el amarillo hasta el rojo anaranjado.

**Pigmentos naturales:** son los que dan un color natural al ave, se los aplica en la alimentación, pero su función es menor a los sintéticos. En la dieta de los pollos de engorde se incluyen fuentes naturales de pigmento como son: maíz, harina de alfalfa, extractos de xantofilas de flor de cempasúchil. Estos carotenoides naturales son los responsables de la pigmentación de la piel de las aves (Piñeiro, 2009).

Las llamadas xantofilas rojas principalmente la capsantina provienen del pimentón o paprika, con el uso combinado de xantofilas amarillas y rojas se obtiene una gran variedad de tonalidades naranjas, lo que permite la pigmentación adecuada de los pollos (Mascarrel, 2011).

Los pigmentos rojos usados en la avicultura son los que se deposita en la piel de manera cuantitativa es la cantaxantina, esta molécula existe en la naturaleza como en las plumas y piel del flamenco, la piel del faisán, en diversas algas, plantas (achiote) y hongos. En la avicultura el color de los productos tiene una gran importancia económica, especialmente en la finalización del proceso productivo que es la comercialización, tanto a nivel industrial como individual, los consumidores tienden a preferir productos con colores vivos (Cisneros, 2012).

### 3.5.2. Métodos para evaluar la pigmentación en las aves

Para Gómez (2014), en la avicultura el color de las aves es una de las características más importantes dentro de la comercialización ya que esto determina la aceptación o rechazo del consumidor, los métodos indirectos para evaluar la pigmentación son:

- Prueba Rank para canales de pollo
- Abanicos y escalas colorimétricas
- **Fotocolorimetría de reflectancia**

De los métodos antes descrito para la presente investigación se estableció la fotocolorimetría que es una medida matemática de la reflexión de un haz de luz, un fotómetro divide la luz refractada en 3 dimensiones: rojos, amarillos y grados de intensidad

Las coordenadas cromáticas que se evalúan son:

**L\***: Luminosidad en la que 0 es negro absoluto y 100 blanco absoluto

**a\***: Enrojecimiento y enverdeamiento oscila entre -60 a +60, donde el valor negativo corresponde a los colores verdes y los positivos a colores rojos

**b\***: amarillentos y azulamiento, varía entre -60 a +100, siendo tonos azules en los valores negativos y amarillos en los positivos (Hernández, 2018).

Zaccari et al., (2017), indique que, la ecuación para calcular el índice de color es:

$$IC= 100[a*(L*b)1]$$

### 3.6. Achiote (*Bixa orellana* L.)

El achiote (*Bixa orellana*) es un arbusto o árbol pequeño, es nativo de América Latina. En Ecuador se cultiva este arbusto en las provincias de Napo, Manabí y Pichincha. Las semillas que se obtienen son empleadas para untar por vía tópica en casos de quemaduras, se

ha identificado otras propiedades como: antiparasitarios, hemoprotectores, refuerzo inmunológico y antiséptico, esto debido a sus componentes fenolíticos y contenido de vitamina E (Mora, 2014).

### 3.7. Composición nutricional del achiote

Tiene un gran valor nutricional, posee nutrientes tales como proteínas, pectina, carbohidratos, carotenoides, hierro, entre otros. El Achiote tiene composición antibacteriana, antioxidante y antiinflamatoria. Son pigmentos que se presentan de manera natural en los vegetales y que protegen al organismo del daño producido por agentes oxidantes (Mora, 2014).

**Tabla 2.**

*Composición nutricional del achiote (Bixa orellana L.)*

<b>Análisis proximal</b>	<b>Cantidad</b>
Energía	388 kcal
Carbohidratos	74,90 g
Proteína	11,30 g
Grasas	5,30 g
Vitamina A	310 mg
Calcio	11 mg

**Nota.** En la tabla se indica la composición nutricional presente en 100 gramos. (Mora, 2014).

#### 3.7.1. Usos del achiote

El achiote era usado como un condimento el cual tenía la finalidad de dar sabor y color al alimento. Las hojas y semillas eran usados como un producto medicinal ya que posee funciones como: antiséptico, antibacterial, antioxidante, cicatrizante, desinflamatorio, diurético y purgante debido a que tiene compuestos como son: bixina, norbixina y ácidos grasos (Arce, 2007).

Una de las industrias que también aprovecha este producto es la avícola ya que, al poseer grandes bondades nutritivas, también mejora el aspecto de piel y tarsos de las aves, siendo este más económico que los pigmentantes sintéticos. Algunos países ya desarrollados utilizan dicho colorante en la industria de los derivados cárnicos, lácteos, grasas y hasta en los cosméticos (Alcivar, 2014).

### **3.8. Carotenos presentes en el achiote**

Son los responsables de aportar la mayoría de colores amarillos, anaranjados o rojos, los cuales se encuentran presentes en los alimentos vegetales y muy poco en los animales; la pigmentación de algunos productos es por el uso de xantofilas, estos no poseen un valor nutritivo, este tipo de pigmento no puede ser sintetizado por las aves y se los debe incorporar en sus dietas (Ninahualpa, 2018).

El Achiote está compuesto principalmente por bixina, orellina, grasas y carotenos. La bixina es la xantofila que da la pigmentación y establece el 6 y 12% del extracto (Mora, 2014).

### **3.9. Harina de achiote**

La harina de achiote requiere un proceso de secado natural (secado al sol) que precisa de un cierto tiempo para reducir su contenido en humedad. Después de garantizado el secado, se pasa por un molino para facilitar la inclusión en alimentos balanceados. Contenido nutricional: proteína 12,82%; humedad 10%; fibra Cruda 13,85%; cenizas 6,92%; almidón 13,17%; carotenoides 1,48% (Mora, 2014).

### **3.10. Mecanismo de acción de la harina de achiote**

El achiote contiene xantofilas por lo cual las aves al digerirlas realizan una hidrólisis mediante el proceso de saponificación en el cual se lleva a cabo en la parte superior del intestino delgado, los pigmentos se absorben mediante este y son transportados en la sangre,

la cual su destino es el tejido subcutáneo, adiposos, tarsos y piel, para dar la pigmentación (Rojas, 2016).

La adición de harina de achiote hace que, exista un incremento de bacterias ácido-lácticas que son funcionales en el organismo animal, estas al ser bacterias benéficas reducen gradualmente bacterias dañinas como *Salmonella* spp y *Escherichia coli* (Moncayo y Ramírez, 2020).

Yolmeh et al. (2014) indica que, se ha reportado que el achiote es ampliamente reconocido a nivel mundial por su importancia económica, este contiene propiedades antimicrobianas y antioxidantes que lo hacen adecuado para incorporar en dietas para animales. A pesar de todas estas cualidades, existe pocas investigaciones que hayan explorado el uso de este producto natural en la dieta de pollos como nutraceutico.

## **CAPÍTULO IV**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **4.1. Materiales**

##### **4.1.1. Fase de campo**

###### **4.1.1.1. Materiales de campo**

- Cuaderno de apuntes
- Balanza digital
- Mascarilla
- Guantes
- Botas
- Hisopos
- Algodón
- Madera
- Malla
- Comederos
- Bebederos
- Rótulos de identificación

###### **4.1.1.2. Materiales biológicos**

- 120 pollos camperos de 15 días de edad
- Agua de peptona tamponada
- Muestra de hisopados cloacales
- Harina de achiote

###### **4.1.1.3. Materiales de desinfección y limpieza**

- Detergente

- Amonio cuaternario
- Bomba manual de desinfección
- Agua

#### **4.1.1.4. Insumo alimenticio**

- Concentrado proteico
- Arrocillo
- Aceite de girasol
- Melaza
- Fosfato dicalcico

#### **4.1.2. Fase experimental**

##### **4.1.2.1. Materiales de laboratorio**

- Tubos de ensayo
- Micropipetas
- Autoclave N-BIOTEK
- Caja Petri
- Frasco Boeco
- SS Agar
- Buffered peptone water
- Blue Agar
- Balanza analítica (PW254)
- Papel aluminio
- Agua destilada
- Mechero bunsen
- Alcohol
- Guantes de látex
- Mascarilla

- Mandil

## **4.2. Métodos**

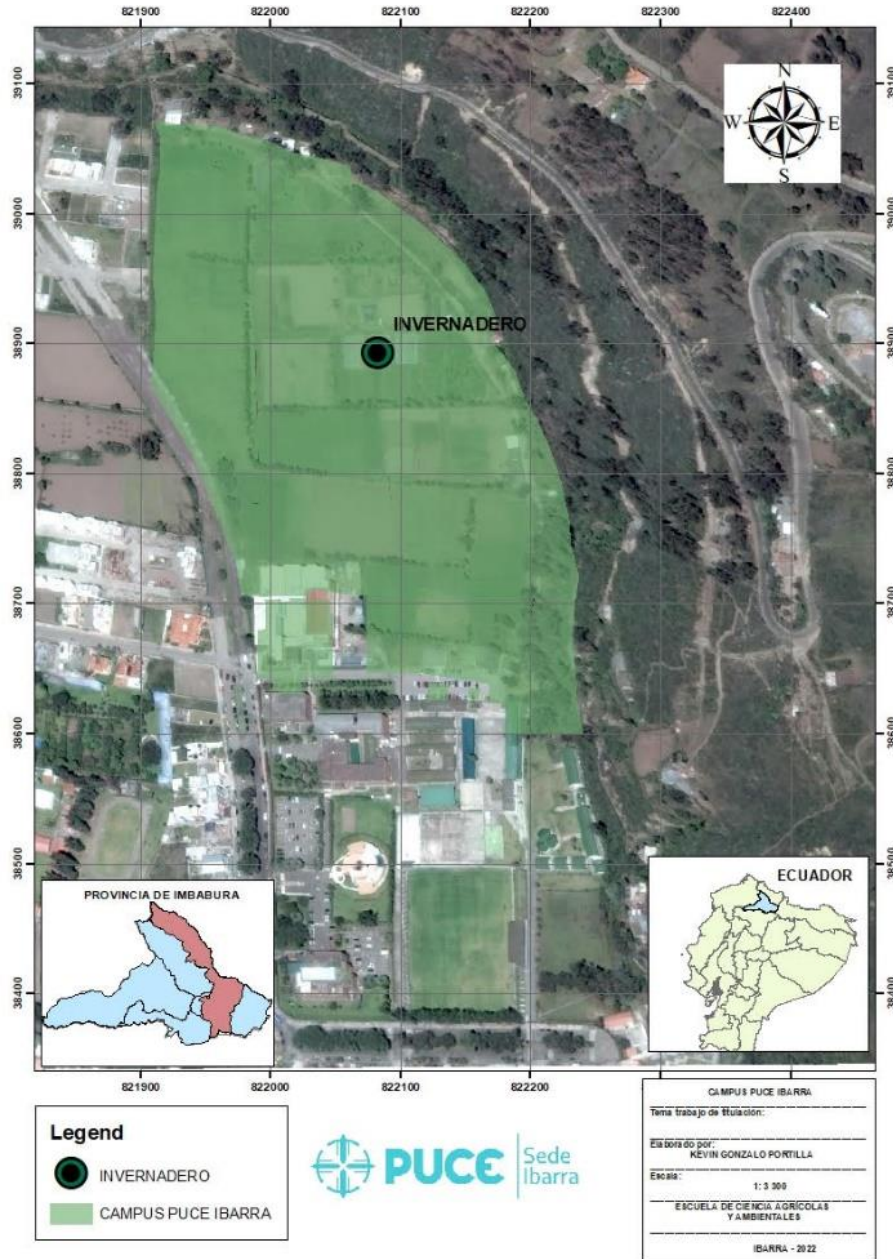
### **4.2.1. Método de campo**

#### **4.2.1.1. Ubicación**

El presente trabajo se lo llevó a cabo en la granja experimental “La Victoria” de la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador - Ibarra, que se encuentra ubicada en la provincia de Imbabura, Cantón Ibarra, Parroquia El Sagrario, propiedad del recinto de educación superior (Latitud N 00°21'50'', longitud W 78°15'40'' y altitud 2220 M.S.N.M.).

**Figura 1.**

*Ubicación en el que se desarrolló el experimento*



**Nota.** Ubicación del área de estudio, Campus Granja Experimental La Victoria, PUCE-I, 2024.  
Elaboración propia en programa informático ArcGIS 10.7.1 de los laboratorios de sistemas de la PUCE-I

#### 4.2.1.2. Diseño Experimental

Para la realización de la investigación se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), con 4 tratamientos y 4 repeticiones por cada uno, obteniendo 16 unidades experimentales, cada una de las unidades estuvo constituida por 10 pollos camperos, con un total de 160 aves para toda la investigación.

Se manejó una dieta balanceada según la etapa de desarrollo, se le añadió harina de achiote en 4 tratamientos (0%, 0,5%, 1% y 1,5%). Se formuló el balanceado de acuerdo a cada etapa productiva del ave con materias primas sin carotenos. La harina de achiote se adicionó al alimento de acuerdo a la tabla de consumo (Rojas, 2016).

**Tabla 3.**

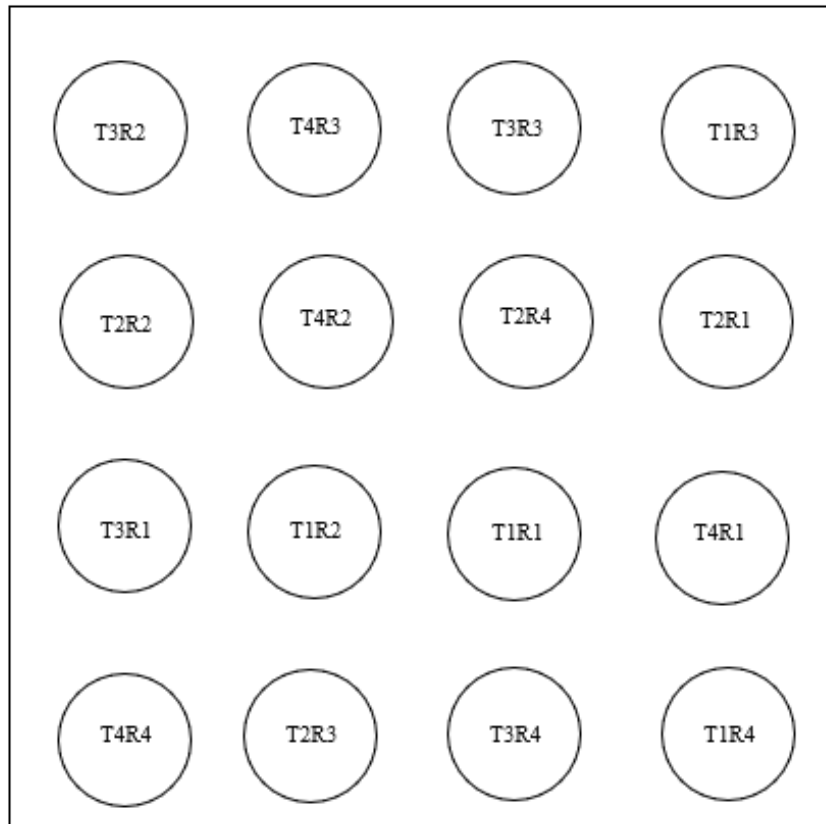
*Tratamientos*

<b>SIMBOLO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>T1</b>	Balanceado + 0,5% harina de achiote
<b>T2</b>	Balanceado + 1% harina de achiote
<b>T3</b>	Balanceado + 1,5% harina de achiote
<b>T4</b>	Balanceado

*Nota.* Composición del balanceado: arrocillo (7,5% proteína), concentrado proteico (40% proteína), melaza (4,3% proteína) (Rojas 2016).

Dentro de la unidad experimental se evaluó la pigmentación en el tarso de los 160 pollos, 10 pollos por cada unidad experimental estos fueron pollos camperos de 15 días de edad, se realizó los hisopados cloacales de 16 pollos uno por cada unidad experimental para poder determinar la presencia de las enterobacterias, todo este proceso se lo hizo en las tres diferentes etapas: inicio, crecimiento y finalización.

**Figura 2.**  
*Aleatorización y distribución de los tratamientos*



Para la identificación de las diferencias entre los tratamientos, se estableció un análisis de varianza (ANOVA), en el cual se utilizó el software estadístico XLSTAT BASIC+ versión 2023.2.0.1411, licencia b1672737-bf0f-472b-a655-46d8039fd975. Se realizó la prueba de normalidad con la prueba de Shapiro-Wilks con la finalidad de determinar que los valores sean normales y la homogeneidad de varianza, con esto se da la validez del ANOVA (Lumivero, 2024).

También se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey al 5% de los parámetros evaluados, de esta manera se visualiza el beneficio de la adición de harina de achiote en diferentes porcentajes a la dieta de los pollos (Lumivero, 2024).

**Tabla 4.**

*Modelo de análisis de varianza (ANOVA)*

<b>FUENTES DE VARIACIÓN</b>	<b>GRADOS DE LIBERTAD</b>
Total	15
Tratamiento	3
Repeticiones	12

#### **4.2.1.4. Manejo del experimento**

- **Preparación del galpón**

Se realizó la limpieza del galpón con agua y detergente ya que anterior a este se encontraba otro lote de aves, posterior a ello se hizo la construcción de las jaulas de 1m<sup>2</sup> para 10 pollos. Se colocó la malla para la separación de cada tratamiento, luego se puso la cama que en este caso fue de aserrín con una profundidad aproximada de 10 cm, se colocaron los comederos y bebederos en cada unidad experimental. Previo a la llegada de los pollitos se realizó una desinfección completa de todo el galpón (Salazar, 2022).

- **Preparación del alimento**

Para la elaboración del balanceado, primero se envió un 1kg de concentrado proteico a la empresa INIAP de la ciudad de Quito con la finalidad de analizar un proximal completo y energía metabolizable en kcal, para poder realizar el balanceado y ser suministrado a las aves.

Según Rojas (2016), menciona que el balanceado se lo realiza con los siguientes insumos, mediante un molino se logró integrar cada uno de los ingredientes:

a) Arrocillo

b) Concentrado proteico

c) Melaza

d) Aceite de girasol

d) Fosfato dicalcico

Preparación de la balanceada etapa de crecimiento (15-28 días): se preparó el alimento con 40 % concentrado proteico y 60% arrocillo complementando con fosfato dicalcico 1 kg, melaza 1,5 kg y aceite de girasol 3,5 kg en 80 kilos de alimento. Se utilizó un molino industrial para la mezcla de los ingredientes.

Preparación del balanceado para la etapa de engorde-finalizador (28-42 días): se preparó el alimento con 35 % concentrado proteico y 65% arrocillo complementando con fosfato dicalcico 1 kg, melaza 1,95 kg y aceite de girasol 3 kg en 65 kilos de alimento. Se utilizó un molino industrial para la mezcla de los ingredientes

Se adicionó el alimento en los comederos de tolva según la ración acorde a las necesidades requeridas en cada unidad experimental, hay que considerar la dosis de harina de achiote que se debe incluir. Cada unidad experimental contó con un bebedero de galón en el cual se suministró agua fresca diariamente. Estos equipos se lavaron y desinfectaron periódicamente (Salazar, 2022).

- **Adquisición de las aves y compra de la harina de achiote**

Se compró 160 pollitos de 15 días de edad en la ciudad de Ibarra en una empresa certificada, de animales sanos con su calendario de vacunación actualizado acorde a la edad, empresa encargada de la comercialización de pollos camperos. También se realizó la compra de la harina de achiote cerca al Obelisco en el centro de la ciudad de Ibarra.

- **Recepción de las aves**

Una vez comprados los pollos se los llevó al galpón y se los puso en una solo área del galpón, este con el fin de evitar mortalidad por estrés en el pollo hasta que se adapten al nuevo lugar, en este transcurso de tiempo se les administro el balanceado comercial y agua.

Luego de 48 horas los pollitos fueron ubicados en cada unidad experimental para dar inicio con el experimento (Salazar, 2022).

- **Programa de vacunación**

9-----

<b>Edad</b>	<b>Vacuna</b>
15 días	NewCastle + Gumboro
21 días	Bronquitis + NewCastle

#### **4.2.2. Proceso de laboratorio**

- Se realizó el autoclavado de los materiales como: cajas Petri, vaso de precipitación y los tubos de ensayo con el cultivo Buffered peptone water *Salmonella* spp.
- Se realizó los medios de cultivo para *Escherichia coli* y *Salmonella* spp para luego colocar las muestras.

##### **4.2.2.1. Toma de datos**

- **Recolección de la muestra hisopados cloacales**

Se tomaron 16 muestras con hisopos en la cloaca del ave, para dicha muestra se realizaron los siguientes pasos:

- Se tomó un ave por cada unidad experimental
- Con un hisopo largo se introdujo por la cloaca del ave para la muestra
- Se introdujo el hisopo con la muestra en el cultivo de *Salmonella* spp.
- **Laboratorio**
- Cerca de un mechero se colocó todas las cajas Petri con los cultivos para poder realizar la siembra de las enterobacterias *Escherichia coli* y *Salmonella* spp.
- Se tomó la muestra con una micropipeta para poder dispersar en cada medio de cultivo.

- Las muestras se las hizo en cajas separadas 16 cajas fueron para *Salmonella* spp y las otras 16 fueron para *Escherichia coli*.
- Se guardó las muestras en la estufa, al transcurrir 48 horas las bacterias se incrementaron de esta manera se las pudo identificar para luego realizar el conteo UFC de las enterobacterias (Moncayo y Ramírez, 2020)

#### 4.2.2.2. Variables

##### Variable Independiente

Cantidad de aditamento de harina de achiote (0,5%, 1% y 1,5%) al balanceado

##### Variables dependientes

- **Pesos semanales**

Los pollitos llegaron de 15 días de edad, desde esa etapa se procedió con los pesos semanalmente en el cual se pesaron los pollos de manera individual colocándolos en la balanza, estos datos permitieron visualizar como fueron incrementado su peso semana tras semana, gracias a esta información se pudo ver que el alimento consumido fue eficiente y rentable (Santana, 2013)

- **Conversión alimenticia semanal**

Santana (2013), menciona que, se define como la proporción entre el alimento que consume e incremento de peso, para poder calcular se aplica la siguiente formula:

$$\text{Conversión Alimenticia} = \frac{C.A (kg)}{I.P (kg)}$$

- **Índice colorimétrico**

Se tomó la totalidad del índice colorimétrico a los 160 pollos con un colorímetro digital, para obtener el valor de pigmentación se colocó el colorímetro digital en el tarso

de las aves y este nos arrojó los datos para luego calcular mediante una fórmula matemática; esto se hizo en las tres etapas: inicio, crecimiento y finalización (Girón, 2006)

- **Presencia de *Salmonella* spp y *Escherichia coli* (UFC).**

Este proceso se lo realizó en las tres etapas que son: inicio, crecimiento y finalización de los pollos. Se tomó un ave por cada unidad experimental para realizar los hisopados cloacales, estas muestras se las colocó en tubos de ensayo que contenían medio de cultivo nutritivo para su supervivencia hasta ser llevadas al laboratorio de microbiología.

Cada muestra recolectada se puso con cada medio de cultivo en el caso de *Escherichia coli* se usó el blue agar y para *Salmonella* spp se utilizó el SS AGAR. Luego de transcurrir 48 horas se realizó el conteo en UFC de las enterobacterias mencionadas (Moncayo y Ramírez, 2020).

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 5.1. Prueba de normalidad y homogeneidad de varianza

A partir de los datos procesados se realizó la prueba de Normalidad de Shapiro-Wilk, obteniendo valores de (p-value >0,05), de las variables dependientes; de acuerdo con los datos mostrados en la tabla 6. Así mismo se estableció homogeneidad de varianzas mediante el estadístico F de la prueba de Levene (p-value >0,05).

**Tabla 6.**

*Resultados de la prueba de normalidad para las variables dependientes*

<i>Variables</i>	<i>Observaciones</i>	<i>Promedio</i>	<i>Desviación estándar</i>	<i>Shapiro test</i>	<i>p valor</i>	<i>Levene test</i>	<i>p valor</i>
<b><i>Peso semanal</i></b>							
Semana 1	16	278,188	15,922	0,941	0,359	0,899	0,470
Semana 2	16	519,875	56,131	0,968	0,799	0,094	0,962
Semana 3	16	854,750	63,352	0,965	0,761	0,428	0,737
Semana 4	16	1256,500	68,036	0,910	0,116	2,788	0,086
Semana 5	16	1603,000	79,888	0,911	0,120	1,462	0,274
Semana 6	16	1776,188	63,735	0,959	0,643	0,684	0,579
Semana 7	16	1968,813	98,112	0,974	0,892	0,528	0,671
Semana 8	16	2056,438	64,029	0,968	0,811	1,210	0,348
Semana 9	16	2342,438	185,231	0,929	0,237	0,638	0,605
Semana 10	16	2835,500	125,577	0,954	0,550	1,986	0,170
Semana 11	16	3401,938	241,064	0,904	0,094	7,398	<b>0,005</b>
<b><i>Conversión alimenticia</i></b>							
Semana 1	16	2,866	0,161	0,951	0,513	0,887	0,476
Semana 2	16	2,273	0,275	0,910	0,118	0,245	0,863
Semana 3	16	1,849	0,140	0,972	0,873	0,484	0,699
Semana 4	16	1,544	0,085	0,904	0,092	3,267	0,059
Semana 5	16	1,429	0,073	0,913	0,132	1,744	0,211
Semana 6	16	1,387	0,050	0,955	0,566	0,672	0,586
Semana 7	16	1,252	0,062	0,976	0,918	0,536	0,667
Semana 8	16	1,197	0,038	0,967	0,785	1,220	0,345
Semana 9	16	1,056	0,081	0,956	0,597	0,476	0,705
Semana 10	16	0,869	0,039	0,954	0,558	2,307	0,128
Semana 11	16	0,727	0,054	0,948	0,458	12,537	<b>0,001</b>
<b><i>Colorimetría</i></b>							
Inicio	16	13,909	1,335	0,965	0,751	2,041	0,162
Crecimiento	16	19,171	0,606	0,963	0,721	0,833	0,501
Engorde	16	21,347	1,601	0,972	0,864	1,838	0,194

**Nota.** Shapiro-Wilk test p-value >0,05: los datos provienen de distribución normal; p-value <0,05; los datos no tienen una distribución normal; Levene test p-value >0,05, homogeneidad de varianzas.

## 5.2. Análisis estadístico de las variables

### 5.2.1. Pesos semanales de los pollos

**Tabla 7.** Análisis de varianza de los pesos semanales de los pollos

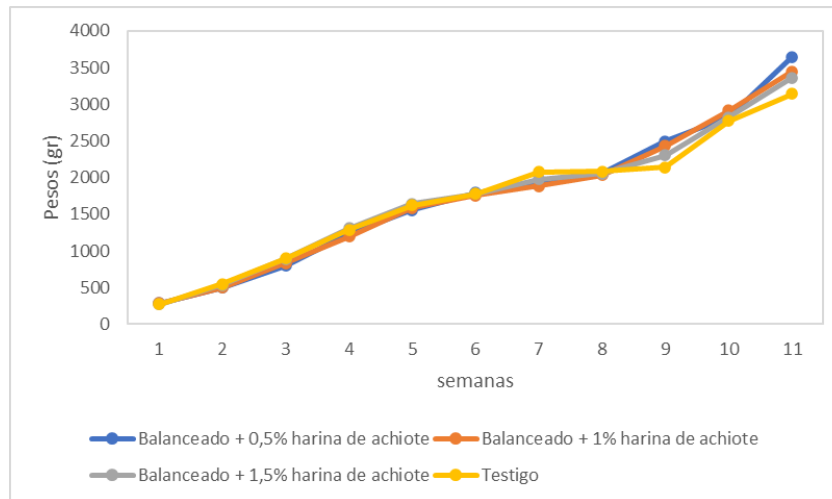
FV	Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5		Semana 6		Semana 7		Semana 8		Semana 9		Semana 10		Semana 11		
	GL	CM	F cal	CM	F cal	CM	F cal	CM	F cal	CM	F cal	CM	F cal	CM	F cal	CM	F cal	CM	F cal	CM	F cal	CM	F cal
Total	15	253,5		3150,7	413,5	4628,9	6382,1	4062,2	9626,0	4099,7	34310,5	15769,5	58111,7										
Tratamiento	3	329,7	1,4 ns	3375,7	0,7 ns	35,6	3,5 ns	10195,8	3,1 ns	6229,8	1,0 ns	900,9	0,2 ns	25869,4	4,6 *	1804,6	0,4 ns	98574,7	5,4 *	14155,3	0,9 ns	173877,1	6,0 **
Error experimental	12	234,4		3375,7	10,6	3237,2	6420,2	4852,5	5565,2	4673,5	18244,5	16173,0	29170,3										
CV (%)		5,5		11,2	0,4	4,5	5,0	3,9	3,8	3,3	5,8	4,5	5,0										
Promedio (g)		278,2		519,9	854,8	1256,5	1603,0	1776,2	1968,8	2056,4	2342,4	2835,5	3401,9										

**Nota.** FV: Fuentes de variación, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F cal: valor F calculado, CV: Coeficiente de variación, \*: Diferencia significativa, \*\*: Diferencia altamente significativa, ns: no existe diferencia significativa

En la tabla 7 se observa el ANOVA de la variable semana 11 muestra diferencia altamente significativa para los tratamientos, en las variables semana 7 y 9 muestra diferencia significativa de igual manera en los tratamientos debido a que no estaban sexados y existió una pérdida de alimento, en la tabla se pueden observar los valores de los pesos semanalmente. Estas diferencias se deben a las diferentes etapas que tiene el pollo campero en donde empieza su desarrollo, en la semana 11 es la etapa de finalización en donde el pollo llegó al peso requerido.

**Figura 3.**

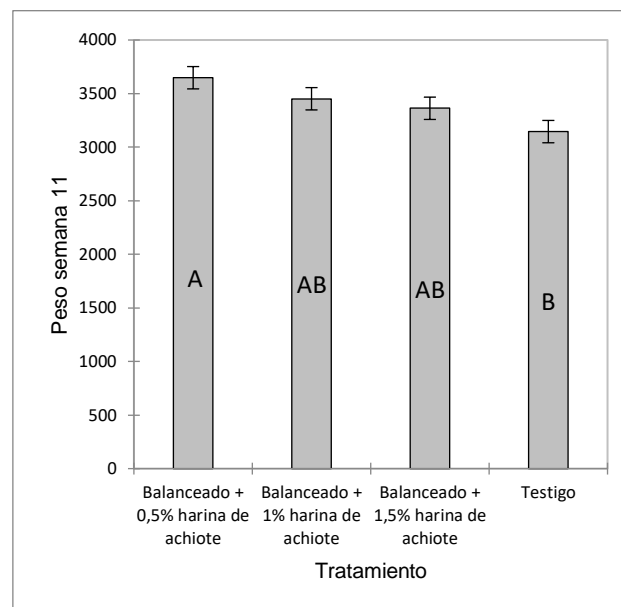
*Comparación múltiple de promedios de ganancia de peso (g)*



De acuerdo a la figura 3 todos los tratamientos mantienen un peso muy similar de manera estadística, aunque matemáticamente el que mejor se comporta es el T1 con un peso de 3648g.

**Figura 4.**

*Comparación múltiple de promedios Tukey al 5% de la variable pesos semana 11*



En la comparación múltiple de promedios mediante la prueba Tukey al 5%, se observa la existencia de los pesos desde la semana 1 hasta la 11 (tabla 7). Se observa también

el incremento de peso semana a semana los datos en la figura (4). El peso final alcanzado en los pollos muestra que el T1 obtuvo una ganancia de 3648g, pero no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Cabe recalcar que el peso ideal de este tipo de aves oscila entre los 2 a 3,5kg en un promedio de 70 a 90 días.

Para Ríos (2018) el tratamiento que obtuvo una mayor ganancia de peso fue el Testigo con 2918,6g, mientras que el resultado más bajo fue en el T1 (2,5% harina de achiote) con 2619,4g.

Guevara (2021), indica que la mayor ganancia de peso por semanas fue en las dos últimas con 2,500 kg con el 0,1% de harina de achiote.

En la investigación realizada por Alcívar (2014) en donde añade el 10% de harina de achiote registró un peso más alto en el T1 con 3336g en 90 días.

En el presente estudio se puede identificar que no existe una diferencia significativa en los tratamientos por lo que el que mejor se destacó fue el T1 con un peso de 3648g en 70 días esto se debe a que la harina de achiote influye de una manera eficiente dentro del organismo del ave ya que posee nutrientes como hierro y calcio y vitaminas A, B y C, esta harina actúa como un antibacteriano y reduce bacterias dañinas por lo que ayuda a que incremente su peso.

## 5.2.2. Conversión alimenticia

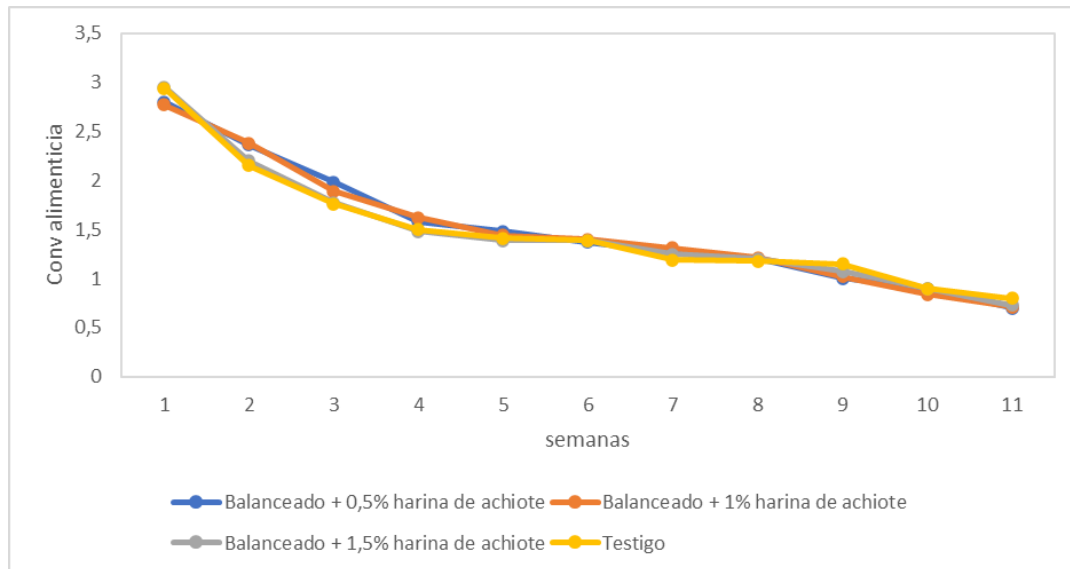
**Tabla 8.**

*Análisis de varianza para conversión alimenticia semana 1 a semana 11*

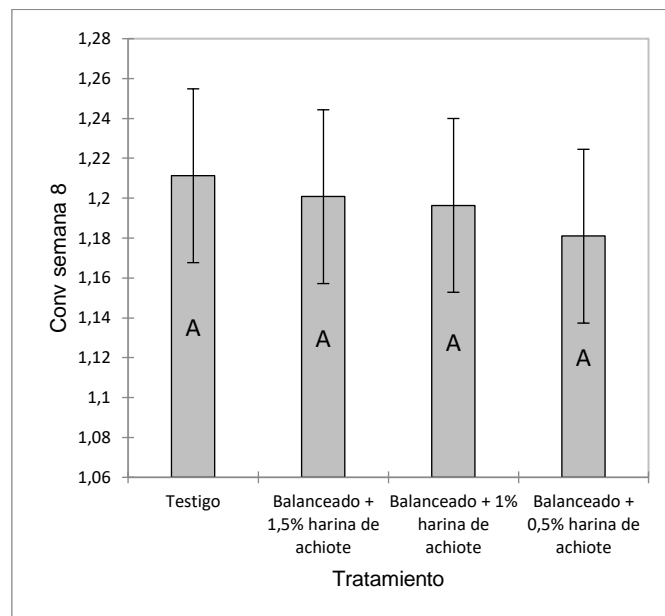
FV	Semana 1		Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5		Semana 6		Semana 7		Semana 8		Semana 9		Semana 10		Semana 11			
	GL	CM	F <sub>cal</sub>	CM	F <sub>cal</sub>	CM	F <sub>cal</sub>	CM	F <sub>cal</sub>	CM	F <sub>cal</sub>	CM	F <sub>cal</sub>	CM	F <sub>cal</sub>	CM	F <sub>cal</sub>	CM	F <sub>cal</sub>	CM	F <sub>cal</sub>	CM	F <sub>cal</sub>	
<i>Total</i>	15	0,03		0,08		0,02		0,007		0,01		0,00		0,004		0,007		0,01		0,002		0,003		
<i>Tratamiento</i>	3	0,034	1,45 ns	0,052	0,64 ns	0,047	3,66 *	0,016	3,24 ns	0,01	0,97 ns	0,001	0,18 ns	0,010	4,58 *	0,020	6,63 *	0,020	6,63 *	0,001	0,9 ns	0,008	5,57 *	
<i>Error experimental</i>	12	0,024		0,081		0,013		0,005		0,01		0,003		0,002		0,003		0,003		0,002		0,002		
<i>CV (%)</i>		5,36		12,55		6,10		4,55		5,07		3,92		3,78		4,63		5,25		4,53		5,35		
<i>Promedio (g)</i>		2,87		2,27		1,85		1,54		1,43		1,39		1,25		1,20		1,06		0,87		0,73		

La comparación múltiple de promedios con la prueba Tukey al 5% nos permite visualizar la conversión alimenticia desde la semana 1 hasta la semana 11 (figura 7). Los rangos de conversión alimenticia varían desde 1,15 a 1,80 siendo los más óptimos dentro de la producción avícola.

**Figura 5.**  
*Comparación múltiple de promedios conversión alimenticia*



**Figura 6.**  
*Comparación múltiple de promedios Tukey al 5% de la variable conversión alimenticia semana 8*



La conversión alimenticia de los pollos indica que el T2 en la semana 8 (figura 6) con 1,21 es el mejor. En el trabajo de Mora (2014), la mejor conversión alimenticia la obtuvo en

el testigo con 2,07 en la séptima semana. Para Ríos (2018), la mejor conversión alimenticia la obtuvo implementado el 7,5% de harina de achiote en el cual tuvo un valor de 1,53.

En el trabajo realizado por Rojas (2016), obtiene una conversión alimenticia de 1,90 en la cuarta y quinta semana añadiendo el 1 y 1,5% de harina de achiote. Los resultados expuestos indican que la conversión alimenticia de la presente investigación está dentro de los rangos ya que por cada 1,21 kilos de alimento se consigue 1 kilo de carne. En las semanas restantes se puede identificar que el valor de la conversión alimenticia es <1, lo cual no puede ser posible, esto se debe a que en la investigación se puso a las aves de manera aleatoria sin clasificar los sexos, esto hace que al estar algunos gallos dentro de cada jaula tengan su instinto territorial peleándose entre ellos y de esta manera moviendo los comederos haciendo que se desperdicie el alimento.

### 5.2.3. Índice colorimétrico

**Tabla 9.**

*Análisis de varianza para IC inicio, crecimiento y finalización*

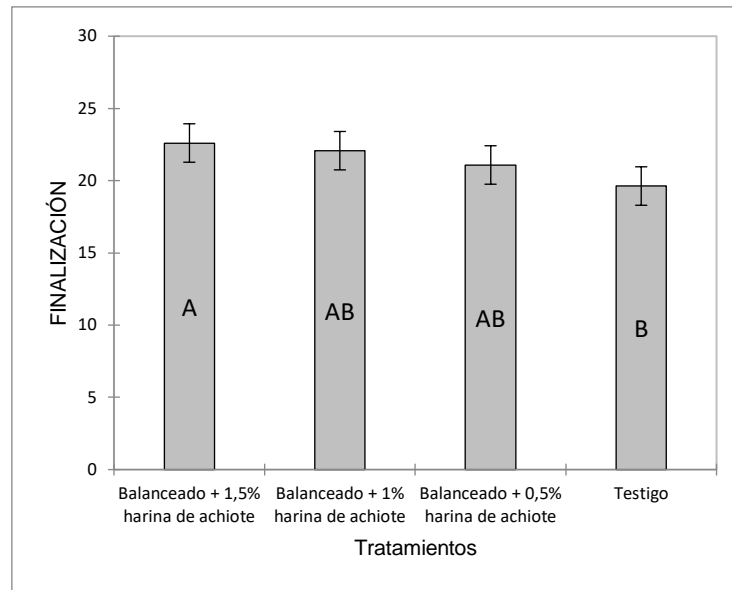
<i>FV</i>	<i>Inicio</i>			<i>Crecimiento</i>		<i>Finalización</i>		
	<i>GL</i>	<i>CM</i>	<i>F. cal</i>	<i>CM</i>	<i>F. cal</i>	<i>CM</i>	<i>F. cal</i>	
<i>Total</i>	15	1,783		0,368		2,563		
<i>Tratamiento</i>	3	3,672	2,801 ns	0,319	0,840 ns	6,852	4,596	*
<i>Error experimental</i>	12	1,311		0,380		1,491		
<i>CV (%)</i>		8,23		3,22		5,72		
<i>Promedio (IC)</i>		13,91		19,17		21,35		

Como se puede observar en la tabla 9 al inicio del ensayo no se registran diferencias significativas entre los tratamientos. Pero en la variable finalización se muestra diferencia significativa.

La comparación múltiple de promedios mediante la prueba de Tukey al 5% (figura 13) determina los índices de colorimetría de inicio, crecimiento y finalización en el cual se observa que el mejor tratamiento es T3.

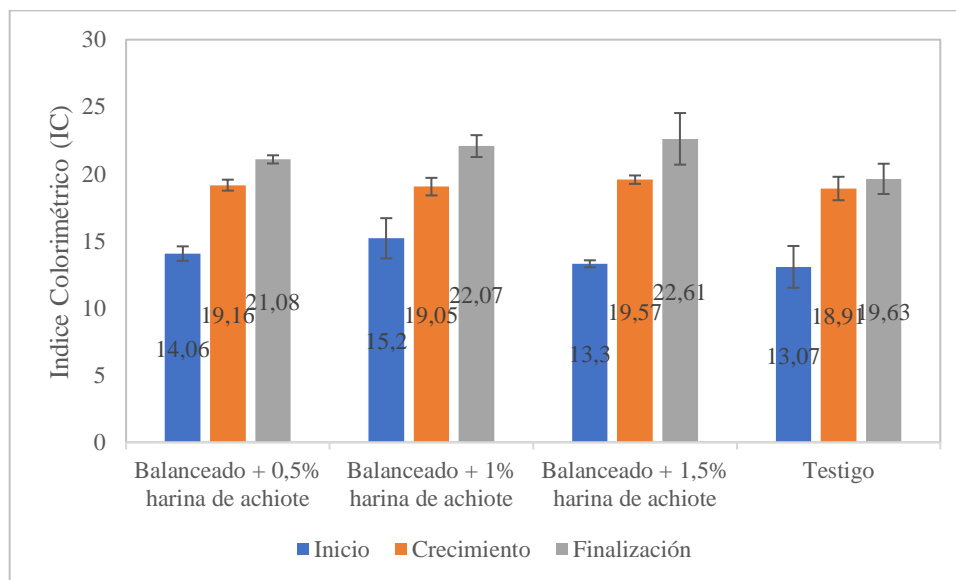
**Figura 7.**

*Comparación múltiple de promedios Tukey al 5% de la variable Índice colorimétrico (IC) de la etapa Finalización*



**Figura 8.**

*Comparación múltiple de promedios Índice colorimétrico (IC)*



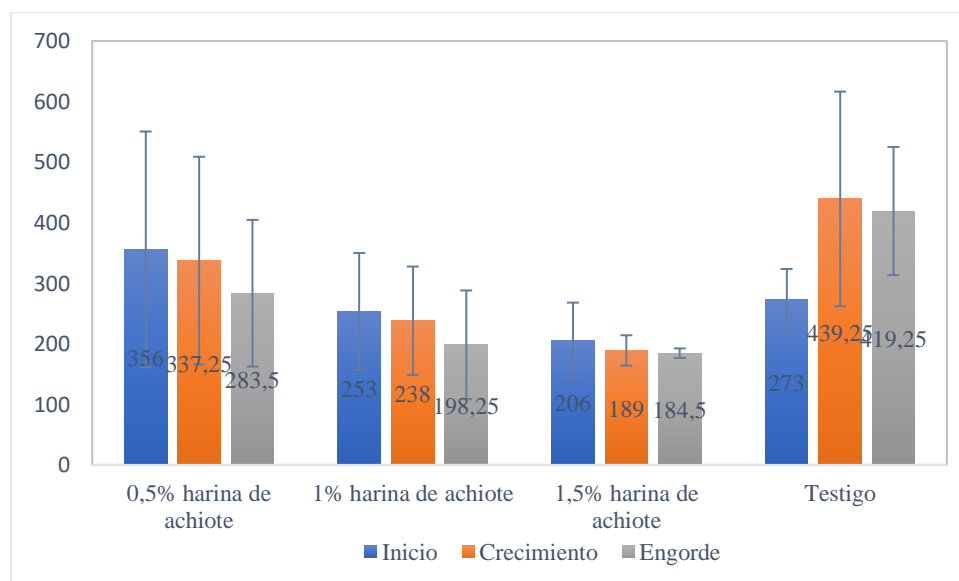
Como se observa en la figura 13 en el T3 se obtuvo una mejor pigmentación con un valor de 22,61 (1,5% harina de achiote), T2 con 22,07 (1% harina de achiote), T1 con 21,08 (0,5% harina de achiote) y por último el Testigo con 19,63 en la etapa de finalización, no

existen diferencias significativas entre los tratamientos. Para Ríos (2018) determinó que al añadir 2,5% de harina de achiote alcanzó una mejor pigmentación con una media de 8,4 puntos en la escala de 1 al 10. Para Maldonado (2015) al evaluar tres niveles de achiote en pollos parrilleros Ross determino que en el T3 (5% harina de achiote) y T2 (3% harina de achiote) obtuvo valores de 6,67 y 6,63 con respecto al testigo que fue el más bajo. Gamboa (2016) menciona que, al analizar el tejido de la piel en pollos parrilleros pudo determinar que no existían diferencias significativas en los tratamientos, pero pudo registrar una mayor colorimetría en el T2 con 7,70 y una menor en el Testigo con 4,96. En el presente proyecto se puede identificar que los valores no se encuentran dentro de los rangos esto se debe a la cantidad administrada de harina de achiote ya que son valores mínimos para una buena pigmentación.

#### 5.2.4. Presencia de *Salmonella spp* y *E. coli* (UFC)

**Figura 9.**

*Conteo de Escherichia coli y Salmonella spp.*



**Nota.** UFC: unidad formadora de colonias

Al realizar la siembra en los medios de cultivos se procede a realizar el conteo de *Escherichia coli* y *Salmonella spp*. En la figura 14 se puede identificar que al añadir el 1,5%

(T3) de harina de achiote se reduce la cantidad de dichas enterobacterias. Para Moncayo y Ramírez (2020), en su trabajo no existen diferencias significativas al añadir harina de achiote, pero si existe una reducción de dichas bacterias esto se debe a la dieta con achiote, en su investigación existe un incremento de bacterias ácido – lácticas que son funcionales en el organismo, el incremento de estas bacterias benéficas reduce gradualmente las bacterias dañinas como *Salmonella* spp y *Escherichia coli*.

Varios estudios afirman que el ave al ingerir la harina de achiote es absorbida por el intestino delgado ayudando al incremento de las BAL (Zulkifli et al., 2009). El aumento de las bacterias ácido – lácticas demuestra las propiedades antibacterianas que contiene el achiote como son la bixina, norbixina y ácidos grasos dentro del tracto gastrointestinal (Medina – Flores et al., 2016), estas ayudan a crear un ambiente óptimo para que las BAL se desarrollen. Se puede visualizar como la harina de achiote fue benéfica en la alimentación de los pollos ya que ayuda a que las bacterias dañinas se minimicen, ayudando a mejorar los parámetros productivos.

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSIONES

- En cuanto a parámetros productivos no tuvieron una diferencia significativa sin embargo a nivel numérico y el que mejor se destacó fue el T1 en el cual se añadió el 0,5% harina de achiote
- En comparación al testigo el T1 fue el mejor, dando un valor de 3648g en cuanto a ganancia de peso y T2 con un valor de 1,21 en conversión alimenticia.
- La inclusión de harina de achiote en sus tres porcentajes (0,5%, 1% y 1,5%) presentó efectos positivos en la coloración, el mejor tratamiento fue T3 (1,5% harina de achiote), cabe recalcar que no se llegaron a los rangos óptimos para una coloración perfecta, esto se debe al bajo nivel de inclusión de dicho aditivo.
- La inclusión de harina de achiote al 1,5% (T3) influyó de una manera positiva para la reducción de enterobacterias dañinas *Salmonella* spp y *Escherichia coli*, en un 79% ya que al adicionar dicho aditivo aumenta las bacterias benéficas ácido lácticas (BAL).

## CAPÍTULO VII

### RECOMENDACIONES

- Se considera que se aplique harina de achiote al 1,5% debido a que redujo significativamente las enterobacterias *Escherichia coli* y *Salmonella* spp en el organismo del animal.
- Utilizar en mayores porcentajes con un máximo del 10% de harina de achiote para que se vea mejorada su pigmentación.
- Evaluar la pigmentación en piel para visualizar si existe una diferencia de coloración a comparación de los tarsos.
- Se recomienda seguir realizando investigaciones de la aplicación de la harina de achiote como un producto nutracéutico en la dieta de los pollos utilizando otras líneas genéticas.
- Se aconseja realizar otras investigaciones con harina de achiote para establecer la rentabilidad de dicho aditivo.

## CAPÍTULO VIII

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arce, J. (2007). Aspectos sobre el achiote y perspectivas para Costa Rica. Organización Mundial de la Salud (FAO) y GTZ. Costa Rica.
- Alcivar, D. (2014). Evaluación de pigmentante natural harina de achiote (*Bixa orellana* L.) en pollos en pie. *Repositorio.ucsg.edu.ec*. Obtenido de:  
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/2708/1/T-UCSG-PRE-TEC-AGRO-41.pdf>
- Andrade, V., Vargas, J., & Lima, R. (2017). “Comportamiento productivo de dos fenotipos de pollos camperos en la región Amazónica de Ecuador”. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología Volumen 6*, págs. 1-8. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología Volumen 6 N°1-* (Pag 1-8)
- Afanador, G., Ariza, C., Betancourt, L., Jiménez, H y Avellaneda, Y. (2020). Uso de aditivos funcionales en sistemas de alimentación de aves. *repository.agrosavia.co*. Obtenido de:  
<https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/35733/56703.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Andrade, E. (2005). Las interrelaciones entre genotipo/fenotipo/medioambiente una aproximación semiótica al debate de evolución: desarrollo. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 11(12-13), 109-142.
- Angarita, A y Castrillón, F. (2020). Producción Agroecológica de Gallinas Criollas. *elibro.puce.elogim.com* Obtenido de:  
<https://elibro.puce.elogim.com/es/lc/puce/titulos/157224>
- Camacho, S. (2017). Comportamiento productivo de pollos de campo utilizando dietas mixtas (Balanceado-Pasto). *repositorio.espe.edu.ec*. Obtenido de:  
<https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/13422/1/T-ESPESD-002813.pdf>

- Canet, Z y Terzaghi, A. (2006). Pollo Campero INTA. *producción-animal.com.ar*. Obtenido de: [https://www.produccion-animal.com.ar/produccion\\_aves/produccion\\_avicola/18-pollo\\_campero.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/produccion_aves/produccion_avicola/18-pollo_campero.pdf)
- Cisneros, F. (2012). Pigmentación de la carne de pollos. *Elsitioavicola.com*. Obtenido de: <https://www.elsitioavicola.com/articulos/2658/pigmentacion-en-pollo-de-engorde/>
- Espín, D. (2020). La avicultura alimenta al Ecuador. *aviNews.com*. Obtenido de: <https://avinews.com/diana-espin-la-avicultura-alimenta-a-ecuador/>
- Fernández, S. (2015). Pigmentación en pollo de engorde. *elsitioavicola.com*. Obtenido de: <https://www.elsitioavicola.com/articulos/2658/pigmentacion-en-pollo-de-engorde/>
- Gamboa, M. (2016). Pigmentación en pollos parrilleros. Gran Bretaña. Curso de Especialización – FEDNA.
- García, E. (2005). Cría de pollos camperos, capones y pularadas. *wpsa-aeca.es*. Obtenido de: [https://www.wpsa-aeca.es/aeca\\_imgs\\_docs/15\\_07\\_05\\_pollos1.pdf](https://www.wpsa-aeca.es/aeca_imgs_docs/15_07_05_pollos1.pdf)
- Girón, C. (2006). Eficacia del tratamiento contra la viruela cutánea aviar utilizando la pomada elaborada a base hierba mora (*Solanum amercanum*, *Solanum nigrescens*). [Tesis de pregrado]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Gómez, H. (2018). Pigmentación en la Industria Avícola. *BMEditores.mx*. Obtenido de: <https://bmeditores.mx/avicultura/la-pigmentacion-de-huevos-y-pollos-de-engorda-1254/>
- González, M. (2010). Cría de pollo campero. *engormix.com*. Obtenido de: [https://www.engormix.com/avicultura/avicultura-alternativa/cria-pollo-campo\\_f12019/](https://www.engormix.com/avicultura/avicultura-alternativa/cria-pollo-campo_f12019/)
- Guevara, R. (2021). Pigmentación de huevos de codorniz japónica (*Coturnix coturnix japónica*) con diferentes niveles de extracto de achiote (*Bixa orellana* L). *repositorio.uleam.edu.ec*. Obtenido de: <https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/4605/1/ULEAM-AGRO-0129.pdf>

- Hernández, X y Ávila, E. (2009). Evaluación de la pigmentación cutánea del pollo de engorda alimentado con diferentes niveles de energía metabolizable. [Tesis de grado]. FMVZ-UNAM, México.
- Hernández, M. (2018). La Pigmentación de Huevos y Pollos de engorde. *Alcosa Biotec*. Obtenido de: <https://bmeditores.mx/avicultura/la-pigmentacion-de-huevos-y-pollos-de-engorda-1254/>
- Lumivero. (2024). XLSTAT statistical and data analysis solution. *xlstat.com*. Obtenido de: <https://www.xlstat.com/es>
- Maldonado, M. (2015). Vinaza de destilería una alternativa para la producción de pollos de engorde. Centro: Instituto de Ciencia Animal. Municipio: San José de las Lajas, La Habana – Cuba.
- Martínez, J. (2022). La pigmentación del pollo. *bmeditores.mx*. Obtenido de: <https://bmeditores.mx/avicultura/la-pigmentacion-del-pollo/>
- Martínez, A. (2010). Empleo de la vinaza de destilería como aditivo para pollos en ceba. Instituto de Ciencia Animal. San José de las Lajas. La Habana-Cuba.
- Mascarriell, J. (2011). Caracterización y usos de mostos de la industria alcoholera. Congreso de la Asociación de Técnicos Azucareros de Cuba. La Habana, Cuba. Resúmenes. Edit Científico-Técnico.
- Medina – Flores, D., Ulloa, G., Camere, R., Caballero, S., Mayta, F., y del Valle, J. (2016). Antibacterial activity of *Bixa orellana* L. (achiote) against *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sanguinis*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*.
- Montilla, J. (2005). Evaluación de los pigmentos de Cúrcuma cultivada en Venezuela. *saber.ucv.ve*. Obtenido de: <http://saber.ucv.ve/handle/10872/5296>
- Montilla, S y Angula, Ch. (2009). Pigmentantes en raciones para aves. España. P. 286.
- Moncayo, T y Ramírez, J. (2020). Efecto nutraceutico del achiote (*Bixa orellana*) en los indicadores biológicos de pollos de engorde. *docplayer.es*. Obtenido de: <https://docplayer.es/210642538->

[Efecto-nutraceutico-del-achiote-bixa-orellana-en-los-indicadores-biologicos-de-pollos-de-engorde.html](#)

Mora, C. (2014). Utilización de harina de achiote (*Bixa orellana*) como pigmentante en el engorde de pollo. *repositorio.utmachala.edu.ec*. Obtenido de: [https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1451/7/CD523\\_TESIS.pdf](https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1451/7/CD523_TESIS.pdf)

Millet, S. (2022). Utilización de aditivos en dietas para aves: Pigmentos. *nutriNews.com*. Obtenido de: <https://nutrinews.com/utilizacion-de-aditivos-en-dietas-para-aves-pigmentos/#:~:text=Los%20aditivos%20se%20utilizan%20para,o%20mejorar%20el%20producto%20final>

Ninahualpa, D. (2018). Efecto de la harina de achiote (*Bixa orellana*) sobre la pigmentación a la canal e inmunoglobulinas en pollos de engorde. [Tesis de pregrado]. Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/27102>

Olaya, R. (2022). Uso de pigmentantes en avicultura. *actualidadvipecuaria.com*. Obtenido de: <https://actualidadvipecuaria.com/uso-de-pigmentantes-en-avicultura/>

Palomeque, O. (2016). Estudio del componente social, productivo y económico de gallinas de doble propósito criadas en traspatio en el municipio de Ignacio de la llave, Veracruz. [Tesis de pregrado]. Universidad Veracruzana. Obtenido de: <https://www.uv.mx/personal/avillagomez/files/2012/12/2016-Palomeque-MVZ-Tesis.pdf>

Pardo, N. (2007). La eficiencia de los aditivos y premezclas en avicultura. *Avicultura Ecuatoriana*, pp24-25.

Parra, V. (2004). Estudio comparativo en el uso de colorantes naturales y sintéticos en alimentos, desde el punto de vista funcional y toxicológico. [Tesis de pregrado]. Universidad Austral de Chile. *Cybertesis.uach.cl*. Obtenido de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/fap259e/pdf/fap259e.pdf>

Piñeiro, E. (2009). Evaluación de cuatro niveles de proteína y de dos de energía con pasto de pollos broiler. [Tesis de grado]. Universidad de Nariño. Pasto-Colombia.

- Quiles, A., & Hevia, M. (2020). El pollo campero . *agritotal.com*. Obtenido de: <https://www.agritotal.com/nota/el-pollo-campero/>
- Sánchez, A., Vayas, T., Mayorga, F., & Freire, C. (2020). SECTOR AVICOLA DEL ECUADOR . *fca.uta.edu.ec*. Obtenido de: [https://fca.uta.edu.ec/v4.0/images/OBSERVATORIO/dipticos/Diptico\\_N30.pdf](https://fca.uta.edu.ec/v4.0/images/OBSERVATORIO/dipticos/Diptico_N30.pdf)
- Salazar, J. (2022). Evaluación del efecto de tres dosis de levadura de cerveza inactiva (*Saccharomyces cerevisiae*), en la dieta de pollo campero desde la etapa de crecimiento. [Tesis de grado]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador – Ibarra.
- Santana, F. (2018). Determinación del aumento de peso en pollos de engorde (*gallus gallus*) mediante la incorporación de diferentes fuentes proteicas a su alimentación. Revista Científica. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Taipe, V. (2016). Principales razas y líneas avícolas. *slideshare.net*. Obtenido de: <https://es.slideshare.net/veronicataipe904/principales-razas-y-lineas-avicolas>
- Ríos, S. (2018). Evaluación del pigmentante natural Bixa orellana L. (Achiote) en la dieta de pollos de engorde en el cantón Morona. *dspace.esPOCH.edu.ec*. Obtenido de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/8526/1/17T1537.pdf>
- Rival, A y Durand-Gasselin, T. (2013). Genotipo y Fenotipo. Exploración de la caja negra de los mejoradores. Vol 34. Especial, Tomo I.
- Rojas, J. (2016). Efecto de la Harina de Achiote (Bixa orellana L.) en la Pigmentación de Pollos de Carne Cobb-500. Facultad de ingeniería Zootecnista, Agronegocios y Biotecnología. Chachapoyas-Perú. Pp.61.
- Tigre, K. (2010). Manejo y Sistema de explotación. *engormix.com*. Obtenido de: [https://www.engormix.com/avicultura/avicultura-alternativa/cria-pollo-campo\\_f12019/](https://www.engormix.com/avicultura/avicultura-alternativa/cria-pollo-campo_f12019/)
- Varas, B y Beltrán, R. (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. [Tesis de pregrado]. Universidad Pontificia Salesiana. Azuay, Ecuador, pag 96.

Yolmeh, M., Habibi, M., Farhoosh, R., y Salehi, F. (2014). Modeling of antibacterial activity of annatto dye on *Escherichia coli* in mayonnaise. *Food Bioscience*.

Zaccari, F., Del puerto, M., Vignale, B., y Pritsch, C. (2017). Parámetros colorimétricos y contenido de pigmentos en cinco colores de cáscara de fruto de guayabo (*Acca sellowiana* (Berg) Burret). *Agrociencia Uruguay*, 21(2).

Zhiñin, M. (2019). Crianza de pollos camperos para el mejoramiento de la economía familiar en zona urbano marginal. *dspace.utb.edu.ec*. Obtenido de: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6073/E-UTB-FACIAG-MVZ-000012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zulkifli, I., Iman, H., Alimon, A., Vidyadaram, M., y Babjee, S. (2009). Gut microflora and intestinal morphology of comercial broiler chickens and Red Jungle Fowl fed diets containing kernel meal. *European Poultry Science*.

## ANEXOS

### Anexo 1. Fase de Campo



**Foto 1.** Limpieza del galpón



**Foto 2.** Desinfección del galpón



**Foto 3.** Construcción de las jaulas



**Foto 4.** Colocación de la viruta



**Foto 5.** Realización del balanceado



**Foto 6.** Recepción de los pollos de 15 días de edad



**Foto 8.** Colocación de los pollos por tratamiento



**Foto 7.** Vacunación vía ocular



**Foto 9.** Peso inicial



**Foto 10.** Adición de la harina de achiote



**Foto 11.** Recolección muestra de hisopados cloacales



**Foto 12.** Cambio de las camas



**Foto 13.** Medición del color en tarsos



**Foto 14.** Peso final de los pollos



**Foto 15.** Producto final

## Anexo 2. Fase de laboratorio



**Foto 16.** Pesaje para la realización de los medios de cultivos



**Foto 17.** Colocación de los medios de cultivo en cajas Petri

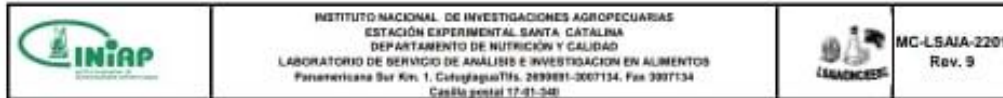


**Foto 18.** Colocación de las muestras en las cajas petri



**Foto 19.** Conteo de las enterobacterias

### Anexo 3. Bases de datos



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS  
 ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA  
 DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD  
 LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS  
 Panamericana Sur Km. 1, Cotacachi/Tiña, 269001-3007134, Fax 3997134  
 Casilla postal 17-01-340



MC-LSAIA-2201  
 Rev. 9

#### INFORME DE ENSAYO N°:23-0149

\*\*NOMBRE DEL PETICIONARIO: Srta. Genesis Fernández Silva  
 \*\*DIRECCIÓN: Itama/ Embabura  
 \*\*FECHA DE EMISIÓN: 12/12/2023  
 \*\*FECHA DE ANÁLISIS: Del 5 al 12 de diciembre del 2023  
 \*\*ANÁLISIS SOLICITADOS: Proximal, Energía Metabolizable  
 \*\*INSTITUCIÓN: Particular  
 \*\*ATENCIÓN: Srta. Genesis Fernández Silva  
 \*\*FECHA DE RECEPCIÓN: 05/12/2023  
 \*\*HORA DE RECEPCIÓN: 09:20

RESULTADO DE ANÁLISIS						
ANÁLISIS	**TIPO DE MUESTRA	CODIGO DE LA MUESTRA	METODO INTERNO	METODO DE REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
HUMEDAD	Concentrado Proteico	23-0957	MD-LSAIA-01.01	U. FLORIDA 1970	8.77	%
CENIZAS <sup>11</sup>	Concentrado Proteico	23-0957	MD-LSAIA-01.02	U. FLORIDA 1970	12.57	%
EXTRACTO ETereo (EE) <sup>12</sup>	Concentrado Proteico	23-0957	MD-LSAIA-01.03	U. FLORIDA 1970	6.54	%
PROTEINA <sup>13</sup>	Concentrado Proteico	23-0957	MD-LSAIA-01.04	U. FLORIDA 1970	42.67	%
FIBRA <sup>14</sup>	Concentrado Proteico	23-0957	MD-LSAIA-01.05	U. FLORIDA 1970	8.76	%
ELEMENTOS LIBRES DE NITROGENO F.L.B.	Concentrado Proteico	23-0957	MD-LSAIA-01.06	U. FLORIDA 1970	28.44	%
ENERGIA METABOLIZABLE	Concentrado Proteico	23-0957	MD-LSAIA-13	U. FLORIDA 1974	2.43	Mcal/Kg

**OBSERVACIONES:** Muestra entregada por el cliente. La toma de muestra no es responsabilidad del laboratorio, lo corresponde al cliente. Los valores marcados con (11) se refieren en base seca. Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados están indicados solo como referenciales con la muestra sometida a ensayo que se detalla en este documento tal como se recibió. El laboratorio no es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto cuando la información lo autoriza el cliente. **NOTA DE DESCARGO:** Si el lector de este informe detecta errores en el desarrollo del ensayo, se le solicita que cualquier copia o distribución de este se encuentre totalmente prohibida. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al personal por este número telefónico y elimine la información. De igual manera, la información entregada por el cliente, generada durante las actividades del laboratorio e información contenida en este informe es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por éste. Los datos marcados con \*\* son suministrados por el cliente, el laboratorio no es responsable por esta información.

RESPONSABLES DEL INFORME	
Nombre	Dr. Ivan Zambrano, Ph.D
Cargo	RESPONSABLE DMC
Firma	
Fecha	05/12/23

Página 1

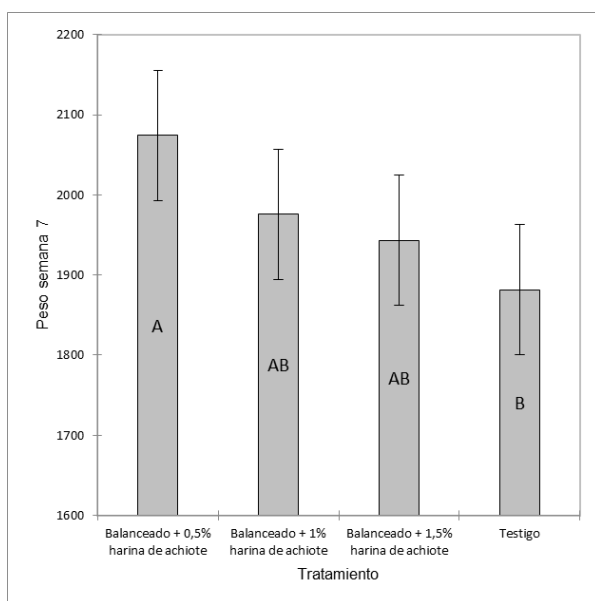
### Foto 20. Examen bromatológico del concentrado proteico

Tratamiento	Repetición	Peso semana 1	Peso semana 2	Peso semana 3	Peso semana 4	Peso semana 5	Peso semana 6	Peso semana 7	Peso semana 8	Peso semana 9	Peso semana 10	Peso semana 11
1	1	260	511	792	1365	1738	1806	2088	2076	2379	2747	3525
1	2	280	552	733	1123	1460	1858	1886	1917	2526	2847	3705
1	3	311	486	885	1249	1462	1813	1892	2034	2423	2681	3771
1	4	288	442	775	1197	1565	1700	1907	2186	2656	3021	3591
2	1	271	382	833	1199	1587	1681	1874	1987	2376	2984	3267
2	2	291	533	796	1186	1647	1739	1901	2009	2742	2933	3323
2	3	296	533	872	1192	1493	1810	1915	2110	2221	2886	3575
2	4	291	562	833	1210	1618	1800	1837	2022	2379	2867	3641
3	1	266	560	955	1275	1656	1747	2026	2078	2343	2966	3493
3	2	258	560	906	1297	1627	1799	1841	2051	2373	2933	3309
3	3	259	530	822	1365	1676	1726	1969	2094	2221	2740	3439
3	4	298	478	885	1286	1619	1834	2068	2004	2284	2663	3211
4	1	272	632	951	1316	1617	1801	2030	2133	2220	2706	3355
4	2	269	526	884	1249	1546	1689	2051	2102	2167	2837	2972
4	3	275	522	834	1292	1658	1717	2131	2067	2088	2626	2917
4	4	266	509	920	1303	1679	1899	2085	2033	2081	2931	3337

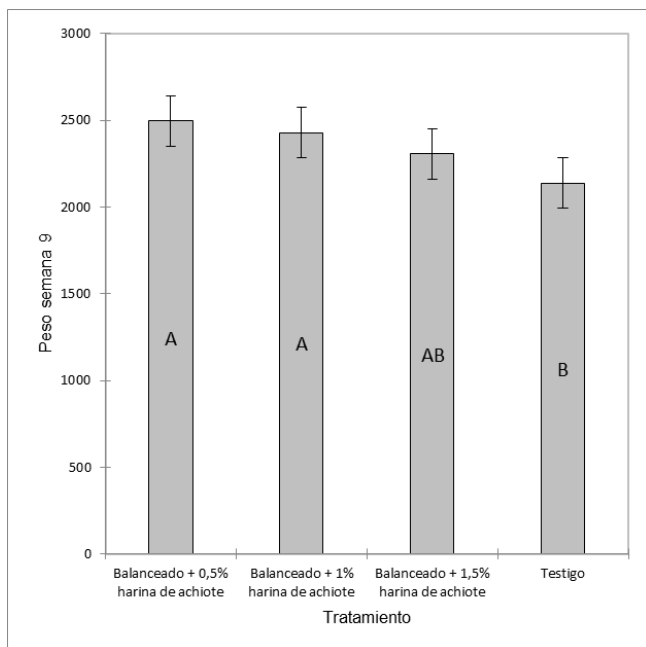
### Foto 21. Datos de pesos semanales de los pollos

Conv semana 1	Conv semana 2	Conv semana 3	Conv semana 4	Conv semana 5	Conv semana 6	Conv semana 7	Conv semana 8	Conv semana 9	Conv semana 10	Conv semana 11
3,058	2,285	1,985	1,418	1,315	1,362	1,178	1,185	1,034	0,896	0,698
2,839	2,115	2,145	1,723	1,565	1,324	1,304	1,283	0,974	0,864	0,664
2,556	2,402	1,777	1,549	1,563	1,357	1,300	1,209	1,015	0,918	0,652
2,760	2,641	2,029	1,617	1,460	1,447	1,290	1,125	0,926	0,814	0,685
2,934	3,056	1,888	1,614	1,440	1,463	1,313	1,238	1,035	0,824	0,753
2,732	2,190	1,976	1,632	1,387	1,415	1,294	1,224	0,897	0,839	0,740
2,686	2,190	1,803	1,623	1,530	1,359	1,285	1,166	1,108	0,852	0,688
2,732	2,077	1,888	1,599	1,412	1,367	1,339	1,217	1,034	0,858	0,676
2,989	2,085	1,647	1,518	1,380	1,408	1,214	1,184	1,050	0,829	0,704
3,081	2,085	1,736	1,492	1,404	1,367	1,336	1,199	1,037	0,839	0,743
3,069	2,203	1,913	1,418	1,363	1,425	1,249	1,175	1,108	0,898	0,715
2,668	2,442	1,777	1,505	1,411	1,341	1,190	1,228	1,077	0,924	0,766
2,923	1,847	1,654	1,470	1,413	1,366	1,212	1,153	1,108	0,909	0,733
2,955	2,220	1,779	1,549	1,478	1,456	1,199	1,170	1,135	0,867	0,828
2,891	2,237	1,885	1,498	1,378	1,433	1,154	1,190	1,178	0,937	0,843
2,989	2,294	1,709	1,485	1,361	1,295	1,180	1,210	1,182	0,839	0,737

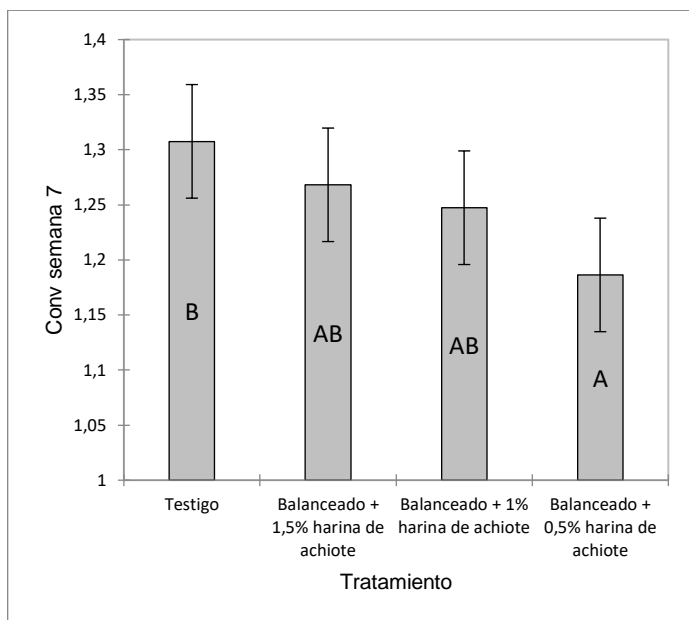
**Foto 22.** Datos semanales de conversión alimenticia de los pollos



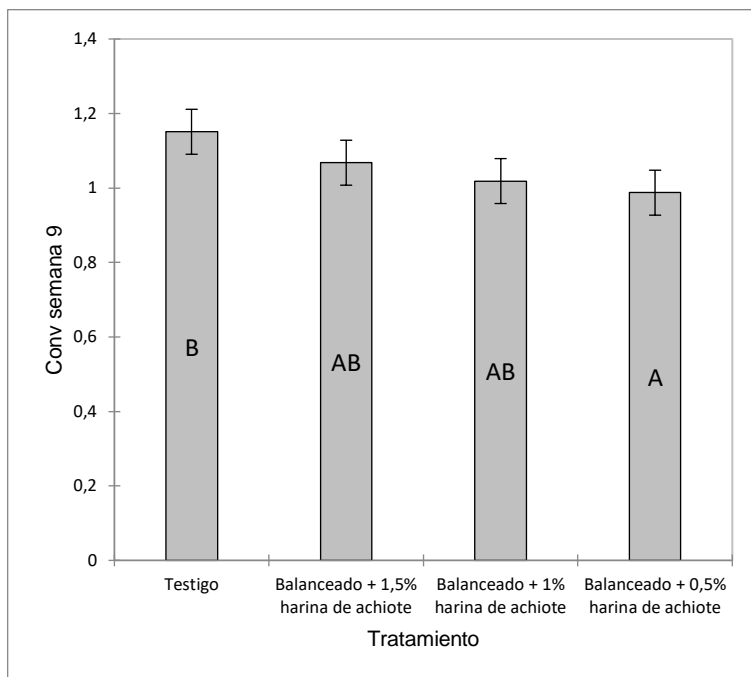
**Foto 23.** Comparación múltiple de promedios Tukey al 5% de la variable pesos semana 7



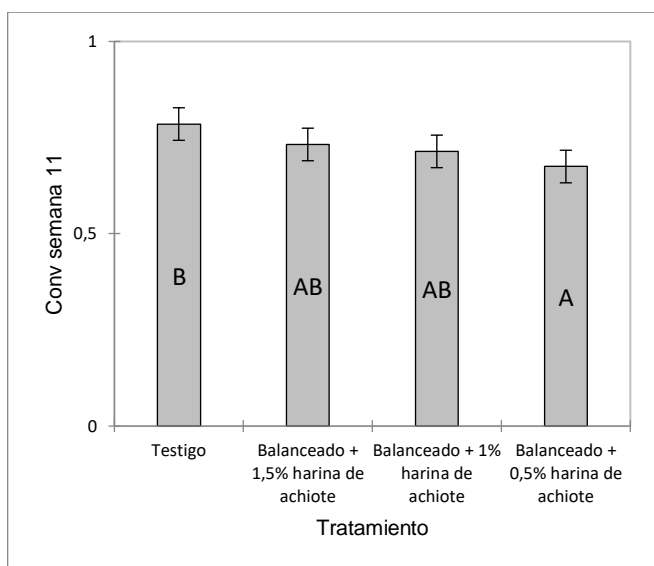
**Foto 24.** Comparación múltiple de promedios Tukey al 5% de la variable pesos semana 9



**Foto 25.** Comparación múltiple de promedios Tukey al 5% de la variable conversión alimenticia semana 7



**Foto 26.** Comparación múltiple de promedios Tukey al 5% de la variable conversión alimenticia semana 9



**Foto 27.** Comparación múltiple de promedios Tukey al 5% de la variable conversión alimenticia semana 11